



Gerard Jităreanu - Coordonator

**Costică Ailincăi Simion Alda Ileana Bogdan
Costică Ciontu Dan Manea Aurelian Penescu
Mihai Rurac Teodor Rusu Denis Țopa
Paula Ioana Moraru Adrian Ioan Pop
Marian Dobre Anca-Elena Calistru**

**TRATAT
de
AGROTEHNICĂ**

EDITURA ION IONESCU DE LA BRAD - Iași, 2020

COLECTIVUL de REDACTARE:

USAMV București	Prof. dr. Costică Ciontu, Prof. dr. Aurelian Penescu
USAMV Cluj	Prof. dr. Teodor Rusu, Prof. dr. Ileana Bogdan, Șef lucr. dr. Adrian Ioan Pop, Șef lucr. dr. Paula Ioana Moraru
UASM Chișinău	Prof. dr. Mihai Rurac
Univ. Craiova	Lector Dr. Marian Dobre
USAMV Iași	Prof. dr. Gerard Jităreanu, Prof. dr. Costică Ailincăi, Conf. dr. Denis Țopa, Asist. dr. Anca-Elena Calistru
USAMV BT Timișoara	Prof. dr. Dan Manea, Prof. dr. Simion Alda.

Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României

Tratat de Agrotehnică / coordonator: prof. univ. dr. ing. Gerard Jităreanu

Iași : Editura Ion Ionescu de la Brad, 2020

Conține bibliografie

ISBN 978-973-147-353-6

I. Jităreanu, Gerard - coordonator

63



“Secretul unei exploatări raționale și moderne a pământului constă în a păstra și îmbunătăți permanent fertilitatea acestuia. Dacă vrem ca solul să ne ofere mai mult, cu atât trebuie să avem mai multă grijă de el, iar exploatarea acestuia trebuie să asigure recolte abundente fără a sărăci pământul”.

**Ion Ionescu de la Brad,
Primul Profesor de Științe Agronomice
la Academia Mihăileană din Iași – 1842,
Leagănul învățământului superior agronomic din România**



CUPRINS

PREFAȚĂ	19
INTRODUCERE	22
CAPITOLUL 1. PROCESE DE FORMARE ȘI DEGRADARE A SOLULUI.....	25
1.1 Considerații generale 25 ; 1.2 Procese de formare a solului influențate de agrotehnica aplicată 29 ; 1.3 Fenomene de degradare a terenurilor 32 ; Bibliografie 42	
CAPITOLUL 2. FERTILITATEA SOLULUI ȘI METODE DE DIRIJARE A ACESTEIA.....	43
2.1 Considerații generale 43 ; 2.2 Categoriile de fertilitate 44 ; 2.3 Indicatorii agrofizici ai fertilității solului 48 ; 2.4 Indicatorii hidrofizici ai fertilității solului 60 ; 2.5 Indicatorii agrochimici ai fertilității solului 65 ; 2.6 Indicatorii agrobiologici ai fertilității solului 69 ; Bibliografie 76	
CAPITOLUL 3. MEDIUL DE VIAȚĂ AL PLANTELOR.....	77
3.1 Considerații generale 77 ; 3.2 Condițiile de mediu 78 ; 3.3 Factorii de vegetație – baze științifice ale producției vegetale 84 ; 3.3.1 Clasificarea factorilor de vegetație 84 ; 3.3.2 Caracteristici ale factorilor de vegetație 85 ; 3.3.3 Lumina ca factor de vegetație 89 ; 3.3.4 Temperatura ca factor de vegetație 98 ; 3.3.5 Apa ca factor de vegetație 111 ; 3.3.6 Aerul ca factor de vegetație 124 ; 3.3.7 Elementele nutritive ca factor de vegetație 134 ; 3.3.8 Activitatea biologică din sol ca factor de vegetație 142 ; 3.3.8.1 Relația agrotehnicii cu viețuitoarele din sol 144 ; 3.3.8.2 Relațiile factorilor biologici din sol 146 ; 3.3.8.3 Agrotehnica în relație cu procesele biologice și biochimice din sol 154 ; 3.3.8.4 Metode agrotehnice de dirijare a activității biologice din sol 156 ; Bibliografie 163	
CAPITOLUL 4. LUCRĂRILE SOLULUI.....	165
4.1 Istoric 165 ; 4.2 Obiective ale lucrărilor solului 169 ; 4.3 Procese tehnologice care au loc în sol în timpul efectuării lucrărilor 172 ; 4.4 Clasificarea lucrărilor solului 174 ; 4.5. Arătura 175 ; 4.5.1 Obiective 175 ; 4.5.2 Condiții care determină calitatea arăturii 178 ; 4.5.3 Clasificarea arăturilor 185 ; 4.5.3.1 Clasificarea arăturilor după construcția plugului 185 ; 4.5.3.2 Clasificarea arăturilor după adâncimea de executare 193 ; 4.5.3.3 Clasificarea arăturilor după epoca de executare 197 ; 4.5.3.4 Clasificarea arăturilor după sensul de răsturnare al brazdei și modul de deplasare al agregatelor 200 ; 4.5.4 Pregătirea terenului pentru arat 203 ; 4.5.5 Aprecierea calității arăturii 204 ; 4.6 Arătura de desfundare 209 ;	

4.7 Afânarea adâncă (scarificarea) **211**; 4.7.1 Criterii pentru stabilirea suprafețelor care necesită afânare adâncă **212**; 4.7.2 Elementele tehnice ale afânării adânci (scarificării) **213**; 4.7.3 Efectele afânării adânci (scarificării) **214**; 4.7.4 Epoca de executare **216**; 4.7.5 Indici de lucru calitativi pentru afânarea adâncă a solului (scarificarea) **217**; 4.7.6 Mașini și utilaje folosite pentru afânarea adâncă a solului **218**; 4.8 Lucrarea solului cu cizelul **219**; 4.9 Lucrarea solului cu grapa **221**; 4.9.1 Destinație. Clasificare **221**; 4.9.2 Utilizarea grapelor **221**; 4.10 Lucrarea solului cu cultivatorul **232**; 4.11 Lucrarea solului cu tăvălugul **235**; 4.11.1 Destinație. Clasificare **235**; 4.11.2 Situații de utilizare a tăvălugilor **236**; 4.11.3 Indici de lucru calitativi la efectuarea lucrărilor cu tăvălugii **237**; 4.12 Lucrarea solului cu freza **238**; 4.13 Lucrarea solului cu nivelatorul **239**; 4.14 Lucrarea solului cu combinatorul **241**; 4.15 Agregate multiple **243**; 4.16 Pregătirea patului germinativ **244**; Bibliografie **248**

CAPITOLUL 5. SISTEME DE LUCRARE A SOLULUI..... 251

5.1 Obiective **251**; 5.2 Sistemul convențional (clasic) de lucrare a solului **253**; 5.3 Sisteme convenționale de lucrare a solului practicate în România **254**; 5.3.1 Clasificare **254**; 5.3.2 Sistemul de lucrare al solului pentru culturile de toamnă **254**; 5.3.3 Sistemul de lucrare al solului pentru culturile de primăvară **258**; 5.3.4 Sistemul de lucrare al solului pentru culturile succesive **262**; 5.3.5 Sistemul de lucrare al solului pentru culturile compromise **264**; 5.4 Sisteme neconvenționale de lucrare a solului **265**; 5.4.1 Evoluție. Caracteristici **265**; 5.4.2 Avantaje ale sistemelor de lucrări neconvenționale (minime) **270**; 5.4.3 Dezavantaje ale sistemelor de lucrări neconvenționale (minime) **272**; 5.4.4 Variante ale sistemelor de lucrări minime **273**; 5.4.4.1 Sisteme raționalizate de lucrare a solului **273**; 5.4.4.2 Sistemul de lucrări minime (minimum tillage) **275**; 5.4.4.3 Sistemul de lucrări minime cu mulci (mulch tillage) **277**; 5.4.4.4 Sistemul de lucrări minime cu strat protector (cover crops) **277**; 5.4.4.5 Sistemul de lucrări minime cu biloane (ridge crops) **278**; 5.4.4.6 Sistemul de lucrări minime în benzi (strip till) **279**; 5.4.4.7 Sistemul zero lucrări / semănat direct (no tillage, direct drill) **280**; 5.4.5 Influența sistemului de lucrări minime asupra stării solului **283**; Bibliografie **287**

CAPITOLUL 6. COMPACTAREA SOLULUI..... 293

6.1 Introducere **293**; 6.2 Sistemul mașină - sol - plantă **295**; 6.3 Procese de compactare a solului **296**; 6.3.1 Clasificarea proceselor de compactare a solului **296**; 6.4 Efecte ale compactării solurilor **300**; 6.4.1 Efecte ale compactării asupra proprietăților solului **300**; 6.4.2 Efecte ale compactării asupra dezvoltării plantelor **305**; 6.4.3 Efecte ale compactării asupra producțiilor **307**; 6.4.4 Efecte ale compactării asupra proceselor biologice din sol **309**; 6.4.5 Efecte ale compactării asupra mediului (ecologice) **310**; 6.5 Influența lucrărilor solului

asupra compactării **311**; 6.6 Măsuri de prevenire și combatere a compactării solului **317**; 6.7 Ameliorarea și conservarea solurilor afectate de compactare **319**; 6.8 Implementarea măsurilor de combatere a compactării solului **323**; 6.9 Efecte economice ale aplicării măsurilor de prevenire și combatere a compactării solului **324**; Bibliografie **331**

CAPITOLUL 7. SEMĂNATUL ȘI LUCRĂRILE DE ÎNGRIJIRE ALE CULTURILOR..... 337

7.1 Semănatul **337**; 7.2 Cerințe agrotehnice ale semănatului **338**; 7.2.1 Epoca de semănat **338**; 7.2.2 Adâncimea de încorporare a semințelor **340**; 7.2.3 Norma de sămânță **341**; 7.2.4 Metode de semănat **342**; 7.2.5 Indici calitativi de lucru la semănat **348**; 7.3 Lucrări de îngrijire a culturilor **349**; 7.3.1 Lucrări de îngrijire pentru culturile de toamnă **349**; 7.3.2 Lucrări de îngrijire pentru culturile de primăvară **350**; Bibliografie **354**

CAPITOLUL 8. BURUIENILE DIN CULTURILE AGRICOLE..... 355

8.1 Noțiuni generale despre buruieni. Definiție **355**; 8.2 Pagube produse de buruieni **356**; 8.3 Particularitățile biologice ale buruienilor **362**; 8.4 Sursele de îmburuienare ale culturilor agricole **370**; 8.5 Căile de răspândire ale buruienilor **374**; 8.6 Clasificarea buruienilor **376**; 8.6.1 Buruieni monocotiledonate anuale **379**; 8.6.2 Buruieni monocotiledonate perene **389**; 8.6.3 Buruieni dicotiledonate anuale **397**; 8.6.4 Buruieni dicotiledonate perene **433**; 8.7 Buruieni semiparazite **449**; 8.8 Buruieni parazite **451**; 8.8.1 Buruieni parazite pe tulpină **452**; 8.8.2 Buruieni parazite pe rădăcină **454**; 8.9 Buruieni problemă **455**; 8.10 Importanța economică a unor buruieni **457**; 8.11 Pragul economic de dăunare **462**; 8.12 Cartarea buruienilor **464**; Bibliografie **470**

CAPITOLUL 9. COMBATEREA BURUIENILOR..... 471

9.1 Conceptul de combatere integrată, componentă principală a managementului integrat al buruienilor **471**; 9.2 Metode preventive de combatere a buruienilor **476**; 9.3 Metode agrotehnice de combatere a buruienilor **480**; 9.4 Metode fizice de combatere a buruienilor **489**; 9.5 Metode biologice de combatere a buruienilor **490**; 9.6 Alelopatia și aleloerbicidele. Importanța lor în agricultură **493**; 9.6.1 Generalități **493**; 9.6.2 Alelopatia în agricultură **494**; 9.6.3 Clasificarea substanțelor alelopatice **495**; 9.6.4 Aleloerbicidele și progrese recente **496**; 9.6.5 Manifestarea alelopatiei între semințele germinate **497**; 9.6.6 Interferența alelopatiei dintre cereale și *Sinapis alba* **497**; 9.6.7 Potențialul alelopativ al ovăzului (*Avena sativa*) **498**; 9.6.8 Efectul alelopativ al buruiei *Ambrosia artemisiifolia* **498**; 9.6.9 Efecte alelopatice ale plantelor de cultură asupra buruienilor **499**; 9.6.10 Utilizarea alelopatiei împotriva cuscutei **499**; 9.6.11 Efectul alelopativ al plantelor medicinale și aromatice asupra germinăției buruienilor **500**; 9.6.12 Soiuri și hibridi cu capacitate alelopativă **500**; Bibliografie **505**



CAPITOLUL 10. COMBATEREA CHIMICĂ A BURUIENILOR DIN CULTURILE AGRICOLE..... 507

10.1 Definiții, avantaje, importanță **507**; 10.2 Clasificarea și structura erbicidelor **511**; 10.3 Formele sub care sunt fabricate erbicidele **515**; 10.4 Metode de aplicare a erbicidelor **517**; 10.5 Absorbția erbicidelor și translocarea lor în plante **519**; 10.5.1 Absorbția erbicidelor în plantă **519**; 10.5.2 Absorbția erbicidelor aplicate la sol **520**; 10.5.3 Condițiile care influențează absorbția foliară **523**; 10.6 Acțiunea erbicidelor asupra plantelor **527**; 10.7 Acțiunea plantelor asupra erbicidelor **532**; 10.8 Selectivitatea erbicidelor **534**; 10.9 Interacțiunea dintre pesticide **538**; 10.10 Persistența erbicidelor în sol **538**; 10.11 Interacțiunea erbicidelor cu solul **539**; 10.12 Substanța activă **541**; 10.13 Stabilirea dozei de erbicid **542**; 10.14 Norma de amestec pentru stropit **544**; 10.15 Pregătirea amestecului de stropit **545**; 10.16 Reguli de aplicare a erbicidelor **547**; 10.17 Protecția muncii la lucrările cu erbicide **548**; 10.18 Prezentarea erbicidelor după substanța activă **552**; 10.19 Combaterea buruienilor din culturile agricole **589**; 10.19.1 Combaterea buruienilor din culturile de cereale **589**; 10.19.2 Combaterea buruienilor din cultura de grâu de toamnă (*Triticum aestivum* spp. *vulgare*) **591**; 10.19.2.1 Speciile de buruieni prezente în cultura grâului de toamnă **592**; 10.19.2.2 Combaterea buruienilor monocotiledonate anuale și perene din cultura de grâu **594**; 10.19.2.3 Combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene din cultura de grâu **597**; 10.19.2.4 Erbicidele utilizate pentru combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene din cultura de grâu **602**; 10.19.3 Combaterea buruienilor din cultura de orz de toamnă (*Hordeum vulgare*), orzoaică de toamnă și de primăvară (*Hordeum distichum*) **610**; 10.19.4 Combaterea buruienilor din cultura de secară (*Secale cereale*) **618**; 10.19.5 Combaterea buruienilor din cultura de triticeale (*Triticale sativa*) **620**; 10.19.6 Combaterea buruienilor din cultura de ovăz (*Avena sativa*) **622**; 10.19.7 Combaterea buruienilor din cultura de orez (*Oryza sativa*) **624**; 10.19.8 Combaterea buruienilor din cultura de porumb (*Zea mays*) **627**; 10.19.9 Combaterea buruienilor din cultura de sorg pentru boabe, sorg zaharat și sorg pentru măhuri (*Sorghum vulgare*) **650**; 10.19.10 Combaterea buruienilor din cultura de floarea-soarelui (*Helianthus annuus*) **652**; 10.19.11 Combaterea buruienilor prezente în culturile de rapiță (*Brassica napus*) și muștar (*Sinapis alba*) **656**; 10.19.12 Combaterea buruienilor din culturile de leguminoase pentru boabe **662**; 10.19.12.1 Controlul buruienilor din culturile de soia (*Glycine max.*) **662**; 10.19.13 Controlul buruienilor din culturile de cartof (*Solanum tuberosum*) **673**; 10.19.14 Controlul buruienilor din culturile de sfeclă pentru zahăr (*Beta vulgaris*) **680**; 10.19.15 Combaterea buruienilor din culturile de tutun (*Nicotiana tabacum*) **692**; 10.19.16 Combaterea buruienilor din culturile de in (*Linum*

usitatissimum) **692**; 10.19.17 Combaterea buruienilor din unele culturi furajere (lucernă, trifoi, pajiști cultivate) **694**; 10.19.18 Combaterea chimică a buruienilor din culturile de legume **697**; 10.19.19 Combaterea buruienilor din plantațiile de pomi, pepiniere pomicole, arbuști fructiferi, viță de vie și silvicultură **707**; 10.19.20 Combaterea buruienilor din culturile de plante medicinale și ornamentale **723**; 10.19.21 Combaterea buruienilor din grădini, gazon, miriști, terenuri necultivate **724**; Bibliografie **731**

CAPITOLUL 11. ASOLAMENTE..... 733

11.1 Organizarea teritoriului și a asolamentelor **733**; 11.1.1 Norme tehnice de întocmire a proiectelor de organizare a teritoriului exploatațiilor agricole **737**; 11.1.2 Asolamentul - definiție, istoric, perspective **741**; 11.1.3 Principiile care stau la baza organizării asolamentelor **744**; 11.1.3.1 Factorii naturali **745**; 11.1.3.2 Principiile economico-organizatorice **746**; 11.1.3.3 Principiile agrobiologice pentru organizarea asolamentelor **750**; 11.1.4 Locul grupelor de plante în asolament **754**; 11.2 Clasificarea asolamentelor **764**; 11.2.1 Asolamente agricole (de câmp) **764**; 11.2.2 Asolamente furajere **765**; 11.2.2.1 Asolamente de fermă (de lângă fermă) **765**; 11.2.2.2 Asolamente de pășune și fâneață **767**; 11.2.3 Asolamente mixte **769**; 11.2.4 Asolamente speciale **770**; 11.2.4.1 Asolamente pentru protecția solului **770**; 11.2.4.2 Asolamente legumicole **774**; 11.2.4.2.1 Grupele agrobiologice la culturile legumicole **774**; 11.2.4.2.2 Culturile succesive și asociate **775**; 11.2.5 Metodica elaborării asolamentelor **775**; 11.2.5.1 Planul de tranziție al asolamentelor **777**; 11.2.5.2 Cerințe pentru stabilirea asolamentelor pe terenurile în pantă **778**; 11.2.5.3 Registrul de evidență al solurilor **781**; 11.3 Efectele asolamentelor asupra producției și fertilității solului **783**; 11.3.1 Efectele asolamentelor asupra producției **783**; 11.3.2 Efectul asolamentelor asupra însușirilor fizice ale solului **796**; 11.3.3. Efectul asolamentelor asupra însușirilor agrochimice ale solului **803**; 11.3.4. Efectul asolamentelor asupra însușirilor biologice și enzimologice ale solului **825**; 11.3.5 Efectul asolamentelor asupra gradului de infestare cu buruieni **834**; 11.3.6 Efectul asolamentelor asupra eroziunii solului **844**; 11.3.6.1 Amploarea proceselor de eroziune **844**; 11.3.6.2 Efectul lucrărilor agrotehnice asupra eroziunii solului **846**; Bibliografie **855**

CAPITOLUL 12. AGROTEHNICA DIFERENȚIATĂ..... 861

12.1 Europa și Politica Agricolă Comună **861**; 12.2 Agrotehnica diferențiată pe zone pedoclimatice **864**; 12.2.1 Agrotehnica în zonele de stepă și silvostepă **864**; 12.2.2 Agrotehnica în zona forestieră **868**; 12.3 Politica Agricolă Comună privind sistemul informațional al solului **873**; 12.4 Agrotehnica pe terenurile arabile în pantă **879**; 12.4.1 Indicatorii privind eroziunea solului în UE-28 și cerințele de

mediu **879**; 12.4.2 Rata formării solului și eroziunea tolerabilă **881**; 12.4.3 Factorii care determină eroziunea solului **887**; 12.4.4 Amploarea proceselor de eroziune **899**; 12.4.4.1 Amploarea proceselor de eroziune în Câmpia Moldovei **900**; 12.4.4.2 Amploarea proceselor de eroziune în România **916**; 12.4.4.3 Amploarea proceselor de eroziune în Europa **924**; 12.4.4.4 Amploarea proceselor de eroziune la nivel global **933**; 12.4.5 Lucrări pentru combaterea eroziunii solului **939**; 12.4.5.1 Eroziunea solului, agricultura și mediul **941**; 12.4.5.2 Cartarea eroziunii solului **954**; 12.4.5.3 Metode folosite pentru determinarea eroziunii solului **957**; 12.4.5.4 Factorii utilizați pentru stabilirea și dimensionarea lucrărilor antierozionale **963**; 12.4.6 Lucrări agrotehnice pentru prevenirea și combaterea eroziunii solului **977**; 12.4.6.1 Organizarea teritoriului **979**; 12.4.6.2 Sezonul critic pentru eroziunea solului **983**; 12.4.6.3 Organizarea antierozională a terenurilor arabile în pantă **987**; 12.4.6.4 Structura și rotația culturilor pe terenurile în pantă **988**; 12.4.6.5 Asolamentele pe terenurile arabile în pantă **993**; 12.4.6.6 Sistemele de fertilizare pe terenurile în pantă **996**; 12.4.6.7 Lucrările solului pe terenurile în pantă **1009**; 12.4.6.7.1 Lucrările de bază ale solului pe terenurile în pantă **1009**; 12.4.6.7.2 Efectul lucrărilor solului asupra eroziunii **1010**; 12.4.6.7.3 Efectul sistemelor de lucrare asupra însușirilor solului **1016**; 12.4.6.7.4 Efectul sistemelor de lucrare asupra producției agricole **1026**; 12.4.6.7.5 Lucrările de pregătire a patului germinativ **1031**; 12.4.6.8 Semănatul și lucrările de întreținere **1032**; 12.4.6.9 Sistemele de cultură antierozionale **1036**; 12.4.6.10 Alte lucrări antierozionale pe terenurile în pantă **1053**; Bibliografie **1055**; 12.5 Agrotehnica solurilor acide **1065**; 12.5.1 Impactul acidității asupra solului, vegetației și a mediului **1068**; 12.5.2 Însușirile fizico-chimice ale solurilor acide **1073**; 12.5.3 Efectul fertilizării asupra unor însușiri agrochimice la solurile acide **1075**; 12.5.4 Amendarea solurilor acide **1080**; Bibliografie **1086**; 12.6 Agrotehnica solurilor nisipoase **1087**; 12.6.1 Răspândire **1087**; 12.6.2 Proprietățile chimice ale solurilor nisipoase din România **1093**; 12.6.3 Lucrări pentru ameliorarea solurilor nisipoase **1096**; 12.6.4 Lucrări agrotehnice pe terenurile nisipoase **1098**; Bibliografie **1114**; 12.7 Agrotehnica solurilor saline și alcaline **1116**; 12.7.1 Însușirile fizico-chimice ale solurilor saline și alcaline **1123**; 12.7.2 Ameliorarea solurilor saline și alcaline **1132**; Bibliografie **1151**; 12.8 Agrotehnica pe terenurile îndiguite și desecate **1154**; 12.8.1 Lucrările de îndiguire și desecare din Delta Dunării **1155**; 12.8.2 Condițiile agroecologice care influențează cultivarea plantelor agricole **1160**; 12.8.3 Lucrări agrotehnice pentru ameliorarea solurilor pe terenurile îndiguite și desecate **1169**; Bibliografie **1181**

CAPITOLUL 13. AGRICULTURA CONSERVATIVĂ..... 1183

13.1 Ce este agricultura conservativă? **1183**; 13.2 Gestionarea reziduurilor vegetale în agricultura conservativă **1190**; 13.2.1 Beneficiile acoperirii suprafeței solului cu reziduuri vegetale **1191**; 13.2.2 Gestionarea reziduurilor vegetale **1193**; 13.3 Realizarea disturbantei mecanice minime **1196**; 13.4 Diversificarea speciilor cultivate **1200**; 13.4.1 Asolamentul în agricultura conservativă **1200**; 13.4.2 Culturile succesive **1201**; 13.5 Managementul buruienilor **1204**; 13.5.1 Măsuri de reglare a gradului de îmburuienare **1205**; 13.5.2 Măsuri chimice de reglare a gradului de îmburuienare **1208**; 13.6 Aplicarea îngrășămintelor **1211**; 13.7 Implementarea agriculturii conservative **1212**; Bibliografie **1216**

CAPITOLUL 14. SISTEME DE AGRICULTURĂ..... 1219

14.1 Evoluția sistemelor de agricultură **1219**; 14.2 Sisteme de agricultură practicate pe plan mondial **1221**; 14.2.1 Agricultura convențională **1221**; 14.2.2 Agricultura biologică / ecologică / organică **1222**; 14.2.3 Agricultura biodinamică **1223**; 14.2.4 Agricultura extensivă cu inputuri reduse - de subzistență **1224**; 14.2.5 Sistemele agricole "Leisa" **1224**; 14.2.6 Agricultura de proximitate și agrosilvicultura **1225**; 14.2.7 Agricultura de precizie **1226**; 14.2.8 Agricultura durabilă **1227**; 14.2.8.1 Amprenta ecologică și agricultura durabilă **1231**; 14.2.8.2 Agricultura durabilă și schimbările climatice **1233**; Bibliografie **1238**

CONTENTS

PREFACE	19
INTRODUCTION	22
CHAPTER 1. SOIL FORMATION AND DEGRADATION PROCESSES..	25
1.1 General considerations 25 ; 1.2 Soil formation processes influenced by applied soil management 29 ; 1.3 Land degradation phenomena 32 ; References 42	
CHAPTER 2. SOIL FERTILITY AND MANAGEMENT METHODS	43
2.1 General considerations 43 ; 2.2 Fertility categories 44 ; 2.3 Agrophysical indicators of soil fertility 48 ; 2.4 Hydrophysical indicators of soil fertility 60 ; 2.5 Agrochemical indicators of soil fertility 65 ; 2.6 Agro-biological indicators of soil fertility 69 ; References 76	
CHAPTER 3. LIFE ENVIRONMENT OF PLANTS	77
3.1 General consideration 77 ; 3.2 Environment conditions 78 ; 3.3 Growing factors - scientific basis of plant production 84 ; 3.3.1 Growing factors classification 84 ; 3.3.2 Growing factors characteristics 85 ; 3.3.3 Light as growing factor 89 ; 3.3.4 Temperature as growing factor 98 ; 3.3.5 Water as growing factor 111 ; 3.3.6 Air as growing factor 124 ; 3.3.7 Nutrients as growing factor 134 ; 3.3.8 Soil biological activity as growing factor 142 ; 3.3.8.1 The relation between soil management and micro and macrofauna 144 ; 3.3.8.2 Relationships of soil biological factors 146 ; 3.3.8.3 Soil management in relation to biological and biochemical processes in soil 154 ; 3.3.8.4 Soil management methods for directing biological activity in soil 156 ; References 162	
CHAPTER 4. SOIL TILLAGE.....	165
4.1 Introduction 165 ; 4.2 Soil tillage objectives 169 ; 4.3 Soil technological processes that occurs during tillage 172 ; 4.4 Soil tillage classification 174 ; 4.5. Plowing 175 ; 4.5.1 Objectives 175 ; 4.5.2 Conditions that determine the ploughing quality 178 ; 4.5.3 Ploughing classification 185 ; 4.5.3.1 Ploughing classification by types of ploughs 185 ; 4.5.3.2 Ploughing classification by depth of execution 192 ; 4.5.3.3 Classification of ploughing by the time of execution 197 ; 4.5.3.4 Classification of the ploughing by the direction of furrow overturning and way of machinery moving 200 ; 4.5.4 Field preparation for ploughing 203 ; 4.5.5 Appreciation of ploughing quality 204 ; 4.6 Deep ploughing 209 ; 4.7 Soil deep loosening (scarification) 211 ; 4.7.1 Criteria for establishing	



areas that require soil deep loosening **212**; 4.7.2 Technical elements of soil deep loosening (scarification) **213**; 4.7.3 Effects of soil deep loosening (scarification) **214**; 4.7.4 Time of execution **216**; 4.7.5 Qualitative indices for soil deep loosening (scarification) **217**; 4.7.6 Machinery and equipments used for soil deep loosening **218**; 4.8 Chisel soil tillage **219**; 4.9 Harrow soil tillage **221**; 4.9.1 Destination. Classification **221**; 4.9.2 Use of harrows **221**; 4.10 Cultivator soil tillage **232**; 4.11 Rollers and culti-packers soil tillage **235**; 4.11.1 Destination. Classification **235**; 4.11.2 Rollers and culti-packers - use situations **236**; 4.11.3 Qualitative indices of roller soil tillage **237**; 4.12 Rotary harrow tillage **238**; 4.13 Field leveling **239**; 4.14 Cultivator (“grubber”) soil tillage **241**; 4.15 Complex machineries **243**; 4.16 Seedbed preparation **244**; References **248**

CHAPTER 5. SOIL TILLAGE SYSTEMS..... 251

5.1 Objectives **251**; 5.2 Conventional (classical) soil tillage system **253**; 5.3 Conventional soil tillage systems used in Romania **254**; 5.3.1 Classification **254**; 5.3.2 Soil tillage system for winter crops **254**; 5.3.3 Soil tillage system for spring crops **258**; 5.3.4 Soil tillage system for successive crops **262**; 5.3.5 Soil tillage system for compromised crops **264**; 5.4 Unconventional soil tillage systems **265**; 5.4.1 Evolution. Characteristics **265**; 5.4.2 Advantages of unconventional (minimum) soil tillage systems **270**; 5.4.3 Disadvantages of unconventional (minimum) soil tillage systems **272**; 5.4.4 Variants of minimum soil tillage systems **273**; 5.4.4.1 Rationalized soil tillage systems **273**; 5.4.4.2 Minimum soil tillage system (minimum tillage) **275**; 5.4.4.3 Minimum soil tillage system using mulch (mulch tillage) **277**; 5.4.4.4 Minimum soil tillage system with protective cover (cover crops) **277**; 5.4.4.5 Minimum soil tillage system using ridges (ridge crops) **278**; 5.4.4.6 Minimum soil tillage system using strips (strip till) **279**; 5.4.4.7 No tillage soil system (direct drill) **280**; 5.4.5 Minimum tillage system influence on soil state **283**; References **287**

CHAPTER 6. SOIL COMPACTION 293

6.1 Introduction **293**; 6.2 Machine-soil-plant system **295**; 6.3 Soil compaction processes **296**; 6.3.1 Classification of soil compaction processes **296**; 6.4 Soil compaction effects **300**; 6.4.1 Compaction effects on soil properties **300**; 6.4.2 Effects of soil compaction on plant development **305**; 6.4.3 Effects of soil compaction on yields **307**; 6.4.4 Effects of soil compaction on soil biological processes **309**; 6.4.5 Effects of soil compaction on environment (ecological) **310**; 6.5 Soil tillage influence on compaction **311**; 6.6 Measures to prevent and against soil compaction **317**; 6.7 Improvement and conservation of soils affected by compaction **319**; 6.8 Implementation of measures to combat soil compaction **323**; 6.9 Economic effects of applying measures to prevent and remove soil compaction effects **324**; References **331**

**CHAPTER 7. SOWING AND AFTER CULTIVATION TILLAGE..... 337**

7.1 Sowing **337**; 7.2 Agro-technical requirements of sowing **338**; 7.2.1 The time of sowing **338**; 7.2.2 Sowing depth **340**; 7.2.3 Seed rate **341**; 7.2.4 Sowing methods **342**; 7.2.5 Qualitative indices of sowing **348**; 7.3. After cultivation tillage (Inter-tillage) **349**; 7.3.1 After cultivation tillage for winter crops **349**; 7.3.2 After cultivation tillage for spring crops **350**; References **354**

CHAPTER 8. WEEDS FROM AGRICULTURAL CROPS..... 355

8.1 Weeds crops overview. Definition **355**; 8.2 Damages caused by weeds **356**; 8.3 Biological features of the weeds **362**; 8.4 Weed sources for agricultural crops **370**; 8.5 Ways of weed spreading **374**; 8.6 Weed classification **376**; 8.6.1 Annual monocotyledonous weeds **379**; 8.6.2 Perennial monocotyledonous weeds **389**; 8.6.3 Annual dicotyledonous weeds **397**; 8.6.4 Perennial dicotyledonous weeds **433**; 8.7 Semi-parasitic weeds **449**; 8.8 Parasitic weeds **451**; 8.8.1 Stem parasitic weeds **452**; 8.8.2 Root parasitic weeds **454**; 8.9 Weeds that cause big problems to agricultural crops **455**; 8.10 The economic importance of some weeds **457**; 8.11 Economic Injury Level **462**; 8.12 Weed mapping **464**; References **470**

CHAPTER 9. WEED MANAGEMENT..... 471

9.1 Integrated weed management **471**; 9.2 Preventive methods for weed management **476**; 9.3 Agro-technical methods for weed management **480**; 9.4 Physical methods for weed management **489**; 9.5 Biological methods for weed management **490**; 9.6 Allelopathy and allele-herbicides. Their importance in agriculture **493**; 9.6.1 General concepts **493**; 9.6.2 Allelopathy in agriculture **494**; 9.6.3 Allelopathic substances classification **495**; 9.6.4 Allelo – herbicides and scientific recently progress **496**; 9.6.5 Allelopathy manifestation between germinated seeds **497**; 9.6.6 Interference of allelopathy between cereals and *Sinapis alba* **497**; 9.6.7 The allelopathic potential of oats (*Avena sativa*) **498**; 9.6.8 The allelopathic effect of *Ambrosia artemisifolia* weed **498**; 9.6.9 Allelopathic effects of crops on weeds **499**; 9.6.10 The use of allelopathy against dodder **499**; 9.6.11 Allelopathic effect of medicinal and aromatic plants on weed germination **500**; 9.6.12 Varieties and hybrids allelopathic properties **500**; References **505**

CHAPTER 10. CHEMICAL MANAGEMENT OF WEEDS FROM AGRICULTURAL 507

10.1 Definitions, advantages, importance **507**; 10.2 Classification and herbicide structure **511**; 10.3 Types of herbicides **515**; 10.4 Methods of application of herbicides **517**; 10.5 The absorption of herbicides and their translocation into plants **519**; 10.5.1 Herbicide absorption in plant **519**; 10.5.2 Absorption of



herbicides applied to the soil **520**; 10.5.3 Conditions that influence foliar absorption **523**; 10.6 The action of herbicides on plants **527**; 10.7 The action of plants on herbicides **532**; 10.8 Selectivity of herbicides **534**; 10.9 The interaction between pesticides **538**; 10.10 Herbicide persistence in soil **538**; 10.11 Interaction of herbicides with soil **539**; 10.12 Active substance **541**; 10.13 Herbicide dose determination **542**; 10.14 Dose of spraying mix **544**; 10.15 Spraying mix preparation **545**; 10.16 Rules for the application of herbicides **547**; 10.17 Safety measures for handlers/workers against herbicide intoxication risk **548**; 10.18 Presentation of herbicides by the active substance **552**; 10.19 Weed control in agricultural crops **589**; 10.19.1 Weed control in cereal crops **589**; 10.19.2 Weed control in winter wheat crop (*Triticum aestivum* spp. *vulgare*) **591**; 10.19.2.1 Weed species in winter wheat crop **592**; 10.19.2.2 Control of annual and perennial monocotyledonous weeds in wheat crop **594**; 10.19.2.3 Control of annual and perennial dicotyledonous weeds in wheat crop **597**; 10.19.2.4 Herbicides used to control annual and perennial dicotyledon weeds in wheat crop **602**; 10.19.3 Weed control in 6-row and 2-row barley crop (*Hordeum vulgare*) **610**; 10.19.4 Weed control in rye crop (*Secale cereale*) **618**; 10.19.5 Weed control in triticale crop (*Triticale sativa*) **620**; 10.19.6 Weed control in oat crop (*Avena sativa*) **622**; 10.19.7 Weed control in rice crop (*Oryza sativa*) **624**; 10.19.8 Weed control in maize crop (*Zea mays*) **627**; 10.19.9 Weed control in sorghum for seeds, sugary sorghum and broom sorghum crops (*Sorghum vulgare*) **650**; 10.19.10 Weed control in sunflower crop (*Helianthus annuus*) **652**; 10.19.11 Weed control in rapeseed (*Brassica napus*) and mustard crops (*Sinapis alba*) **656**; 10.19.12 Weed control in pulse (legume) crops **662**; 10.19.12.1 Weed control in soybean crop (*Glycine max.*) **662**; 10.19.13 Weed control in potato crop (*Solanum tuberosum*) **663**; 10.19.14 Weed control in sugar beet crop (*Beta vulgaris*) **680**; 10.19.15 Weed control in tobacco crop (*Nicotiana tabacum*) **692**; 10.19.16 Weed control in flax crop (*Linum usitatissimum*) **692**; 10.19.17 Weed control in some fodder crops (alfalfa, clover, cultivated pastures) **694**; 10.19.18 Weed chemical control in vegetable crops **697**; 10.19.19 Weed control in orchards, tree nurseries, fruit shrubs, vines and forestry **707**; 10.19.20 Weed control in medicinal and ornamental plant crops **723**; 10.19.21 Weed control in gardens, lawn, stubble, uncultivated lands **724**; References **731**

CHAPTER 11. CROP ROTATION..... 733

11.1 Territory and crop rotation planning **733**; 11.1.1 Technical standards for territory planning projects in agricultural holdings **737**; 11.1.2 Crop rotation - definition, history, perspectives **741**; 11.1.3 Principles of crop rotation **744**; 11.1.3.1 Natural factors **745**; 11.1.3.2 Economic-organizational principles of crop



rotation **746**; 11.1.3.3 Agrobiological principles of crop rotation **750**; 11.1.4 Place of plant groups in crop rotation **754**; 11.2 Crop rotation classification **764**; 11.2.1 Agricultural crop rotations (field) **764**; 11.2.2 Fodder crop rotation **765**; 11.2.2.1 Farm crop rotation (near farm) **765**; 11.2.2.2 Pasture and meadow crop rotation **767**; 11.2.3 Mixed crop rotation **769**; 11.2.4 Special crop rotation **770**; 11.2.4.1 Crop rotation for soil protection **770**; 11.2.4.2 Vegetable crop rotation **774**; 11.2.4.2.1 Agrobiological groups in vegetable crops **774**; 11.2.4.2.2 Successive and associated crops **775**; 11.2.5 Methodology of elaboration for crop rotation **775**; 11.2.5.1 Transition plan of crop rotation **777**; 11.2.5.2 Requirements of crop rotation on slopes **778**; 11.2.5.3 Field book register **781**; 11.3 Crop rotation effect on yield and soil fertility **783**; 11.3.1 Crop rotation effect on yield **783**; 11.3.2 Crop rotation effect on soil physical properties **796**; 11.3.3. Crop rotation effect on soil agro-chemical properties **803**; 11.3.4. Crop rotation effect on soil biological and enzymological properties **825**; 11.3.5 Crop rotation effect on weed infestation level **834**; 11.3.6 Crop rotation effect on soil erosion **844**; 11.3.6.1 The extent of soil erosion processes **844**; 11.3.6.2 Effect of agrotechnical interventions on soil erosion **846**; References **855**

CHAPTER 12. DIFFERENTIATED SOIL MANAGEMENT..... 861

12.1 Europe and Common Agricultural Policy (CAP) **861**; 12.2 Differentiated soil management on pedoclimatic areas **864**; 12.2.1 Soil management in steppe and forest steppe areas **864**; 12.2.2 Soil management in forestry areas **868**; 12.3 Common Agricultural Policy regarding the soil informational system **873**; 12.4 Soil management on slopes **879**; 12.4.1 Indicators regarding soil erosion in UE-28 and environment requirements **879**; 12.4.2 Rate of soil formation and tolerable erosion **881**; 12.4.3 Factors that determine soil erosion **887**; 12.4.4 The extent of erosion processes **899**; 12.4.4.1 The extent of erosion processes in Moldavian Plain **900**; 12.4.4.2 The extent of erosion processes in Romania **916**; 12.4.4.3 The extent of erosion processes in Europe **924**; 12.4.4.4 The extent of erosion processes worldwide **933**; 12.4.5 Ways to prevent soil erosion **939**; 12.4.5.1 Soil erosion, agriculture and environment **941**; 12.4.5.2 Soil erosion mapping **954**; 12.4.5.3 Methods for soil erosion estimation **957**; 12.4.5.4 Factors used to establish and dimension the anti-erosion works **963**; 12.4.6 Agro-technical systems for soil erosion prevention and control **977**; 12.4.6.1 Land reclamation **979**; 12.4.6.2 Critical season for soil erosion **983**; 12.4.6.3 The anti-erosional organization of arable lands on slopes **987**; 12.4.6.4 Structure and rotation of crops on slopes **988**; 12.4.6.5 Crop rotation on slopes **993**; 12.4.6.6 Fertilization systems on slopes **996**; 12.4.6.7 Soil tillage on slopes **1009**; 12.4.6.7.1 Basic soil tillage on slopes **1009**; 12.4.6.7.2 Soil tillage effect on erosion **1010**; 12.4.6.7.3 Soil tillage effect on soil properties **1016**;

12.4.6.7.4 Effect of soil tillage system on yield **1026**; 12.4.6.7.5 Seedbed preparation tillage **1031**; 12.4.6.8 Sowing and after cultivation tillage **1032**; 12.4.6.9 Antierosional crop systems **1039**; 12.4.6.10 Other antierosional tillage on slopes **1053**; References **1055**; 12.5 Management of acid soils **1065**; 12.5.1 Acidity impact on soil, vegetation and environment **1068**; 12.5.2 Physical and chemical properties of acid soils **1073**; 12.5.3 Fertilization effect on some agro-chemical properties of acid soils **1075**; 12.5.4 Liming acid soil xxx; References **1086**; 12.6 Management of sandy soils **1087**; 12.6.1 The spreading area **1087**; 12.6.2 Chemical properties of Romanian sandy soils **1093**; 12.6.3 Improvement of sandy soils **1096**; 12.6.4 Agro-technical intervention on sandy soils **1098**; References **1114**; 12.7 Saline and alkaline soils management **1116**; 12.7.1 Physical and chemical properties of saline and alkaline soils **1123**; 12.7.2 Saline and alkaline soils improvement **1132**; References **1151**; 12.8 Soil management on embanked and dried lands **1154**; 12.8.1 Embankment and draining construction in Danube Delta **1155**; 12.8.2 Agro-ecological conditions that influence crop cultivation **1160**; 12.8.3 Soil management and remediation for embanked and dried lands **1169**; References **1181**

CHAPTER 13. CONSERVATIVE AGRICULTURE..... 1183

13.1 What is conservative agriculture? **1183**; 13.2 Management of vegetable residues in conservative agriculture **1190**; 13.2.1 The benefits of covering the soil surface with plant residues **1191**; 13.2.2 The management of crop residues **1193**; 13.3 Minimum mechanical disturbance achievement **1196**; 13.4 Cultivated crops diversification **1200**; 13.4.1 Crop rotation in conservative agriculture **1200**; 13.4.2 Successive crops **1201**; 13.5 Weed management **1204**; 13.5.1 Regulation measures for weed infestation **1205**; 13.5.2 Chemical measures of weed infestation level regulation **1208**; 13.6 Application of fertilizers **1211**; 13.7 Conservative agriculture implementation **1212**; References **1216**

CHAPTER 14. AGRICULTURAL SYSTEMS..... 1219

14.1 Agricultural systems evolution **1219**; 14.2 Agricultural systems around the world **1221**; 14.2.1 Conventional agriculture **1221**; 14.2.2 Biological / ecological / organic agriculture **1222**; 14.2.3 Biodynamic agriculture **1223**; 14.2.4 Extensive agriculture with low input (subsistence agriculture) **1224**; 14.2.5 "Leisa" agricultural systems **1224**; 14.2.6 Proximity agriculture and agro-forestry **1225**; 14.2.7 Precision agriculture **1226**; 14.2.8 Sustainable agriculture **1227**; 14.2.8.1 Ecological footprint and sustainable agriculture **1231**; 14.2.8.2 Sustainable agriculture and climatic changes **1233**; References **1238**

PREFATĂ

Marile provocări de la sfârșitul secolului 20 și începutul secolului 21, determinate de schimbările climatice globale, impun actualizarea cunoștințelor din toate domeniile științei, mai ales în vastul și indispensabilul domeniu - AGRICULTURA – care asigură securitatea și siguranța alimentară, esențială pentru viitorului omenirii.

În abordarea evoluției agriculturii s-a considerat și se consideră că dezvoltarea istorică are o continuitate care astăzi se regăsește în forme perfecționate, ilustrând viața socială din cele mai vechi timpuri până la cele moderne, contemporane. Exploatarea intensivă a terenurilor, degradarea însușirilor fizice, chimice și biologice ale solului, reducerea biodiversității, poluarea mediului și a recoltelor precum și viteza fără precedent cu care tezaurul de resurse naturale se epuizează, impun realizarea unui echilibru armonios între componentele de mediu și activitățile agricole.

Pentru găsirea căilor și mijloacelor de prevenire, diminuare și combatere a efectelor, de multe ori dezastruoase, provocate de schimbările climatice și intervențiile antropice neraționale, consider, fără drept de tăgadă, că *se impune actualizarea cunoștințelor existente și elaborarea unor soluții științifice, cu aplicații practice, pentru conservarea și managementul integrat în agroecosistemele existente în diferite zone agricole, care să conducă la diminuarea sau înlăturarea, pe cât posibil, a efectelor factorilor de risc. Este evident că pentru realizarea acestui obiectiv, un rol important revine cercetării științifice și dezvoltării tehnologice agricole, științelor agronomice și celor conexe.*

În marea diversitate a științelor agronomice, *agrotehnica* ocupă un rol principal în stabilirea metodelor și mijloacelor care pot contribui la diminuarea factorilor de risc provocați de fenomenele naturale, din ce în ce mai frecvente, precum și a celor antropice.

În cele 14 capitole din lucrarea de față, fiecare însoțit de surse bibliografice, autorii încearcă, și reușesc în mare măsură, să aducă la cunoștința specialiștilor agronomi sau celor din domenii conexe, realizările obținute până în prezent în vederea valorificării acestora în producția și practica agricolă.

Pe baza rezultatelor științifice și practice, agrotehnica contribuie la stabilirea metodelor pentru monitorizarea și managementul resurselor naturale prin protecția, conservarea și sporirea fertilității solului și valorificarea superioară a apei, în vederea creșterii cantitative și calitative a producției agricole și produselor agro-alimentare, prin elaborarea de soluții tehnologice pentru reducerea consumurilor neproductive, energofage și a controlului influenței activităților antropice asupra calității mediului.

Metodele agrotehnice urmăresc optimizarea sistemelor de agricultură și implementarea principiilor de agricultură durabilă și performantă în concordanță cu condițiile de sol, climă, resursele economice și cerințele plantelor cultivate, diferențiat, în funcție de condițiile naturale ale agroecosistemelor.

Gheorghe Ionescu Șișești, în *Tratatul de Agrotehnică (1958)*, scria: *„Agrotehnica este disciplina de inițiere în știința agricolă, cea cu care începe studiul agronomiei și cu cât aceasta va avea o bază mai largă de studiu, cu atât vor fi mai bine înțelese în interdependența lor disciplinele speciale, care definesc pregătirea inginerului agronom”*.

Consider că prezenta lucrare, care, prin strădaniile autorilor, actualizează realizările obținute în domeniu în ultimele decenii, se înscrie în rândul preocupărilor pentru conservarea și managementul integrat al zonelor agricole, astfel încât agroecosistemele existente să fie afectate la nivel minim de activitățile antropice și factorii de risc din teritoriu.

Autorii au insistat asupra influenței unor elemente tehnologice în acumularea de materie organică în sol, îmbunătățirea activității biologice, a regimului apei și a limitării efectelor secetei. Tehnologiile recomandate sunt orientate către limitarea efectelor secetei în vederea asigurării stabilității producțiilor, reducerea inputurilor tehnologice și creșterea eficienței economice, utilizarea optimă a consumurilor tehnologice, a resurselor naturale și reducerea impactului asupra mediului înconjurător.

Conținutul lucrării a fost conceput în conformitate cu preocupările majore ale agriculturii din țara noastră, dar a ținut seama și de realitatea din țările Uniunii Europene, mai ales prin perspectiva Codurilor de bune practici agricole din fermă, asociate măsurilor de implementare a diferitelor reglementări din directivele europene, care impun *cunoașterea și gestionarea*

științifică a resurselor de sol și apă, de conservare a biodiversității, eliminarea surselor de poluare și degradare a solului, apei și mediului.

Au trecut 60 de ani de la apariția primului tratat de agrotehnică elaborat de acad. Gheorghe Ionescu Șișești în colaborare cu prof. Irimie Staicu și 20 de la publicarea ultimului manual unic de agrotehnică, coordonat de prof. univ. dr. Petru Guș, timp în care au fost elaborate numeroase manuale și cărți cu un conținut apropiat. Evoluția științelor agronomice, a tehnologiilor și tehnicii utilizate în agricultură, a impus elaborarea unei lucrări care încearcă să îmbine cunoștințele teoretice și practice clasice, de bază ale domeniului, cu noutățile apărute și tendințele care se manifestă pe plan internațional.

Lucrarea reprezintă o reală *pledoarie pentru înțelegerea rolului și funcțiilor agrotehnicii ca știință cu aplicații practice*, umple „golul” existent în literatura de specialitate din ultimii 20 de ani. Remarc cu bucurie că în elaborarea acesteia s-au folosit rezultatele obținute și publicate de către cercetătorii români din cadrul institutelor și stațiunilor de cercetare din rețeaua Academiei de Științe Agricole și Silvicultură „Gheorghe Ionescu-Șișești”, care au adus de-a lungul timpului contribuții remarcabile la dezvoltarea științelor agronomice și progresul agriculturii în România.

Pentru documentare, au fost consultate și citate numeroase surse bibliografice interne și internaționale, cărți, lucrări științifice, volume ale congreselor și conferințelor, publicații on line, care au sprijinit autorii să prezinte stadiul actual al cercetărilor în domeniul agrotehnicii.

Ținând seama de actualitatea și calitatea conținutului celor 14 capitole incluse în lucrare, la realizarea cărora au participat ca *autori cadre didactice cu experiență ale disciplinelor de Agrotehnică din București, Chișinău, Cluj, Craiova, Iași și Timișoara*, sub coordonarea prof. univ. dr. Gerard Jităreanu, autori care au folosit inclusiv rezultate ale cercetărilor proprii din câmpurile experimentale, laborator cât și materiale folosite în procesul de instruire al studenților, consider, că lucrarea poate fi publicată într-o Editură de prestigiu, cu titlul „*Tratat de Agrotehnică*”.

Acad. Cristian HERA

Președinte al Secției de Științe Agricole și Silvicultură, Academia Română
Vicepreședinte (2010-2017), Președinte (ianuarie-aprilie 2018) al Academiei Române

Președinte de Onoare al Academiei de Științe Agricole și Silvicultură „Gheorghe Ionescu-Șișești” București.



INTRODUCERE

Între științele agronomice, *Agrotehnica* are rolul principal în stabilirea metodelor pentru sporirea fertilității solului, creșterea producției agricole și protecția factorilor de mediu. Prin contribuția la stabilirea metodelor pentru monitorizarea și managementul resurselor naturale, *agrotehnica* oferă soluții pentru protecția și conservarea solului și a apei, creșterea cantității și calității produselor agricole, elaborarea de soluții tehnologice pentru reducerea consumurilor neproductive, energofage și controlul influenței activităților antropice asupra mediului. Metodele agrotehnice urmăresc optimizarea sistemelor de agricultură și implementarea principiilor de agricultură durabilă în concordanță cu condițiile de sol, climă, resursele economice și cerințele plantelor cultivate, diferențiat, în funcție de condițiile naturale.

Problemele cauzate de exploatarea intensivă a terenurilor, precum reducerea biodiversității, degradarea însușirilor fizice, chimice și biologice ale solului, poluarea mediului și a recoltelor, precum și viteza cu care resursele neregenerabile se epuizează, impun realizarea unui echilibru armonios între componentele de mediu și activitățile agricole.

Prezenta lucrare se înscrie în rândul preocupărilor pentru conservarea și managementul integrat al zonelor agricole, astfel încât agroecosistemele existente să nu fie afectate de activitățile antropice și factorii de risc din teritoriu. Sunt analizate metodele agrotehnice și elemente din tehnologiile plantelor de câmp, care conduc la creșterea producției, prin utilizarea optimă a inputurilor, a resurselor naturale și reducerea degradării mediului. Autorii oferă date și metode pentru creșterea fertilității și controlul proceselor de degradare a solului, eficientizarea fermelor și a producției agricole prin utilizarea optimă a consumurilor tehnologice, a resurselor naturale în condițiile reducerii impactului asupra mediului înconjurător.

Factorii de vegetație care influențează creșterea și dezvoltarea plantelor, efecte ale lucrărilor solului care modifică starea fizică a acestuia și asigură pregătirea patului germinativ, rolul asolamentelor și managementul buruienilor în condiții diferite de sol și climă, toate sunt prezentate în cele 14 capitole, cu accente în special pe măsurile de conservare și ameliorare a solurilor afectate de diferite procese de degradare. Sunt exemplificate situații din țară și străinătate privind factorii care au dus la diverse forme de degradare a solului și modalitățile de ameliorare a calității acestuia.

Multe aspecte importante ale degradării mediului pot fi descrise ca procese fizice (eroziune, compactare, crustificare, deteriorarea structurii solului) biologice sau chimice (reducerea conținutului de materie organică, poluarea cu substanțe chimice și reziduuri de pesticide, salinizarea sau acidifierea) datorate impactului activităților umane. Tehnologiile convenționale au determinat în multe cazuri apariția unor forme de degradare a solului și este nevoie urgentă ca acestea să fie armonizate cu cerințele privind conservarea și protecția mediului.

Alt obiectiv urmărit de autori este de a prezenta situația actuală, la nivel local, național și internațional, privind influența sistemelor de agricultură asupra resurselor de apă și sol și de a prezenta variante de strategii pentru o agricultură sustenabilă, care să poată fi utilizate atât de fermieri cât și de cei responsabili cu elaborarea politicilor agricole.

Aceste strategii trebuie să aibă în vedere interacțiunile între numeroase forme de degradare a solului cărora până acum nu li s-a acordat suficientă atenție, cum ar fi fenomenele de băltire a apei pe mari suprafețe, acidifiere, sărăturare, eroziune accelerată sau inundații, favorizate de practicile agricole.

În condițiile sporirii accelerate a populației, o provocare foarte actuală este legată de modul în care se poate mări productivitatea culturilor asigurând în același timp sustenabilitatea agriculturii și mediului pentru generațiile viitoare. Factorilor de decizie politică trebuie să li se aducă la cunoștință, în mod documentat, caracteristicile noilor tehnologii și alegerile pe care le pot face pentru a implementa politici agricole care să asigure producții mari în condiții de protejare a agroecosistemelor.

Evoluția fertilității solurilor în fermele agricole este singurul și cel mai important indicator al eficienței noilor sisteme și tehnologii agricole. Acestea trebuie adoptate pe scară largă doar dacă conduc la creșterea producțiilor concomitent cu reducerea fenomenelor de degradare a solului și îmbunătățirea calității acestuia.

În cele din urmă, fermierul este cel care decide dacă acceptă sau nu o tehnologie nouă, conservativă și prietenoasă cu mediul, care de cele mai multe ori nu aduce venituri suplimentare, încât aceștia trebuie stimulați prin politici de subvenționare. Toate deciziile trebuie să aibă în vedere pe de o parte sustenabilitatea sistemului dar în același timp și bunăstarea fermierilor, deoarece acestea pot fi viabile numai dacă sunt în concordanță cu așteptările acestora iar influența lor asupra mediului nu implică consecințe nedorite.

Contribuția autorilor la realizarea lucrării este următoarea:

- Cap. 1. Procese de formare și degradare a solului:* Teodor RUSU,
Paula Ioana MORARU
- Cap. 2. Fertilitatea solului și metode de dirijare a acesteia:* Teodor RUSU
- Cap. 3. - Mediul de viață al plantelor:* Teodor RUSU, Ileana BOGDAN,
Adrian Ioan POP, Paula Ioana MORARU
- Cap. 4. Lucrările solului:* Denis Constantin ȚOPA, Gerard JITĂREANU
- Cap. 5. Sisteme de lucrare a solului:* Gerard JITĂREANU, Denis ȚOPA
- Cap. 6. Compactarea solului:* Gerard JITĂREANU
- Cap. 7. Semănatul și lucrările de îngrijire ale culturilor:* Gerard JITĂREANU,
Anca-Elena CALISTRU
- Cap. 8. Buruienile din culturile agricole:* Aurelian PENESCU, Costică CIONTU
- Cap. 9. Combaterea buruienilor din culturile agricole:* Costică CIONTU,
Aurelian PENESCU
- Cap. 10. Combaterea chimică a buruienilor din culturile agricole:*
- Dan MANEA: 10.1-10.18; 10.19.10, 10.19.11; fasole, mazăre, 10.19.15-10.19.21
- Aurelian PENESCU, Costică CIONTU - cereale păioase, porumb, sorg:
(10.19.1-10.19.2 10.19.9)
- Ileana BOGDAN - soia, sfeclă, cartof: (10.19.12.1;10.19.13; 10.19.14)
- Cap. 11. Asolamente:* Costică AILINCĂI, Gerard JITĂREANU
- Cap. 12. Agrotehnica diferențiată:* Gerard JITĂREANU, Costică AILINCĂI,
Denis ȚOPA, Anca-Elena CALISTRU, Marian DOBRE
- Cap. 13. Agricultură conservativă:* Mihai RURAC
- Cap. 14. Sisteme de agricultură:* Simion ALDA, Teodor RUSU

Prof. univ. dr. Gerard JITĂREANU

CAPITOLUL 1

PROCESE DE FORMARE ȘI DEGRADARE A SOLULUI

1.1 CONSIDERAȚII GENERALE

Solul, corp natural sau divers modificat de om, format la suprafața uscatului, este o resursă naturală unică, folosit ca mijloc de producție, un bun care nu a fost creat sau produs de om și care este cu întindere limitată, nemultiplicabil și de neînlocuit. Solul îndeplinește 6 funcții importante, dintre care 3 sunt funcții ecologice și 3 funcții legate de folosințele socio-economice, tehnice și industriale (1):

1. *Producerea de biomasă*, asigurând hrana, furajele, energia regenerabilă și materiile prime.

2. *Funcția de filtrare, tamponare și transformare între atmosferă, hidrosferă și biosferă*, protejând mediul ambiant, inclusiv ființa umană, în special împotriva contaminării apelor freaticice și a lanțului alimentar.

3. *Solul este habitat biologic și rezervor de gene*, conținând mai multe specii, ca număr și cantitate, decât toate celelalte medii biologice împreună.

4. *Folosirea solului ca fundament pentru structurile tehnice, industriale și socio-economice și dezvoltarea lor.*

5. *Folosirea solului ca sursă de materii prime* (argilă, nisip, pietriș, minereuri etc.) dar și ca sursă de energie și apă.

6. *Solurile sunt importante vestigii geogenice și culturale*, formând o parte esențială a peisajului în care noi trăim.

Solul prezintă o constituție (alcătuire) materială, arhitectură internă și însușiri fizice, chimice și biologice specifice, constituind împreună cu

atmosfera apropiată, mediul de viață al plantelor (2). În acest mediu au loc procese vitale de acumulări și transformări de substanțe, iar la contactul rădăcinilor cu soluția solului și partea solidă a acestuia au loc procese de absorbție și schimb de substanțe, procese ce constituie baza de nutriție minerală a plantelor. Așadar, deși sub aspect practic, al fondului funciar, atributul fundamental al solului este acela de a fi "mediul de viață" al plantelor, din punct de vedere social proprietatea asupra terenurilor trebuie analizată global. Proprietatea asupra terenurilor nu trebuie privită ca un drept absolut, ci ca un drept condiționat care presupune și unele obligații, de a cultiva și întreține terenul, de a conserva proprietățile și fertilitatea acestuia etc., deoarece este știut că acest bun are și o funcție socială (13,14).

Pământul este o noțiune foarte des întâlnită, dar nu neapărat cu referire la valoarea sa productivă sau la statutul juridic, ci ca un concept complex, ca un ecosistem, un sistem de tehnici pentru punerea în valoare a solului, a relațiilor sociale, cu dimensiuni sacre și ancestrale, este expresia apartenenței la „o țară”. Termenul de pământ este de origine latină, *pavimentum*, care înseamnă strat de la suprafața Globului pe care cresc plantele (3). Astfel, noțiunea de pământ, definește mai bine ansamblul de elemente de echilibru care se instaurează între om și natură și între toți locuitorii, care pentru a trăi depind de managementul durabil al acestuia.

Fertilitatea solului, însușire specifică, formată în timp printr-un complex de factori naturali, de solificare, se află într-o dinamică permanentă pe terenurile agricole, fiind influențată de factorul antropic, inclusiv procesele de formare a părții minerale, organice sau a profilului de sol.

Creșterea producției plantelor de câmp, obținerea unor producții stabile în timp și în condiții de eficiență economică se poate realiza numai prin îmbinarea judicioasă a trei factori importanți (4):

1. Factorii naturali de mediu (condițiile de mediu): relieful, roca, solul etc. și factorii de vegetație: lumina, temperatura, apa, aerul, elementele nutritive și activitatea biologică din sol, adică capacitatea de utilizare optimă, în condiții de conservare și ameliorare a cantității și calității resurselor naturale. Reproducerea fertilității solului, menținerea calității apelor și a aerului sunt cerințe obligatorii în evoluția agroecosistemelor.

2. Factorii biologici, adică soiurile sau hibridii cultivați și amplasarea acestora în corelație cu „oferta locului”. Menținerea biodiversității este o condiție de eficiență pe termen lung a producției agricole și este condiția de bază în organizarea asolamentelor.

3. Tehnologiile de cultivare, incluzând rotația, asolamentul, sistemul de lucrare a solului, semănatul, fertilizarea, lucrările de îngrijire etc.

Gestiunea resurselor naturale, în sistemele agricole, prin corelarea factorilor de mediu cu factorul biologic și tehnologic, optimizarea acestora prin intermediul agrotehnicii aplicate constituie o prioritate în condițiile practicării unei agriculturi durabile și în același timp comerciale.

Ca orice sistem viu, *agroecosistemul* (sistemul agricol) reprezintă o unitate a cărei existență este determinată de permanența a trei fluxuri fundamentale: *energetice*, *de substanță* și *de informații*, influențate de agrotehnica aplicată.

Fluxul energetic, în sistemele agricole actuale, are o dublă proveniență: energia solară captată de vegetație (intrată prin fotosinteza curentă) și energia carburanților fosili, introdusă prin mecanizare și chimizare.

Fluxul (transferul) de substanțe se realizează prin intrări și ieșiri între treptele sistemului, iar *fluxul informațional* provine din cunoașterea mediului fizico-chimic (procese termo și fotoperiodice) și din cel social (cunoașterea științifică investită în realizarea producției agricole).

În sistemul agricol modern sunt evidențiate, de asemenea, căile din angrenajul sistemului prin care omul poate interveni prin decizii, în scopul obținerii în condiții optime a unei producții agricole maxime. Raporturile complexe dintre sistemele agricole și procesele care le influențează sunt determinate de interferența a patru grupe mari de procese materiale și informaționale (5): *biologice* (genotipul organismelor cultivate), *fizico-climatice* (temperatura, evaporarea, umiditatea, precipitațiile etc.), *nutriționale* (solul, îngrășămintele, irigațiile etc.) și *social-economice* (managementul).

Deoarece factorii de habitat, social-economici și informaționali joacă un rol deosebit în realizarea recoltei, putând acționa negativ chiar și asupra liniilor genetice de înaltă productivitate, trebuie acordată o atenție deosebită acestor factori și condițiilor limită, restrictive (15).

Fiind sisteme deschise, agroecosistemele ca și sistemele naturale, sunt supuse continuu unor variate perturbații. În situația când aceste

perturbații depășesc capacitatea de autoreglare a ecosistemelor, atunci echilibrul ecologic este în mod ireversibil distrus.

Cauzele ce contribuie la dezechilibrarea agroecosistemelor și care pot fi atenuate sau diminuate prin măsuri agrotehnice, sunt (5):

- *poluarea, degradarea, deșertificarea;*
- *exportul continuu de elemente din sol, necompensat prin adaos de îngrășăminte chimice și organice;*
- *eroziunea solului și alunecările de teren;*
- *aparitia și creșterea numărului de specii străine agroecosistemului, ca fitofagi, buruieni, fitoparaziți etc.;*
- *compactarea terenurilor arabile, prin treceri repetate ale mașinilor agricole sau supraîncărcarea cu animale peste capacitatea de producție normală a pășunilor și fânețelor etc.*

Prin tehnologia agricolă folosită, mecanizarea, chimizarea etc., omul, component de bază și coordonator conștient al tuturor proceselor biologice ce au loc în agroecosisteme, poate folosi rațional condițiile ecologice ale teritoriului respectiv, realizarea unor producții mari și constante asigurând totodată o bună conservare a tuturor habitatelor.

Instalarea și păstrarea echilibrului ecologic în agroecosisteme poate genera o situație analogă „climaxului” din ecosistemele naturale și care poate fi numit *agroecosistem climax*. Păstrarea unui anumit echilibru într-un asemenea agroecosistem constituie fundamentul agriculturii durabile care prin măsurile și lucrările agrotehnice necesare, asigură reglarea componentelor acestei agrobiocenoze.

Solul, apa și aerul sunt resursele de mediu cele mai vulnerabile, dar și cel mai frecvent supuse agresiunii factorilor poluanți, cu consecințe directe și grave nu numai asupra calității mediului ambiental, dar și a sănătății oamenilor și altor viețuitoare. Cei mai frecvenți factori ai poluării mediului înconjurător provin, de regulă, din industrie, dar în ultimul timp, tot mai frecvent și din agricultură.

Obiectivele și prioritățile specialiștilor din domeniul agricol trebuie să fie contribuția la așezarea activității de producție pe bazele exploataării eficiente a pedosferei, pe modernizarea atentă a procesului de producție agricolă și implementarea în spațiul rural a managementului agricol modern, după *principii sistemice și monitorizare inteligentă, de precizie*, ca

agricultura „high tech”, utilizarea datelor satelitare, a senzorilor și dronelor agricole pentru monitorizare, a soft-urilor pentru prelucrarea datelor etc.

În *abordarea sistemică a tehnologiilor de cultivare*, acestea trebuie să fie incluse întotdeauna în componenta sistemului natural (relief, sol, climă, topoclimat etc.) întrucât orice intervenție (lucrările solului, amendare, fertilizare, irigare, combaterea buruienilor, bolilor și dăunătorilor etc.) are scopul să completeze efectele favorabile ale factorilor de vegetație (lumina, temperatura, apa, aerul, elementele nutritive și activitatea biologică din sol) și să asigure condițiile de viață și producție cerute de plantele de cultură. Analiza dezechilibrelor din natură trebuie să aibă așadar, ca fundament, gândirea sintetică (sistemică) în detrimentul gândirii analitice (ingineresti) exclusive.

Sistemul – un ansamblu de elemente (principii, reguli) legate între ele prin forme de interdependență și interconexiune care le face să acționeze, în ansamblu lor ca un tot unitar față de mediul înconjurător – trebuie să fie principiul de bază pentru stabilirea sistemului de lucrare a solului, a asolamentelor, a agrotehnicii diferențiate, a sistemului de agricultură etc.

1.2 PROCESE DE FORMARE A SOLULUI INFLUENȚATE DE AGROTEHNICA APLICATĂ

Solul - corp natural - reprezintă rezultatul acțiunii conjugate a tuturor factorilor pedogenetici (sau de solificare) ce se întrepătrund și se influențează reciproc: roca, relieful, clima, organismele, apa, timpul etc.

Solul agricol, prin efectul culturalizării, prezintă caracteristicile unui *produs al activității omului*, fiindu-i influențate direct atât geneza și evoluția, cât și fertilitatea și productivitatea.

Influențele antropice pot fi asupra solificării (6) (formarea psamosolurilor prin fixarea nisipurilor mobile; amestecarea orizonturilor în cazul desfundării; desecarea solurilor turboase; schimbarea folosințelor), cu efecte pozitive (intensificarea activității biologice, fertilizarea, amendarea, irigarea), iar în unele cazuri intervenția omului poate avea efecte negative (sărăturarea secundară prin irigarea necorespunzătoare; eroziunea prin arături

incorecte pe terenurile în pantă; deșteleniri neraționale; despăduriri pe suprafețe mari etc.).

Formarea părții minerale a solului, în partea superioară a litosferei, din roca dură și masivă, mărunțită și afânată (prin transformări fizico-chimice, biochimice și biologice), a fost posibilă prin formarea rocilor sedimentare (în urma proceselor de dezagregare și alterare), rocile devenind afânate, permeabile pentru apă, aer și cu elemente chimice în forme accesibile organismelor vegetale.

Aceste procese naturale sunt influențate de factorul antropic și tehnologia aplicată.

Dezagregarea se desfășoară sub influența atmosferei, hidrosferei și biosferei (7). În solurile agricole intensitatea dezagregării este influențată de amplitudinea variațiilor termice, frecvența variațiilor de temperatură, culoarea solului, inversiunea orizonturilor de sol și heterogenitatea acestora, eroziunea hidrică și eoliană, cantitatea de apă acumulată, evapotranspirația etc., modificând procesele care se desfășoară în sol și în special intensitatea acestora.

Alterarea se petrece concomitent cu dezagregarea, sub acțiunea aceluiași factori, dar realizând transformări mai profunde, chimice și biochimice, rezultând produși cu proprietăți noi, deosebite de ale mineralelor și rocilor.

Produsele rezultate în urma proceselor de dezagregare și alterare pot rămâne pe locul de formare sau pot fi transportate sub formă de (6): soluții (sărurile), soluții coloidale (hidroxizi de fier și aluminiu, minerale argiloase), suspensii (praful, nisipul fin) sau pe cale mecanică (nisipul grosier). Eroziunea, poluarea subsolului și a apelor freatice sunt consecințele cele mai grave ale unei gestionări necorespunzătoare a terenurilor agricole, respectiv a influențării negative a acestor procese printr-o tehnologie nerațională.

Formarea părții organice a solului, respectiv a *humusului*, component organic specific al solului, depinde în primul rând de cantitatea și compoziția resturilor vegetale ajunse anual în sol, apoi de intensitatea proceselor de *humificare-mineralizare*.

Substanța organică a solului este alcătuită din rezerve de materiale și de energie potențială rezultate din procesele biologice ce se desfășoară în acesta (inclusiv acumularea prin fotosinteză), precum și de materiale și produse secundare ale acestor procese. Viețuitoarele aflate în sol formează

„partea vitală”, iar humusul cea „postmortală”. Substanța organică a solului poate fi împărțită în materiale nehumificate și materiale humificate.

Materialele fără humus (nehumificate) sunt formate din organisme vegetale și animale distruse și din produse ale descompunerii acestora. Materia humificată este reprezentată de compuși organici stabili cu dimensiuni moleculare mari.

Humusul este un coloid organic al solului. Caracteristica acestuia constă în suprafața specifică mare și capacitatea de a fixa reversibil molecule de apă și ioni, definind capacitatea de adsorbție a solului. Are rol important în formarea structurii solului, în adsorbția substanțelor nutritive și în regimul de apă și de căldură al solului.

Într-o măsură mai mare sau mai mică humusul poate fi dizolvat din sol cu ajutorul dizolvantelor bazice (NaOH, N_2CO_3), soluțiilor de săruri neutre (NaF, $Na_4P_2O_7$, săruri de acizi organici) sau formatoarelor de chelați. Pe baza comportării lor față de baza diluată și acizii lichizi, materialele humice pot fi clasificate în trei mari grupe: *acizi fulvici*, care se dizolvă în acizi și în baze; *acizi huminici*, care nu se dizolvă în acizi, ci numai în baze; *humine*, insolubile în baze și acizi. Principalele caracteristici ale materialelor humice sunt prezentate în tabelul 1.1 (8).

Tabelul 1.1

Principalele caracteristici ale materialelor humice

Denumirea specifică	Acizi fulvici	Acizi huminici	Humine
Volum molecular	2000	5000-100000	300000
C, %	40-50	55-60	55-60
N, %	<4	4	>4
O, %	45-48	33-36	32-34
Capacitatea de structurare	→	în creștere	→
Solubilitatea în apă	←	în descreștere	←

Descompunerea (fragmentarea, mineralizarea) și constituirea substanței organice humificate o putem împărți în 3 etape (8):

Etapa introductivă **biochimică** (inițială). În această etapă, în procesele hidrolitice și oxidative, polimerii cu molecule mari se descompun în dimere și monomere. Această descompunere în structura inițială nu este ușor vizibilă, un exemplu bun fiind brunificarea frunzelor.

Fragmentare *mecanică* - ca urmare a efectului edaficelor, substanțele organice se fragmentează și se amestecă cu componentele minerale.

Descompunere *microbiologică* - compușii organici se descompun pe cale enzimatică în elementele constructive. Cu acest proces sunt responsabile organismele heterotrofe și saprofite. Oxidarea substanțelor organice - *mineralizarea* - eliberează substanțe minerale, apă, bioxid de carbon și energie.

Formarea și alcătuirea profilului de sol, succesiunea de orizonturi, grosimea și însușirile specifice ale acestora (culoare, structură, compoziție etc.), procesele de bioacumulare, argilizare, argiloiluviere, spodzolire, carbonatoiluviere, gleizare și stagnogleizare, salinizare și sodizare etc. sunt influențate de agrotehnica aplicată, profilul cultural al solului fiind monitorizat în relație cu folosința și cultura pentru diminuarea factorilor limitativi.

1.3 FENOMENE DE DEGRADARE A TERENURILOR

Degradarea terenurilor agricole este definită ca un declin cantitativ și calitativ al acestora, cauzat de utilizarea necorespunzătoare a acestora de către om.

Conservarea terenurilor, combaterea fenomenelor de degradare și poluare a solurilor se poate realiza numai în relația și controlul funcțiilor acestuia în ecosistem.

Utilizarea și gospodărirea resurselor naturale de către om, mai ales a celor de sol, a avut și are o serie de consecințe favorabile, scontate, dar și urmări nefavorabile, neașteptate sau nedorite. Degradarea solurilor este un proces străvechi, ea a început odată cu apariția agriculturii, dar extinderea și impactul ei asupra mediului ambiant sunt în prezent mai alarmante ca niciodată. Creșterea populației globului și în consecință, extinderea agriculturii, adesea prin folosirea unor soluri puțin pretabile, agricultura intensivă și folosirea uneori incorectă a tehnologiilor de cultură, deversarea de materiale reziduale din industrie și alte activități sunt principalele cauze care conduc la *degradarea calității terenurilor și solurilor*.

Trebuie menționat că solul poate fi afectat de *factori limitativi* care degradează starea sa de calitate. Acești factori pot rezulta din procese naturale sau ca urmare a unor activități ale omului. Unii din acești factori limitativi au caracter permanent, de aceea nu pot fi îndepărtați, în timp ce cu

alții se poate lupta prin diferite metode agropedoameliorative. Dacă un conținut ridicat de argilă, sau dimpotrivă de nisip, reprezintă factori limitativi de origine naturală a căror efecte nu pot fi eliminate decât prin măsuri radicale și extrem de costisitoare, aciditatea, care poate fi atât de origine naturală cât și datorată omului, este posibil a fi ameliorată în ambele cazuri.

Spre deosebire de limitare (restricție), degradarea solului este cauzată de om (indusă de om) care folosește uneori solul fără a ține seama de restricțiile terenului respectiv și deci de riscul de degradare.

O sistematizare a proceselor de degradare a solurilor (terenurilor), foarte variate ca natură și efecte, este prezentată în tabelul 1.2 (9).

Cunoașterea proceselor de degradare a solului este prioritară întrucât în funcție de cauzele degradării se elaborează măsurile agrotehnice. Se disting două mari categorii de procese de degradare în funcție de acțiunea lor asupra învelișului de sol.

În prima categorie intră procesele care duc la deteriorarea unor însușiri ale solului fără a afecta însă succesiunea orizonturilor.

A doua categorie include procesele de degradare care afectează cuvertura de sol, ducând la distrugerea parțială sau totală a solului, la acoperirea lui ori scoaterea solului din funcția sa normală.

În țara noastră cele mai importante cauze ale degradării terenurilor sunt despădurirea și folosirea inadecvată a tehnologiilor agricole. Caracteristic este faptul că mari suprafețe de teren sunt afectate de unul, doi sau chiar mai mulți factori limitativi ai producției. Cele mai mari neajunsuri le provoacă deficitul sau excesul de umiditate, compactarea sau tasarea, conținutul scăzut de humus și elemente nutritive, eroziunea și textura extremă. Factorii restrictivi ai capacității productive a solurilor agricole din România sunt enumerați în tabelul 1.3 (10).

Degradarea fizică a solului se constată îndeosebi în cazul solurilor folosite ca arabil, fiind o consecință a lucrărilor agricole pentru mobilizarea stratului arabil și a traficului pe sol. Formele principale de degradare fizică a solului sunt destructurarea (deteriorarea structurii solului), compactarea solului, întărirea solului, formarea crustei și plintizarea.

Destructurarea (deteriorarea structurii solului) constă în distrugerea parțială sau chiar totală a agregatelor structurale din orizontul arabil și subarabil, provocată de acțiunea uneltelor de lucrare a solului, tasarea solului de către mașini, efectuarea lucrărilor solului la o umiditate nepotrivită (prea umed sau prea uscat), impactul picăturilor de ploaie asupra agregatelor

structurale de la suprafața solului dezgolit, neprotejat de resturi vegetale, scăderea conținutului de humus și levigarea altor lianți ai structurii etc.

Tabelul 1.2

Clasificarea proceselor de degradare a solurilor induse de om

Procese de degradare a solurilor	A. Deteriorarea proprietăților solurilor (in situ) prin procese:	1. Fizice	Destructurare
			Compactare
			Formare de crustă, întărire
			Plintizare
			Poluare radioactivă
		2. Chimice	Acidifiere prin fertilizare, căderi acide, levigare
			Poluare cu compuși toxici (poluare chimică)
		3. Biologice	Reducerea populației de microorganisme
			Reducerea populației de macro și mezofaună
			Poluarea cu agenți patogeni
	4. Complexe	Exces de apă (înmlăștinire) și anaerobioză	
		Salinizare și/sau sodizare	
		Deșertificare	
		Epuizarea fertilității	
	B. Distrugerea solului prin procese de:	5. Dislocare	Eroziune prin apă
			Eroziune eoliană
			Deplasare de mase de pământ
Excavare			
6. Acoperire		Acoperire (colmatare) cu sedimente nefertile	
		Acoperire cu deșeuri, steril, cenuși, deponii etc.	
7. Pierdere teren		Pierdere de teren prin construcții, pavaje etc.	

Compactarea solului (sau îndesarea solului) este definită ca starea de comprimare a volumului masei solului, creșterea densității aparente și reducerea porozității solului, provocată de o forță exterioară aplicată acestuia. Compactarea solului este cauzată de aplicarea necorespunzătoare a tehnologiilor de cultură, circulația intensă cu mașini grele etc., fiind asociată cu deteriorarea structurii solului. Când arătura se efectuează an de an la aceeași adâncime, pe soluri umede și cu textură mijlocie sau fină, la partea

superioară a stratului subarabil se formează *hardpanul*, un strat compact, greu permeabil pentru apă, aer și rădăcini, de cca. 10-20 cm, cu o structură masivă.

Tabelul 1.3

**Principali factori restrictivi ai capacității productive a solurilor
agricole din România**

Nr. crt.	Factorii limitativi și procesele de degradare	Agricol		Arabil	
		mii ha	%	mii ha	%
1.	Eroziune prin apă	5663	38,1	4400	46,9
2.	Alunecări de teren	702	4,7	-	-
3.	Eroziune prin vânt	387	2,6	273	2,9
4.	Secetă frecventă	7100	47,8	5200	55,4
5.	Salinizare	614	4,1	400	4,3
6.	Exces temporar de umiditate	4100	27,6	3800	40,5
7.	Compactare de subsol	2800	18,8	2060	21,9
8.	Compactarea solului de suprafață	*	*	6500	69,3
9.	Schelet în stratul superficial al solului	300	2,0	52	0,5
10.	Conținut scăzut și foarte scăzut de humus	7304	49,2	4445	47,4
11.	Aciditatea moderată și puternică	3420	23,0	1636	17,4
12.	Alcalinitatea puternică	162	1,1	121	1,3
13.	Conținut scăzut de azot	3348	22,5	2563	27,3
14.	Conținut scăzut de fosfor accesibil	4473	30,1	2956	31,5
15.	Conținut scăzut de potasiu accesibil	498	3,3	259	2,8
16.	Deficit de microelemente (zinc)	*	*	1500	15,98
17.	Risc de crustă și închidere a porilor	*	*	2300	24,5
18.	Îndepărtarea solului prin lucrări diverse	15	0,1	*	*
19.	Acoperirea solului cu reziduuri solide	18	0,1	11	0,1
20.	Poluarea chimică a solului	900	6,0	*	*
21.	Poluarea cu petrol	50	0,3	*	*
22.	Poluarea cu reziduuri aduse prin aer	147	0,99	82	0,87

* date lipsă

Trecerile repetate ale tractoarelor, remorcilor, mașinilor și uneltelor agricole, pe solurile umede și grele, determină formarea stratului cu îndesare profundă, de 20-50 cm grosime, la partea superioară a stratului subarabil. Spre deosebire de *hardpan*, care are aproximativ aceeași compactare pe toată grosimea lui, la stratul cu îndesare profundă gradul de compactare scade progresiv de sus în jos. Stratificarea profilului și “compactarea secundară” a acestuia este una din cauzele apariției sistemelor alternative de lucrare a

solului, fără arătură. Acestea urmăresc să asigure continuitatea pe verticală a însușirilor solului, o mai bună elasticitate și suportabilitate la trafic a solului.

Întărirea solului și formarea crustei sunt forme de degradare a solurilor rezultate ca efect direct al deteriorării structurii solului. Întărirea se manifestă prin uscarea solurilor cu textură luto-argiloasă și argiloasă, destructurate, cu formarea unor bulgări, îndesați și rigizi, cu crăpături foarte mari între ei, lucrarea solului fiind îngreunată sau practic imposibilă până la umectarea solului.

Formarea crustei este un fenomen similar care se manifestă pe solurile cu textură lutoasă sau luto-nisipoasă. Formarea crustei imediat după semănat poate să împiedice sau să întârzie răsărirea culturilor. Crusta solului se formează numai la suprafață și se poate desprinde ușor de restul materialului de sol.

Plintizarea este un proces de degradare specific solurilor din zonele umede tropicale. Plintizarea este un proces complex și apare în condiții de anaerobioză (hidromorfism) și alternanță cu aerobioza, favorizând mobilizarea ionilor de Fe^{++} și Mn^{++} , depunerea lor sub formă de pete, concrețiuni sau rețele, împreună cu argila, cuarțul și alți constituenți minerali, rezultând agregate colorate în roșu neuniform și de consistență tare. Volumul de sol și rezerva nutritivă este diminuată, iar rădăcinile nu se mai pot dezvolta.

Poluarea radioactivă apare în sol și mediu ca urmare a producerii unor accidente nucleare. Foarte cunoscut în acest sens este accidentul nuclear de la Cernobîl (Ucraina, 1986). Solurile au o radioactivitate naturală redusă, care nu ridică probleme, deși a crescut în ultimele decenii cu 10-30%, ca urmare a experiențelor cu bombe nucleare. Efectele poluării radioactive depinde de natura substanțelor radioactive ajunse accidental în sol și de perioada lor de înjumătățire.

Unele elemente radioactive au o perioadă de înjumătățire foarte scurtă și dispar repede; altele însă rămân active timp îndelungat ca de exemplu Cs-137 și Sr-90, care au perioada de înjumătățire de 50 ani și respectiv 27 ani. Cs-137, care nu există în solurile naturale, a fost identificat în solurile din țara noastră, provenind din căderi atmosferice radioactive, explozii nucleare, dar nu depășește limitele admisibile (9).

Degradarea chimică se referă la modificări nefavorabile ale unor însușiri chimice, îndeosebi acidifierea și poluarea chimică.

Acidifierea solurilor. Solurile acide se dezvoltă în mod natural în climatele umede și în special pe roci-mamă acide. În România suprafețe apreciabile, cca. 17,4% din cele arabile și 23% din cele agricole, au o stare de aciditate inadecvată obținerii unor producții corespunzătoare.

Aciditatea se poate intensifica prin folosirea excesivă, pe unele soluri, a anumitor îngrășăminte, de exemplu a azotatului de amoniu (fertilizare necorespunzătoare), prin căderi acide generate de unele emisii industriale (SO_2 , SO_3 , SH_2 etc.), prin drenarea solurilor mlăștinoase care conțin pirită, care prin oxidare formează acid sulfuric etc.

Poluarea chimică este o formă de degradare care se manifestă prin acumularea în sol a unor substanțe chimice, rezultate ca urmare a unor activități antropice. Poluarea chimică poate apărea îndeosebi prin folosirea necorespunzătoare a îngrășămintelor minerale (nitrați, Cl^- , F^- , SO_4^{2-} etc.), a apelor uzate sau nămolurilor (metale grele, săruri ușor solubile etc.) și a pesticidelor cu remanență mare.

Poluarea chimică apare nu numai datorită activităților necorespunzătoare din agricultură ci și datorită unor activități industriale necorespunzătoare ca poluarea cu metale grele (As, B, Br, Cd, Co, Cr, Cu, F, Hg, Mo, Ni, Pb, Se, Zn etc.), poluarea cu produse petroliere (în jurul rafinăriilor), poluarea cu particule solide, pulberi (din jurul fabricilor de ciment, de alumină, de negru de fum, a haldelor de cenușă etc.).

Se pot menționa procesele intense de degradare a solului și vegetației naturale cultivate, din zonele Copșa Mică, Oarja, Videle și altele, sau accidente urmate de poluarea apei cu daune serioase produse pisciculturii sau solurilor și agriculturii irigate pe cursul Lăpușului, Oltului, Argeșului.

Degradarea biologică poate să apară ca o consecință a degradării fizice sau chimice, cum ar fi reducerea populației de micro și macroorganisme din sol dar poate apărea și ca urmare a poluării biologice directe cu agenți patogeni.

Reducerea populației de microorganisme este o consecință a scăderii hranei din sol și a conținutului de humus, sau ca urmare a poluării solului cu pesticide și alte substanțe toxice. Degradarea biologică poate apărea chiar și numai prin schimbarea raportului dintre microorganismele din sol (bacterii, ciuperci, actinomicete etc.), influențând decisiv sensul proceselor biochimice din sol.

Reducerea populației de macro și mezofaună are aceleași cauze cu reducerea microorganismelor cumulat cu modificarea stării fizice și structurale a solului. Odată cu reducerea acestora se reduce biodiversitatea specifică solului și se modifică acțiunea favorabilă de transformare a materiei organice și reciclare a nutrienților, de afânare a solului etc.

Poluarea cu agenți patogeni apare îndeosebi în jurul centrelor orășenești sau a complexelor industriale de creștere a păsărilor și animalelor. Cu toate că solul posedă o capacitate naturală de autoepurare (datorită microorganismelor autotrofe care descompun reziduurile) unele specii din acești agenți patogeni pot rezista mai mult timp în sol (*Salmonella*, 30-40 zile, iar sporii de *antrax* pot rezista ani de zile).

Degradarea complexă se manifestă prin asocierea mai multor tipuri de degradare pe același sol. Așa sunt: epuizarea fertilității solului, deșertificarea, excesul de apă, salinizarea și/sau sodizarea.

Epuizarea fertilității solului apare ca urmare a „exportului” continuu de elemente nutritive din sol și mineralizarea excesivă a humusului în detrimentul humificării, datorită lipsei fertilizării organice și minerale. Humusul, componenta organică a solului, este esențială pentru a asigura o bună stare de calitate, fertilitate și productivitate, a acestuia. O treime din solurile agricole și din cele arabile ale României au rezerve de elemente nutritive în forme asimilabile scăzute și astfel, nevoie de îngrășăminte cu azot și fosfor, iar unele soluri sau culturi necesită chiar și îngrășăminte cu potasiu. În unele cazuri speciale solurile sunt deficitare pentru niveluri ridicate de producție și în rezerva de microelemente, de exemplu în zinc.

Deșertificarea este un fenomen foarte complex de degradare a terenurilor din zonele aride, semiaride și subumede, datorită diverșilor factori, printre care schimbările climatice (secetă puternică și prelungită) și activitățile umane (supraexploatarea terenurilor).

Procesele principale de degradare care contribuie la extinderea deșertificării sunt: degradarea sau distrugerea covorului vegetal prin supraexploatare și defrișare, diminuarea rezervelor de apă (secarea izvoarelor de coastă și a râurilor), eroziunea solului prin apă și vânt, poluarea și destructurarea solului etc. Extinderea deșertificării este indisolubil legată de creșterea frecvenței secetei, care de regulă o precede, astfel că deșertificarea poate să apară și în regiunile care nu sunt în vecinătatea pustiurilor, dar care sunt afectate de secete prelungite, iar practicile agricole neadecvate favorizează aceste procese.

Excesul de apă și degradarea prin exces de umiditate a solului se asociază cu modificări de ordin fizic, chimic, biologic și implicit ecologic.

Apa în exces poate proveni din inundații produse de râuri sau torenți, cauzate de defrișări, eroziune, din apa freatică situată la mai puțin de 1 m, care poate rezulta și ca urmare a irigației, sau din bălțiri pe terenuri plane sau depresionare pe soluri cu permeabilitate redusă (compactate, stratificate).

În România, 30-40% din suprafața agricolă și arabilă este afectată de exces de umiditate, în cea mai mare parte având caracter temporar, fiind prezentă numai în unii ani sau în unele anotimpuri.

Salinizarea și/sau sodizarea (alcalizarea) sunt procese de degradare a solurilor induse de om, asociate de regulă cu exces temporar și parțial de apă, cunoscute și sub numele de "sărăturare secundară" sau "salinizare secundară", în sensul că fenomenele se produc în urma unor acțiuni ale omului, ca de exemplu îndiguiri sau amenajări pentru irigații, dar fără lucrări de desecare - drenaj adecvate. Acestea constau în acumularea de săruri solubile în orizonturile superioare ale solului, în cantități ce depășesc pragul de toleranță al plantelor de cultură (peste 0,1-0,2%) în cazul salinizării și/sau în acumularea de sodiu schimbabil, în proporție de peste 10-15% din capacitatea de schimb cationic a solului în cazul sodizării (alcalizării). Sărăturarea secundară (sau antropică) apare ca urmare a ridicării (oscilației) nivelului hidrostatic al apelor freatice (ascensiunea capilară), mai mult sau mai puțin mineralizate, în urma introducerii irigației, a irigației cu ape mineralizate, a aplicării unei agrotehnici necorespunzătoare care intensifică ascensiunea capilară, a aportului de apă freatică din zonele învecinate mai înalte etc.

Degradarea terenurilor prin dislocarea și acoperirea solurilor, le scoate practic din uz, parțial sau total, solurile pierzându-și funcțiile naturale în biosferă. Ele se referă fie la dislocarea solului prin eroziune hidrică sau eoliană ori prin deplasarea de mase de pământ (alunecări), excavare, fie la acoperirea solurilor cu diverse materiale sau construcții (clădiri, drumuri, pavaje etc.).

Eroziunea solului prin apă (hidrică) este un fenomen natural care a contribuit și contribuie la modelarea scoarței terestre.

Eroziunea naturală se referă atât la eroziunea veche (geologică) ce a contribuit la geneza formelor de relief și a rețelei hidrografice, cât și la procesul care se desfășoară în prezent, lent (eroziunea normală actuală), fără a provoca modificări importante în morfologia profilului de sol.

Eroziunea accelerată (antropică) se produce cu intensitate mărită față de cea normală și este amplificată prin activitățile umane. Prin luarea

solului în cultură și înlocuirea vegetației naturale cu cea cultivată, riscul și rata eroziunii cresc mult datorită afânării solului și protecției reduse oferite de culturile agricole. Eroziunea solului provoacă pagube multiple, a căror intensitate depinde de panta terenului și modul de folosință al acestuia, iar pe terenurile arabile de sistemul de lucrare, gradul de acoperire al solului și de condițiile pedoclimatice ale zonei.

Pagubele produse de eroziune rezultă din modificările însușirilor solului, reducerea fertilității și fenomenele de poluare a mediului înconjurător, cum ar fi: îndepărtarea straturilor fertile (bioacumulative) de sol, modificarea proprietăților fizice, chimice și biologice ale solului, accentuarea fenomenului de secetă pe versanți și secarea izvoarelor de coastă, distrugerea prin inundații și colmatări a solurilor situate pe văi, dezrădăcinarea plantelor, reducerea producției plantelor cultivate, creșterea cheltuielilor de producție. În România eroziunea prin apă afectează aproape jumătate din terenurile agricole și arabile, anual pierzându-se prin eroziune aproximativ 126 milioane tone de sol fertil (11).

Eroziunea eoliană a solului (deflația) este procesul de desprindere, transport și depunere a particulelor solide de la suprafața solului prin vânt. Eroziunea eoliană apare de la viteza de 3 m/s, dar devine evidentă de la 5 m/s (pe soluri nisipoase). Se produce prin târârea sau rostogolirea particulelor de 0,5-3 mm și în salturi sau prin plutire în atmosferă a particulelor mai fine. Eroziunea eoliană are aceleași efecte negative ca și eroziunea hidrică.

Alunecările de teren sunt definite ca fenomene fizico-geografice care constau în desprinderea unor mari volume de sol și rocă subiacentă și deplasarea lor spre părțile mai joase de relief datorită unui complex de factori naturali, mai mult sau mai puțin modificați antropici.

Factorii principali care determină alunecările de teren sunt (5):

- gravitația terestră, care reprezintă factorul activ, forța motrice;
- apa din precipitații, care umezește solul și roca subiacentă în exces, producând atât o reducere a frecării interioare dintre straturile de materiale cât și o creștere a greutateii masei de sol și rocă;
- înghețul solului și dezghețul treptat al acestuia, care determină o supraumezire a masei de sol de deasupra stratului rămas încă înghețat, fapt care favorizează deplasarea laterală a acesteia pe pante;
- acțiunea omului asupra mediului, căruia îi modifică starea de echilibru natural prin defrișare, desțelenire, declanșarea sau intensificarea eroziunii în adâncime, încărcarea versanților cu construcții etc.

Prin repetarea în timp a alunecărilor și suprapunerea lor în spațiu rezultă versanți cu alunecări, caracterizați prin forme de relief foarte variate, unele pozitive, altele negative, acumulând adesea apă în exces.

După grosimea stratului afectat de alunecări se deosebesc (12): alunecări superficiale (sub 1 m), de adâncime mică (1-5 m), medie (5-10 m), mare (10-20 m) și foarte mare (peste 20 m).

După dinamică, alunecările de teren pot fi *stabilizate* și *active*. Alunecările pot avea efecte grave asupra caselor, drumurilor, construcțiilor industriale, terenurilor agricole și silvice, putând chiar să obtureze pâraiele.

Excavarea terenului este o categorie de distrugere totală a solului prin îndepărtarea masei de sol, în scopul exploatărilor miniere la zi, îndeosebi pentru extracția cărbunelui, balastiere, cariere diferite, gropi de împrumut etc.

Acoperirea cu sedimente sau colmatarea se referă la procesul de depunere peste soluri a materialelor rezultate prin procesul de eroziune și transport de către apele curgătoare (râuri, torenți etc.) sau de vânt.

Colmatarea este unul dintre efectele eroziunii și apare adesea pe diferite conuri de dejecție, în unele piemonturi sau în zone de divagare în care la viituri mari au loc revărsări ale apelor pe terenurile din apropiere. Suprafețele colmate devin de regulă mai puțin fertile, iar în cazul când sedimentele depuse sunt nisipoase sau pietrișuri, devin chiar nefertile.

Acoperirea cu diferite deșeuri, halde sau reziduuri de orice fel, care rezultă continuu în cantități crescânde din activitatea umană, a devenit în prezent o problemă dificilă și de mare însemnătate pentru aspectul și calitatea mediului ambiant. În țara noastră peste 20 000 ha sunt acoperite cu diverse deșeuri, din care cca. 2 000 ha cu cenușă și zgură de la centralele termice și termoenergetice, suprafețe scoase din circuitul economic. Tehnologiile specifice aplicate pentru aceste deșeuri, halde și reziduuri (recultivare, restaurare sau refacere ecologică) au ca scop fie copertarea cu sol fertil și instalarea arborilor, ierburilor, culturilor, fie fixarea acestora, deoarece poluează zonele învecinate prin deplasarea lor de către apă sau vânt.

Pierderea de teren prin scoaterea din circuitul agricol și silvic ca urmare a extinderii localităților și a centrelor industriale (construcții, drumuri și căi ferate etc.). Este necesară o grijă deosebită pentru reducerea ratei de scoatere a solurilor din funcția lor normală atribuindu-se terenuri cu fertilitate scăzută pentru scopurile menționate.

Agrotehnica aplicată pe toate categoriile de folosință și îndeosebi pe terenurile arabile trebuie să evite manifestarea acestor procese de degradare și să contribuie prin măsuri specifice de agrotehnică diferențiată la ameliorarea și refacerea acestor soluri.

BIBLIOGRAFIE

1. Blum, W.E. H., 1998 - *Soil degradation caused by industrialization and urbanization. Towards Sustainable Land Use*. Vol. I., Advances in GeoEcology, n. 31, p. 755-766. Ed. Catena Verlag, Germany.
2. Miclăuș, V., 1991 - *Pedologie ameliorativă*. Editura Dacia, Cluj-Napoca.
3. Budoii, Gh., Penescu, A., 1996 - *Agrotehnică*. Editura Ceres, București.
4. Guș, P., Rusu, T., Bogdan, Ileana, 2004 - *Agrotehnica*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
5. Rusu, T., 2005 - *Agrotehnica*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
6. Blaga, Gh., Filipov, F., Rusu, I., Udrescu, S., Vasile, D., 2005 - *Pedologie*. Editura AcademicPres, Cluj-Napoca.
7. Blaga, Gh., Dumitru, M., 2001 - *Pedologie*. Editura GNP Minischool, București.
8. Solti, G., Rusu, T., Nagy, M., Albert, I.O., 2006 - *Utilizarea rumegușului și a deșeurilor lemnoase pentru compostare*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
9. Florea, N., 2003 - *Degradarea, protecția și ameliorarea solurilor și a terenurilor*. Editura București.
10. Cârstea, S., 2003 - *Solul și calitatea alimentelor*. Știința Solului, nr. 1-2, Vol. XXXVII, p. 3-16.
11. Neamțu, T., 1996 - *Ecologie, eroziune și agrotehnică antierozională*. Editura Ceres, București.
12. *Metodologia Elaborării Studiilor Pedologice*, MESP, Vol. I, II și III, 1987. ICPA București.
13. Ionescu de la Brad, Ion, 1968 – *Opere agricole*. Editura Academiei R.S.R.
14. Hera, Cr., 2013 – *Agricultura domeniu strategic pentru securitatea și siguranța alimentară*. Editura Academiei Române, p. 39-63.
15. Hera, Cr., 2015 – *Al VIII-lea Congres mondial de știința solului: pledoarie pentru sol*. Editura Academiei Române.



CAPITOLUL 2

FERTILITATEA SOLULUI ȘI METODE DE DIRIJARE A ACESTEIA

2.1 CONSIDERAȚII GENERALE

Solul, formațiunea naturală de la suprafața litosferei, evoluează permanent prin transformarea rocilor și materiei organice sub acțiunea conjugată a factorilor fizici, chimici și biologici. Este locul de transformare continuă a materiei organice, are o compoziție biochimică complexă, fiind un corp poros ce reține apa și aerul, solul capătă o proprietate nouă față de roca din care s-a format și anume “fertilitatea”. Fertilitatea solului s-a format de-a lungul timpului prin acumularea progresivă în roca dezagregată și alterată, a elementelor necesare vieții plantelor.

Fertilitatea este însușirea solului de a asigura condiții pentru creșterea și dezvoltarea plantelor prin acumularea factorilor de vegetație (lumină, căldură, apă, aer, elemente nutritive și activitate biologică) și asigurarea condițiilor pentru ca acești factori să fie folosiți în cantități îndestulătoare (1).

Fertilitatea este o însușire esențială a solului, care-l deosebește radical de rocă, aceasta având o evoluție dinamică în timp, sub impactul activității umane, având un pronunțat caracter integrator. Fertilitatea are un conținut deosebit de complex și este o funcție (rezultantă) a tuturor însușirilor sale.

Fiind rezultanta tuturor proprietăților solului - fizice, mecanice, fizico-mecanice, hidrofizice, chimice, biologice și ecologice - în interacțiune cu toți factorii de vegetație și plantele cultivate, fertilitatea este studiată și de alte discipline (pedologie, agrochimie etc.). Din punct de vedere agrotehnic

este importantă abordarea unitară, sistemică a fertilității solului, în vederea modelării conservative a acesteia, cu accent pe cerințele plantelor de cultură. Abordarea unitară a corelației dintre fertilitatea solului, cerințele plantelor și măsurile agrotehnice presupune cunoașterea următoarelor:

- *categoriile și indicatorii fertilității solului;*
- *aprecierea în teren, determinarea în laborator și parametrizarea indicatorilor fertilității solului în raport cu cerințele plantelor;*
- *monitorizarea și modelarea fertilității solului.*

2.2 CATEGORII DE FERTILITATE

Fertilitatea solului s-a format în procesul milenar de solificare, prin dezagregarea și alterarea rocilor parentale, prin desfășurarea multiplelor procese simple și complexe, de natură fizică, chimică și biologică, sub acțiunea factorilor climatici (2). Fertilitatea este o sinteză de însușiri favorabile ale solului, care își găsesc expresia în *productivitatea lui durabilă* (3). Din acest punct de vedere putem considera mai multe categorii de fertilitate a solului, printre care (4): naturală, artificială, relativă și potențială.

Fertilitatea naturală este aceea care se formează ca rezultat al procesului natural de formare a solului și depinde de toți factorii naturali care au condus la formarea solului, respectiv: roca mamă, clima, vegetația, timpul etc. Prin fertilitatea naturală sau inițială se înțelege deci fertilitatea solului înainte ca acesta să fie luat în cultură.

Fertilitatea artificială (culturală, efectivă, potențial agroprodusiv) apare în urma intervenției omului prin diferite măsuri pedo-hidroameliorative sau agrotehnice: fertilizare, amendare, irigare, desecare, terasare, îndiguire, desfundare etc., efectuate în scopul potențării fertilității naturale. Dacă aplicarea acestor măsuri este defectuoasă, nerațională, se produce o diminuare a fertilității naturale a solului prin diferite procese nedorite, ca salinizarea secundară, acidifierea, înmlăștinirea, eroziunea etc. Fertilitatea și productivitatea sunt caracteristici potențiale ale solului, care pot fi activate prin factori de influență agrotehnică, în relație cu cerințele plantelor de cultură.

Fertilitatea relativă apare în urma raportării fertilității la cerințele speciilor de plante cultivate, la condițiile de climă, la verigile tehnologice de cultură aplicate etc. De exemplu, psamosolurile sunt mai puțin recomandate pentru soia, sfeclă pentru zahăr, porumb etc. și mai favorabile pentru arahide, sorg, pepeni, năut, viță de vie etc. iar solurile halomorfe (salsodisolurile) se pretează numai pentru anumite culturi (orez, iarbă de Sudan, mușetel, sorg etc.). Fertilitatea este deci relativă, adică un sol poate fi considerat în același timp fertil pentru unele plante de cultură și mai puțin fertil pentru altele.

Fertilitatea potențială reprezintă capacitatea maximă a unui sol de a asigura plantele de cultură cu apă, substanțe nutritive, căldură și aer, dar numai după anumite intervenții ale omului. De exemplu, solurile mlăștinoase, cu o bogată rezervă de materie organică, după desecare sau drenare, după lucrarea lor energetică etc. asigură recolte mari, comparabile cu cele realizate pe solurile fertile. În acest caz a existat un factor limitativ și anume apa în exces, care după eliminare permite solului să-și manifeste întregul potențial.

Definirea categoriilor de fertilitate justifică o filozofie specifică în evaluarea agronomică a fertilității. Astfel, fertilitatea solului nu poate fi evaluată după nivelul variabil al producției anuale, ci trebuie analizată ca o însușire specifică și esențială a solului, care nu poate înregistra salturi de la un an la altul și trebuie evaluată în raport cu planta de cultură, condițiile climatice etc.

Fertilitatea solului poate fi caracterizată printr-o serie de indicatori care, pentru sistematizare, se pot încadra în patru grupe:

- *agrofizici*: textura, structura, porozitatea, compactarea (densitatea aparentă, rezistența la penetrare, gradul de tasare, rezistența specifică la arat), volumul edafic util, indicele agrofizic al fertilității solului;

- *hidrofizici*: indicii hidrofizici și relațiile cu apa, mișcarea apei în sol, permeabilitatea pentru apă (infiltrația, filtrația), capacitatea de a reține apa (rezerva de apă utilă), ascensiunea capilară a apei (aport freatic);

- *agrochimici*: reacția solului, capacitatea de schimb ionic, gradul de saturație în baze, conținutul de elemente nutritive;

- *agrobiologici*: humusul, activitatea biologică (numărul organismelor din sol, activitatea enzimatică, respirația solului, indicatorul biologic al fertilității solului), starea fitosanitară (potențialul de îmburuienare, rezerva de semințe de buruieni și cartarea buruienilor, prezența dăunătorilor și a agenților fitopatogeni, agenți poluanți etc.).

Evaluarea fertilității (productivității) solului trebuie completată din punct de vedere tehnologic (agroprodusiv) împreună cu condițiile ecologice ale terenurilor (condițiile de mediu și factorii de vegetație) printr-o Fișă de caracterizare agrotehnică a terenului agricol (tabelul 2.1).

Fișele de caracterizare agrotehnică a tuturor terenurilor agricole dintr-o exploatare agricolă constituie baza științifică necesară pentru a trece la organizarea teritoriului, stabilirea folosințelor optime și a măsurilor pedoameliorative, a lucrărilor de îmbunătățiri funciare, organizarea asolamentelor, stabilirea sistemului de lucrare a solului, a sistemului de fertilizare și protecție integrată a culturilor. Datele înregistrate în fișa de caracterizare agrotehnică a terenului agricol se referă uneori la valori anuale, dar în cea mai mare parte la caracteristici și valori multianuale.

Monitorizarea fertilității solului se realizează la nivelul global al profilului de sol, dar din punct de vedere agrotehnic, inclusiv pentru evaluarea pretabilității la folosințe și culturi, sunt importante diferențierile profilului cultural al solului.

Profilul cultural al solului reprezintă succesiunea straturilor de sol, individualizate prin particularități determinate de folosința agricolă - factorii tehnologici - și prin interacțiunea dintre aceștia și factorii naturali - pedogenetici (5). În sistemul clasic (convențional) de lucrare, straturile de sol care caracterizează profilul cultural al acestuia, sunt stratul arat și stratul subarabil.

Stratul arat (sau prelucrat) reprezintă stratul de la suprafața solului, lucrat de uneltele agricole. Este numit strat arat deoarece în tehnologia convențională de lucrare a solului, arătura cu plugul cu cormană este lucrarea principală pe care o primește solul.

Stratul prelucrat cuprinde de regulă, o parte din orizontul A sau orizonturile de trecere A/B, A/C, sau chiar o parte din orizonturile B și C, pe terenurile erodate. În funcție de grosime, acesta poate fi superficial, având 10-15 cm, mijlociu (15-20 cm), adânc (20-25 cm) și foarte adânc (25-30 cm).

Din punct de vedere agricol stratul arat are o importanță deosebită pentru că aici se dezvoltă majoritatea rădăcinilor plantelor cultivate. Tot în acest strat se fac, de regulă, intervențiile tehnologice în scopul menținerii sau creșterii rezervelor de humus și elemente nutritive, reglarea capacității de aer și apă, dirijarea proceselor microbiologice etc.

Tabelul 2.1

Fișa de caracterizare agrotehnică a terenului agricol

Nr. crt.	Factorul agroproductiv	Indicator, unitate de măsură, valoare și interpretare	
1.	Clima (date medii pe ultimii 20 de ani)	Precipitații medii anuale	mm
		Variația în timp a precipitațiilor	mm
		Durata de strălucire anuală a soarelui	ore
		Intensitatea luminii	luceși/cm ²
		Temperatura medie anuală	°C
		Numărul zilelor fără îngheț dintr-un an	nr.
		Suma T°>10°C dintr-un an	°C
		Evapotranspirația medie lunară	mm
		Deficit sau excedent de umiditate	mm
		Umiditatea relativă a aerului	%
		Vânturile - frecvență, tărie	%, m/s
2.	Relieful	Forma reliefului (mezo- și microrelief)	anexă*
		Altitudine	m
		Starea de fragmentare, alunecări, eroziune	-
		Înclinare, expoziție	%
3.	Hidrografia	Rețea hidrografică, debite, calitatea apei	anexă
4.	Hidrologia	Adâncimea apei freatice	m
5.	Roca	Roca de solificare (tip și compoziție)	anexă
6.	Folosința	Tipul de folosință și asolamentul din ultimii 5 ani	anexă
7.	SOLUL	Tipul de sol, subtipul etc. (SRTS 2012)	anexă
7.1	Descriere morfologică	Tipurile și adâncimea orizonturilor de sol (cm)	anexă
		Descrierea orizonturilor de sol (structură etc.)	anexă
7.2	Indicatori agrofizici	Volumul edafic util	cm
		Textura - grosieră, mijlocie, fină (argilă, praf, nisip)	%
		Structura (tipul și gradul de dezvoltare / degradare)	anexă
		Densitatea aparentă	g/cm ³
		Porozitatea totală, capilară și necapilară	%
		Porozitatea minimă necesară și gradul de tasare	%
7.3	Indicatori hidrofizici	Indicii hidrofizici: CH, CO, Pm, CC, Cc, CT	%
		Intervalul umidității active (IUA), IOUP, IOULS	anexă
		Permeabilitatea solului pentru apă (drenaj global, infiltrație, filtrație, ascensiune capilară)	anexă
7.4	Indicatori agrochimici	Reacția solului (pH-ul solului)	pH-ul
		Capacitatea de reținere și schimb a ionilor (S _B , S _H , T - me/100 g sol și V în %)	anexă
		Conținutul de elemente nutritive mobile (N-%, indicele de azot-IN, P-ppm, K-ppm, microelemnte)	%, ppm
7.5	Indicatori agrobiologici	Conținutul și rezerva de humus (% , t/ha - 50 cm)	%
		Activitate biologică (nr. viețuitoarelor din sol, activitatea enzimatică, indici biologici etc.)	anexă
		Stare fitosanitară (buruieni, boli, dăunători, poluare)	anexă

* Se anexează fișele cu descrierea profilului de sol etc.

Stratul subarabil este stratul de sol care continuă în adâncime stratul arat. El nu este modificat prin lucrările agricole, exceptând arătura de desfundare, arătura cu plugul prevăzut cu scormonitor și afânarea adâncă. În funcție de grosime, stratul subarabil poate fi superficial (sub 0,5 m), mijlociu (0,5-1 m), adânc (1-1,5 m) și foarte adânc (peste 1,5 m).

Acesta contribuie la aprovizionarea plantelor cu apă și elemente nutritive, dar poate reprezenta, de asemenea, locul de acumulare a efectelor negative generate de intervențiile tehnologice asupra stratului arat.

Când arătura se efectuează an de an la aceeași adâncime, pe soluri umede și cu textură mijlocie sau fină, la partea superioară a stratului subarabil se formează *hardpanul*. Terenurile agricole lucrate normal nu prezintă hardpan dar trecerile repetate ale tractoarelor, remorcilor, mașinilor și utilajelor agricole, mai ales pe solurile umede și grele, determină formarea unui *strat cu îndesare profundă*, de 20-50 cm grosime, la partea superioară a stratului subarabil. Spre deosebire de hardpan care are aproximativ aceeași compactare pe toată grosimea lui, la stratul cu îndesare profundă gradul de compactare scade progresiv de sus în jos.

2.3 INDICATORII AGROFIZICI AI FERTILITĂȚII SOLULUI

Volumul edafic util (VEU) sau grosimea fiziologic utilă, reprezintă grosimea solului până la rocile compacte și masive sau straturile de materiale cu peste 90% fragmente scheletice, având diametrul peste 20 cm. Se calculează cu următoarea relație:

$$VEU = \frac{\sum [(100 - S_i) \cdot H_i]}{150}, \text{ unde:}$$

VEU - volumul edafic util, în % din volumul solului;

S_i - conținutul de schelet al fiecărui orizont, în % din volumul solului;

H_i - grosimea fiecărui orizont, în cm;

150 - adâncime de referință pentru solurile agricole, în cm;

Cunoașterea VEU este necesară pentru numeroase scopuri practice agrotehnice ca amplasarea culturilor, adâncimea intervențiilor tehnologice etc. fiind un indice de ansamblu pe profilul cultural al solului, care ne arată conținutul de material fin util plantelor pentru a le furniza apă și elemente nutritive și pentru a asigura pătrunderea sistemului radicular.

Încadrarea valorilor volumului edafic în clase de mărime se face conform tabelului 2.2 (6).

Tabelul 2.2

Aprecierea volumului edafic

Denumire	Volum edafic util (% din volum)
Extrem de mic	< 11
Foarte mic - <i>sol foarte superficial</i>	11-20
Mic - <i>sol moderat superficial</i>	21-50
Mijlociu - <i>sol semiprofund</i>	51-75
Mare - <i>sol moderat profund</i>	76-100
Foarte mare - <i>sol puternic profund</i>	101-125
Extrem de mare - <i>sol foarte puternic profund</i>	126-150
Excesiv de mare - <i>sol extrem de profund</i>	> 150

Odată cu creșterea conținutului de material scheletic (bolovani, pietre și pietriș) și/sau micșorarea adâncimii la care apare roca dură, adică odată cu micșorarea VE, condițiile de creștere a plantelor devin din ce în ce mai precare. În același VE, în zonele mai puțin umede, scade nu numai spațiul de dezvoltare al rădăcinilor, ci și posibilitatea de aprovizionare a plantelor cu apă și substanțe nutritive. În stratul arabil (0-30 cm) se întâlnesc majoritatea rădăcinilor plantelor, însă, în cazul culturilor perene, al celor cu sistem radicular profund, o parte din rădăcini explorează stratul subarabil.

Dezvoltarea în profunzime a solului și creșterea volumului edafic util este un proces pedogenetic evolutiv îndelungat, care este influențat în mică măsură de tehnologiile agricole. Este important însă ca agrotehnica aplicată să regleze în favoarea plantelor de cultură însușirile edaficului util și mai cu seamă să evite diminuarea acestuia prin eroziunea părții superioare fertile.

Textura constituie una dintre însușirile cele mai importante și mai stabile ale solului. Aceasta influențează regimul termic, hidric, de aer și nutritiv, capacitatea de adsorbție, acumularea humusului, condițiile de executare a lucrărilor solului, dozele și epocile de aplicare a îngrășămintelor, amplasarea culturilor și în final producțiile obținute (figura 2.1) (7).

Deoarece textura solului influențează în mare parte agrotehnica aplicată, este important să cunoaștem textura solului prin apreciere în teren și analiza granulometrică în laborator.

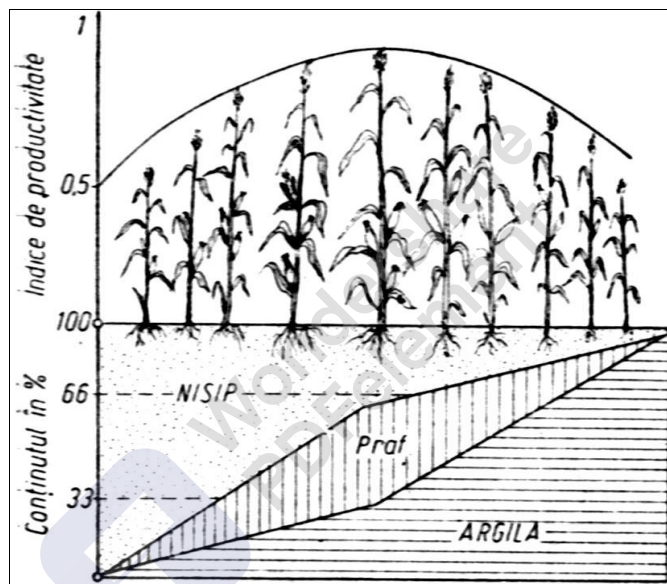


Figura 2.1 - Influența alcătuirii granulometrice a solului asupra creșterii plantelor

Încadrarea unui sol într-o clasă texturală se face în funcție de proporția de argilă ($\varnothing < 0,002$ mm), praf (\varnothing între 0,002-0,02 mm) și nisip (\varnothing între 0,02-2 mm) (tabelul 2.3) (8).

În teren, textura solului se determină diferențiat pe straturile solului sau numai în arabil și subarabil, prin examinarea probei cu ochiul liber, sub lupă și supunând-o la diferite încercări simple (consistență în uscat, senzație la frecare în stare umedă, aderență, plasticitate, rulare și modelare la umed etc.).

Textura grosieră (nisipoasă, nisipo-lutoasă) determină conținut mic de humus și substanțe nutritive, structură slab dezvoltată, permeabilitate mare pentru apă și aer, dar capacitate mică de reținere a apei, complex coloidal slab

reprezentat etc. Pe astfel de soluri lucrările solului se reduc la minimum posibil, terenul se menține cât mai mult timp acoperit pentru a evita eroziunea eoliană și pierderea apei din sol, fertilizarea se recomandă a fi predominant organică și cu îngrășăminte verzi, completată cu fertilizare minerală în doze mici și repetate. Plantele care valorifică bine solurile nisipoase sunt cartoful, sfecla pentru zahăr, vița de vie, tutunul, ricinul, sorgul, orzul, pepenii, fasolița, pomii (piersic, cais, vișin, nuc).

Tabelul 2.3

Grupe de clase și clase texturale

Simbol pentru		Cod	Denumire	Argilă <0,002 mm	Praf 0,002-0,02 mm	Nisip 0,02-2 mm
Hărți	Tabele					
G	G	01	Texturi grosiere	<12	<32	>56
N	N	10	Nisip	<5	<32	>63
U	U	20	Nisip lutos	6-12	<32	56-94
M	M	03	Texturi mijlocii	13-32	<32	35-87
S	S	30	Lut nisipos	13-20	<32	48-87
L	L	40	Lut	21-32	<79	<79
F	F	05	Texturi fine	>33	<67	<67
T	T	50	Lut argilos	33-45	<67	<79
A	A	60	Argilă	>46	<54	<54

Textura mijlocie (luto-nisipoasă, lutoasă, luto-argiloasă) conferă cele mai bune condiții tuturor proceselor din sol, deci și plantelor de cultură. Majoritatea plantelor de cultură se dezvoltă cel mai bine în cazul solurilor cu textură mijlocie. Solurile care au o textură mijlocie prezintă o structură stabilă, bine dezvoltată, porozitate, permeabilitate și capacitate de înmagazinare a apei corespunzătoare unui bun regim aerohidric, se lucrează relativ ușor într-un interval larg de umiditate.

Textura fină (argilo-lutoasă, argiloasă) prezintă permeabilitate mică pentru apă și aer, conținut mare de humus și elemente nutritive, dar compactitate mare și capacitate mică de încălzire a solului. Pe profilul solurilor cu textură fină însușirile hidrofizice sunt din ce în ce mai puțin favorabile, ca urmare a creșterii conținutului de argilă. Adâncimea de lucrare a acestor soluri trebuie să fie corelată cu grosimea orizontului bioacumulativ, completat cu mobilizarea fără întoarcere a straturilor mai profunde. O permeabilitate scăzută, care provoacă deseori băltirea apei la suprafața

solului, poate fi îmbunătățită prin scarificare sau desfundare. Plantele de cultură care valorifică solurile cu textură fină sunt grâul, orzul, porumbul, leguminoasele perene (trifoi, lucernă) sau anuale (soia, mazăre).

Dintre metodele agrotehnice de modificare a texturii, menționăm arătura foarte adâncă și desfundarea (când textura stratului subarabil e diferită de cea a stratului arabil), aducerea de material nisipos (pe terenul argilos) sau de material argilos (pe terenul nisipos), însă aceasta din urmă este o lucrare extrem de costisitoare. Când textura, structura, reacția etc. stratului subarabil sunt mai puțin favorabile, arătura se va adânci treptat de la un an la altul.

Structura solului. Fertilitatea unui sol este strâns legată de starea lui structurală. Prin lucrările agrotehnice trebuie să îmbunătățim starea structurală a solului și să asigurăm condițiile optime pentru pătrunderea rădăcinilor plantelor (figura 2.2) (9, 10).

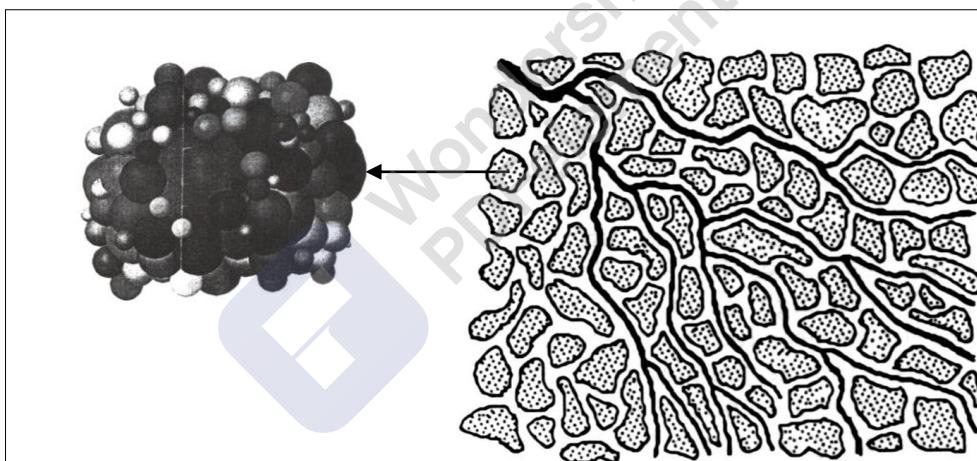


Figura 2.2 - Model conceptual privind structura solului și pătrunderea rădăcinilor

Cercetarea structurii solului sub aspect agrotehnic se face în mod direct, în teren, unde se apreciază forma (tipul) structurii, gradul de dezvoltare (degradare) etc. sau în laborator, unde se determină stabilitatea hidrică (hidrostabilitatea) și mecanică a elementelor structurale.

Aprecierea indirectă a structurii solului este posibilă prin intermediul unor însușiri cum ar fi permeabilitatea pentru apă, porozitatea, compactarea, rezistența la penetrare etc.

În câmp, cercetarea structurală a solului se face, în primul rând, prin observarea modului de revărsare a brazdei în urma plugului, precum și după felul de mărunțire a solului în urma uneltelor și mașinilor cu care se lucrează. Cele mai corecte observații în câmp asupra structurii se fac la starea de umiditate reavănă a solului prin *palparea, presarea și desfacerea* (individualizarea) agregatelor din masa solului. Gradul de dezvoltare a structurii se apreciază după criteriile menționate în tabelul 2.4 (11).

Formarea structurii este favorizată de fertilizarea cu îngrășăminte organice, de coloizii organici și minerali, de activitatea viețuitoarelor din sol, de alternanța dintre îngheț și dezgheț, de rădăcinile plantelor etc.

Tabelul 2.4

Gradul de dezvoltare a structurii solului

Specificare	Modalități practice de recunoaștere
<i>Bine dezvoltată</i>	>75 % din masa solului este organizată în agregate structurale, stabile, vizibile, aderente unele de altele și care se individualizează ușor;
<i>Moderat dezvoltată</i>	25-75 % din masa solului este organizată în agregate structurale, moderat stabile și ușor observabile;
<i>Slab dezvoltată</i>	< 25 % din masa solului este organizată în agregate structurale întregi; elementele structurale sunt greu observate;
<i>Structură distrusă</i>	agregatele structurale sunt distruse în cea mai mare parte prin lucrările agricole anuale;
<i>Structură bulgăroasă</i>	masa solului apare legată în bulgări compacți, cu diametrul peste 15 mm;
<i>Nestructurat</i>	nu se observă agregate structurale în masa solului; materialul de sol este masiv, dacă prezintă coeziune și monogranular, dacă este necoeziv.

Degradarea, pulverizarea structurii, are loc prin lucrarea excesivă a solului, îndeosebi când este prea uscat sau prea umed, prin tasare, salinizare, fertilizare minerală cu îngrășăminte cu cationi monovalenți etc.

În procesul de cultivare a plantelor, structura solului este supusă unor fenomene contrare, de distrugere și de refacere și în funcție de caracteristicile tehnologiei aplicate, poate domina unul dintre fenomene.

Prevenirea proceselor de degradare presupune o serie de măsuri tehnologice, care pot fi rezumate astfel: rotația culturilor și un mod adecvat de lucrare a solului, menținerea unei “proporții de humus” suficiente și evitarea epuizării solului, prevenirea acidifierii acestuia prin cultivare,

favorizarea activității mezofaunei și evitarea rămânerii “dezgolite” a solului în perioada ploilor torențiale.

Structura solului se poate reface prin: aplicarea sistematică a îngrășămintelor organice (a gunoiului de grajd, a gunoiului de păsări), a îngrășămintelor verzi, a resturilor vegetale tocate, a amendamentelor calcaroase; practicarea asolamentelor cu solă săritoare (cu lucernă, trifoi, sparceță sau graminee perene); cultivarea leguminoaselor anuale pentru boabe și în general a plantelor semănate în rânduri apropiate (la 12,5 cm); executarea corectă a lucrărilor solului, la umiditatea potrivită, printr-un număr de treceri cât mai redus; folosirea unor produși sintetici din grupa compușilor macromoleculari sau polimerilor (12) etc.

Porozitatea totală reprezintă totalitatea spațiilor capilare cu diametrul <1 mm, prin care circulă de obicei apa (porozitatea capilară) și necapilare, diametrul >1 mm, prin care circulă de obicei aerul (porozitatea necapilară, de aerație) din masa solului. Porozitatea totală a solului se determină indirect pe baza unei formule, cunoscând densitatea aparentă și specifică a solului respectiv, iar porozitatea capilară și necapilară se determină în mod direct, pe probe în așezare naturală, recoltate în cilindri.

Valorile porozității totale oscilează, în general, între 40 și 60%; cu cât un sol este mai tasat, cu atât valorile porozității totale sunt mai mici (42-45%). În stratul arabil, afânat, valorile reprezintă aproximativ 48-50%. Valorile cresc simțitor pe măsură ce crește conținutul de materie organică. Ele sunt de ordinul a 60-70% în solurile organo-minerale (soluri de sere sau pajiști din zonele umede) și pot ajunge la peste 80% la turbe. Valori mari ale porozității totale indică o capacitate ridicată de reținere a apei, permeabilitate mare și aerație bună, dar uneori valori reduse ale portanței.

Se apreciază că stratul arat este bine lucrat și afânat atunci atunci când porozitatea totală are valori de 48-55% din care 2/3 (32-36%) să reprezinte porozitatea capilară (de reținere a apei) și 1/3 (16-18%) să reprezinte porozitatea necapilară (de aerație).

Ameliorarea porozității solului se realizează prin lucrările solului pentru porozitatea necapilară (lucrări de afânare sau de tăvălugire) și prin măsuri de refacere a structurii solului pentru porozitatea capilară.

Compactarea solurilor este o adevărată problemă a agriculturii actuale. Ea se produce fie natural, în cazul solurilor argiloase, aluviale, nisipoase etc., fie din cauze antropice, prin trecerile repetate ale agregatelor agricole, mai ales când solul este umed. Compactarea se poate evalua prin

valorile densității aparente, a gradului de tasare și rezistenței la penetrare. Valori ridicate ale acestor indici înrăutățesc permeabilitatea pentru apă și aer, limitează pătrunderea rădăcinilor, măresc rezistența specifică la arat etc.

Determinarea densității aparente se bazează pe prelevarea de probe de sol în așezare nemodificată, folosind cilindri metalici cu volum cunoscut și raportând masa solului uscat în etuvă la volumul total al probei. Valorile acesteia oscilează în general între 0,9-1,5 g/cm³. Interpretarea acestor determinări aparente trebuie să se finalizeze din punct de vedere agrotehnic prin precizarea intervențiilor necesare, ținând cont totodată de beneficiarul acestor intervenții: optimul pentru plante (tabelul 2.5), procese pe care dorim să le dirijăm, ameliorarea fertilității solului etc.

Tabelul 2.5

Cerințele principalelor plante de cultură față de densitatea aparentă

Densitatea aparentă (g/cm ³)	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	1,60
Grâu toamnă	±	±	0	0	±	#	#
Orz	±	±	±	0	0	±	#
Porumb	±	±	0	0	±	±	±
Cartof	±	0	0	0	±	#	#
Sfeclă pentru zahăr	±	±	0	0	±	#	#

0 = optim; ± acceptat; # critic.

În stratul arat această însușire se modifică direct prin lucrările solului, scade la arat, discuit, cultivație, lucrat cu freza, grapa și crește (solul se tasează) la lucrarea cu tăvălugul sau indirect, în funcție de calitatea lucrărilor solului, modul de fertilizare, de organizare a asolamentelor etc. La efectuarea intervențiilor agrotehnice de modificare a densității aparente, trebuie avute în vedere tendința solului de revenire la o densitate de echilibru, specifică proprietăților intrinseci ale solului și efectul culturalizării (degradant, conservativ, ameliorator).

În orizontul subarabil densitatea aparentă este de regulă mărită de plaz și trecerile repetate pe teren, iar reducerea acesteia se poate realiza prin lucrări de scormonire, scarificare și desfundare.

Valorile densității aparente preferate de majoritatea plantelor de cultură variază între 1,0-1,4 g/cm³. Se consideră că solul este prea afânat când densitatea aparentă este sub 1,0 g/cm³ și este prea tasat când aceasta este

peste $1,4 \text{ g/cm}^3$. Valori cuprinse între $1,0$ și $1,2 \text{ g/cm}^3$ sunt considerate optime pentru cartof, sfeclă, morcov, pătrunjel, ridichi iar valori de $1,2-1,3 \text{ g/cm}^3$ sunt preferate de cereale păioase, porumb, floarea-soarelui.

Activitatea biologică din sol se desfășoară normal în solurile afânate și bine aerate. Nitrificarea are o intensitate maximă la densități aparente de $1,11-1,15 \text{ g/cm}^3$ și este foarte scăzută la valori mai mari de $1,5 \text{ g/cm}^3$.

Determinarea rezistenței la penetrare este o metodă simplă și eficientă de evaluare a stării de tasare, corelată cu umiditatea solului. Determinarea rezistenței la penetrare reprezintă de asemenea o cale simplă de estimare indirectă a rezistenței la arat sau la alte lucrări ale solului, precum și a dezvoltării și pătrunderii în sol a sistemului radicular. Asemănarea dintre vârful de penetrare al penetrometrului electronic și rădăcini este evidentă. Cercetările experimentale arată că la valori sub $10-15 \text{ daN/cm}^2$ rezistența la penetrare nu influențează negativ pătrunderea în sol a rădăcinilor, în timp ce la valori mai mari de $35-50 \text{ daN/cm}^2$, aceasta este aproape nulă.

Gradul de tasare reprezintă un indicator complex care include atât densitatea aparentă (porozitatea totală, porozitatea minim necesară), cât și textura. Porozitatea minim necesară este considerată ca fiind valoarea minimă a porozității totale, care la un conținut de argilă dat, poate asigura în sol condiții fizice satisfăcătoare. Gradul de tasare se determină cu formula:

$$GT = \frac{P_{mn} - PT}{P_{mn}} \cdot 100, \text{ unde:}$$

GT - gradul de tasare, în % din volumul solului;

PT - porozitatea totală, în % din volumul solului;

P_{mn} - porozitatea minim necesară, în % din volumul solului;

$P_{mn} = 45 + 0,163 A$ (A - conținutul de argilă, în % din masa solului).

Gradul de tasare, pe lângă utilizarea lui ca indicator general al stării de așezare, se folosește în practică pentru stabilirea necesității lucrărilor de afânare a solurilor excesiv tasate (tabelul 2.6) (6). Valorile negative ale gradului de tasare, în special sub -17 , arată un sol prea afânat, valoarea "0" separă solurile afânate de cele tasate, iar valorile pozitive, în special peste 18 , arată un sol puternic tasat.

Tabelul 2.6

Clase de valori ale gradului de tasare și urgența de afânare

Denumire - necesitatea lucrărilor de afânare	Valori (%)
Extrem de mic - sol foarte afânat	< -17
Foarte mic - sol moderat afânat	-17 -10
Mic - sol slab afânat	-9 0
Mijlociu - sol slab tasat - urgența III	1 10
Mare - sol moderat tasat - urgența II	1118
Foarte mare - sol puternic tasat - urgența I	> 18

Criteriile care trebuie avute în vedere la stabilirea necesității de permeabilizare a solului pentru a-i regla regimul hidrofizic sunt: argilă în Ap peste 40%, densitatea aparentă frecvent peste $1,4 \text{ g/cm}^3$, rezistența la penetrare peste $30\text{-}50 \text{ daN/cm}^2$, gradul de tasare a solului mai mare de 0.

Compactitatea solului se poate aprecia direct în teren folosind modalitățile practice de recunoaștere prezentate în tabelul 2.7 (6).

Tabelul 2.7

Clase de compactitate a solului

Denumire	Modalități practice de recunoaștere
Foarte afânat	nu opune nicio rezistență la pătrunderea cuțitului; se sapă și se ară foarte ușor;
Afânat	cuțitul pătrunde cu ușurință în sol, fără efort; se sapă și se ară ușor, călcat lasă urme adânci;
Slab compact	cuțitul pătrunde ușor în sol pe câțiva cm, necesitând un efort mic; se sapă și se ară destul de ușor, solul se desface în agregate rezistente;
Moderat compact	cuțitul pătrunde greu în sol pe 2-3 cm, printr-o împingere puternică; cazmaua intră greu și se scot bulgări, glii, se ară greu;
Foarte compact	cuțitul nu pătrunde în sol; se sapă numai cu târnăcopul, se scot bulgări; nu se poate ara pe timp uscat.

Pe solurile compacte, indiferent de originea acestui proces, se ridică problema *combaterii compactării*. Aceasta se poate realiza pe cale mecanică, prin lucrări executate la adâncimea stratului compactat: lucrări de subsolaj

(scormonire) la 35-40 cm adâncime pe solurile cu compactare de mică adâncime și lucrări de scarificare (afânare adâncă) la adâncimea de 60-70 cm pe soluri cu compactare de adâncime. Cercetările efectuate au arătat că această lucrare trebuie repetată la intervale de 5-6 ani.

Lucrările de afânare pe cale mecanică a solurilor compacte nu reprezintă un remediu de durată, deoarece solurile astfel afânate se recompactează ușor, ceea ce face necesară revenirea periodică cu astfel de lucrări și prezintă pericolul ca în timp, intensitatea recompactării și destructurării să crească. De aceea, lucrările mecanice de afânare și reafânare a solurilor compactate trebuie însoțite de măsuri de prevenire a compactării.

Este necesar să se adopte rotații de lungă durată cu culturi amelioratoare, să se asigure o fertilizare rațională și un bilanț pozitiv al humusului, să se optimizeze sistemul de lucrare al solului asigurându-se o calitate superioară a lucrărilor.

Sistema de mașini trebuie astfel concepută încât să se reducă efectele negative asupra solului, îndeosebi prin limitarea presiunii pe sol. În exploatare se va urmări reducerea numărului de treceri și în mod deosebit eliminarea lucrărilor și a traficului în condiții necorespunzătoare de umiditate, dar și folosirea tractoarelor cu balonaj mărit și presiune joasă în anvelope.

În prezent, compactarea de suprafață (secundară) și stratificarea profilului de sol sunt unanim acceptate ca fiind unele dintre cele mai negative consecințe ale agriculturii convenționale.

Cauzele compactării solului sunt multiple și în general cunoscute iar din acestea derivă și metodele de corectare a compactării: prelucrarea solurilor la umiditate adecvată, reducerea numărului de treceri pe suprafața solului, scăderea presiunii utilajelor agricole pe unitatea de suprafață, asolamente cu un număr mare de culturi neprășitoare, variația adâncimii de lucrare a solului, îmbunătățirea drenajului solului, creșterea materiei organice din sol.

Rezistența specifică la arat, adeziunea, gonflarea, contracția, consistența, plasticitatea, indicele agrofizic al solului etc. sunt alți indicatori care urmăresc evaluarea și parametrizarea optimului agrofizic al solului în raport cu planta și tehnologia de cultură. Acești indicatori sunt utilizați în special în activitatea de cercetare, iar metodele de determinare și interpretare sunt prezentate în cadrul lucrărilor practice de agrotehnică.

Adeziunea și consistența solului se pot evalua direct în teren, după modalitățile practice prezentate în tabelele 2.8, 2.9 și 2.10 (6).

Tabelul 2.8

Clase de adezivitate a materialului de sol

Denumire	Modalități practice de apreciere
Neadeziv	materialul de sol nu aderă de degete prin presare;
Slab adeziv	aderă de degete, dar se desprinde ușor, degetele rămânând curate;
Moderat adeziv	aderă de degete și se desprinde cu greutate de pe degete, care rămân ușor murdărite;
Foarte adeziv	materialul aderă puternic de degete și se întinde evident când degetele se îndepărtează; materialul se desprinde foarte greu de pe degete care rămân murdărite cu pământ.

Tabelul 2.9

Clase de consistență a solului în stare umedă

Denumire	Modalități practice de apreciere
Necoeziv	material mobil;
Foarte friabil	se sfărâmă ușor la presiune slabă;
Friabil	se sfărâmă la presiune ușoară-moderată între degete;
Tare (ferm)	se sfărâmă la presiune moderată, rezistența pe care o opune este sesizabilă;
Foarte tare	se sfărâmă la presiune puternică și greu între degete;
Extrem de tare	se sfărâmă la presiune foarte puternică, nu se poate sfărâma între degete.

Tabelul 2.10

Clase de consistență a solului în stare uscată

Denumire	Modalități practice de apreciere
Necoeziv	material mobil;
Slab coeziv	se sfărâmă cu ușurință în praf sau grăunți de nisip;
Moderat coeziv	se rupe ușor între degete;
Dur	materialul poate fi rupt în mână fără dificultate, dar greu între degete;
Foarte dur	poate fi rupt în mână cu dificultate;
Extrem de dur	nu poate fi rupt în mână.

Cunoașterea azeziunii solului prezintă importanță practică, întrucât dă relații despre momentul optim de lucrare al solului, rezistența la prelucrare, consumul de combustibil și în consecință indică măsurile agrotehnice de îmbunătățire a acestei însușiri a solului. Solurile cu consistență și plasticitate mare au influență negativă asupra creșterii rădăcinilor plantelor, se lucrează greu, opun rezistență mare la arat și au un interval scurt de lucrare a solului.

Consistența redusă și solurile neplastice determină condiții nefavorabile dezvoltării plantelor, capacitate redusă de reținere a apei și elementelor nutritive, permeabilitate mare și risc de eroziune eoliană.

Cele mai bune însușiri le prezintă solurile cu consistență și plasticitate mijlocie, care se lucrează ușor și bine, cu un consum redus de carburanți.

2.4. INDICATORII HIDROFIZICI AI FERTILITĂȚII SOLULUI

Indicatorii hidrofizici ai fertilității solului, utilizați în practica agricolă sunt: indicii hidrofizici și relațiile solului cu apa, mișcarea apei în sol, permeabilitatea pentru apă (infiltrația, filtrația), capacitatea de a reține apa (rezerva de apă utilă), ascensiunea capilară a apei (pentru solurile cu aport freatic) ș.a.

Indicii hidrofizici ai solului reprezintă valorile umidității la care se petrec schimbări evidente în ceea ce privește reținerea, mobilitatea și accesibilitatea apei din sol. Dintre indicii hidrofizici, unii au legătură cu intervalul umidității active (IUA), având o importanță practică deosebită, cum sunt coeficientul de higroscopicitate, coeficientul de ofilire, capacitatea de câmp, iar alții dau o orientare în privința repartizării spațiului lacunar din sol, respectiv capacitatea capilară și capacitatea totală pentru apă. Importanța practică a indicilor hidrofizici ai solului este dată de precizarea relațiilor care există între sol - umiditatea acestuia și tehnologia aplicată (limitele și intervalele de traficabilitate, lucrabilitate). Indicii hidrofizici se pot materializa prin indicarea conținutului de apă al solului în momentul apariției unei schimbări privind proprietățile amintite.

Valoarea umidității corespunzătoare diferiților indici hidrofizici este dependentă de o serie de factori, ca textura, structura, conținutul de humus,

starea de așezare a solului etc. Din această cauză, având în vedere diversitatea tipurilor de soluri la nivel național, regional sau chiar local, încadrarea între limite de favorabilitate universal valabile ale indicilor hidrofizici este foarte dificilă. În acest sens și în scop practic, determinarea acestora se finalizează prin interpretarea lor diferențiată pe însușirile intrinseci ale solului analizate la nivel de teritoriu ecologic omogen (TEO).

Mișcarea apei în sol este un fenomen deosebit de important pentru definirea caracteristicilor și fertilității solului. Ea condiționează pătrunderea în sol a apei din precipitații sau irigații (permeabilitatea), răspândirea și circulația ei în sol, drenarea excesului, consumul productiv de către plante, pierderile neproductive prin evaporare etc.

Permeabilitatea pentru apă a solului este proprietatea solului de a permite trecerea unui curent descendent de apă, mai lent sau mai rapid.

Permeabilitatea se exprimă prin cantitatea de apă care poate trece printr-o probă de sol, într-un timp dat și depinde în principal de doi factori: mărimea porozității totale și diametrul porilor.

În mod indirect, permeabilitatea solului pentru apă este influențată de textura solului, structura acestuia, conținutul de humus și gradul de afânare, care de fapt influențează direct porozitatea și diametrul porilor. Pătrunderea apei din precipitații în sol și creșterea rezervelor de apă pe profilul solului depind sau sunt influențate de cantitatea și intensitatea precipitațiilor, de temperatura apei și a solului, de panta și expoziția terenului, de diferențierea texturală a profilului de sol etc. În cazul solurilor cu stratificații, permeabilitatea pentru apă depinde de proprietățile hidrofizice ale orizontului cel mai puțin permeabil, de textura și compactitatea acestuia.

În procesul de pătrundere și trecere a apei prin sol se disting două faze: infiltrația - sau permeabilitatea solului nesaturat și filtrația - sau permeabilitatea solului saturat.

Infiltrația are valori mari la început, când solul este uscat; pe măsura saturării solului cu apă, a gonflării acestuia, valoarea vitezei de infiltrație scade. În cazul în care aportul apei gravitaționale continuă, procesul infiltrației trece direct în procesul de filtrație. În mod obișnuit, viteza filtrației este de zeci de ori mai mică decât cea a infiltrației. Viteza de filtrație reprezintă viteza de percolare a apei gravitaționale.

Cunoașterea permeabilității pentru apă a solului prezintă importanță pentru stabilirea măsurilor agrotehnice de îmbunătățire a acesteia (scarificări,

afânări, drenuri, amendări etc.) și o mai bună dirijare a regimului apei în sol, pentru irigații (calculul duratei udării, calculul mărimii debitului de apă) etc.

Permeabilitatea este excesivă la solurile nisipoase și foarte mică la solurile argiloase. Solurile bogate în humus, structurate și afânate, au o porozitate bună, fiind permeabile, în timp ce solurile cu conținut redus de humus, cu predominarea proceselor de argiloiluviere, cu structură distrusă, formează straturi impermeabile.

Pătrunderea apei în sol este favorizată, pe terenurile plane sau cu pantă redusă, de afânările efectuate, de continuitatea pe verticală a porilor, de ameliorarea indicilor agrofizici ai solului etc., iar pe terenurile în pantă de prezența vegetației ierboase, a mulciului, a brazdelor executate pe direcția curbelor de nivel ș.a.

Creșterea permeabilității și a capacității de înmagazinare a apei în sol se realizează în mod direct, prin lucrările de bază ale solului și prin lucrări pedoameliorative și în mod indirect, prin fertilizare organică și asolamente adecvate.

Umiditatea momentană, rezerva de apă totală și utilă existentă la un moment dat în sol permit aprecierea posibilităților de aprovizionare a plantelor cu apă, servesc în tehnica irigației, la determinarea regimului hidric al solului și pentru a preciza măsurile agrotehnice care trebuie luate. Acestea se determină pe adâncimea care interesează, de regulă pentru stratul de sol în care se dezvoltă majoritatea rădăcinilor.

Apa capilară circulă în sol sub acțiunea forțelor capilare, în toate sensurile. Mișcarea are loc întotdeauna dinspre zonele mai umede spre cele mai puțin umede. Apa din precipitații sau irigație se înmagazinează în straturile mai profunde ale solului. În perioadele secetoase apa capilară se mișcă în sens ascendent de la nivelul pânzei de apă freatică sau a straturilor mai umede din adâncime, spre straturile de la suprafață, mai uscate. Apa capilară circulă și lateral, pentru egalarea diferențelor de potențial al apei.

Noțiunea de “apă freatică” are din punct de vedere agricol un sens aparte, deosebit de cel atribuit în hidrogeologie, motiv pentru care este recomandat termenul de “apă pedofreatică”. O apă freatică în accepțiunea hidrogeologică ca prim orizont acvifer (prin definiție orizontul acvifer fiind suficient de bogat în apă și cu suficient debit pentru a fi folosit în alimentări cu apă) se întâlnește rareori în limitele straturilor de sol și în roca parentală. De aici și o oarecare discordanță între studiile hidrogeologice și cele pedologice (pedohidrologice). Orizontul de apă întâlnit în profilul cultural

prezintă, de cele mai multe ori, caracteristicile de debit ale unui orizont supraacvifer, fapt pentru care este adesea denumit de hidrogeologi "suprafreatic". Accepțiunea de *apă pedofreatică* este mai cuprinzătoare, incluzând atât primul orizont acvifer considerat ca atare în hidrogeologie, cât și orice strat saturat cu apă întâlnit în profilul solului sau imediat sub acesta, unde presiunea la suprafața apei din strat este egală cu cea atmosferică (presiune hidrostatică zero).

Din punct de vedere pedohidrogeologic se pot întâlni următoarele niveluri ale apei pedofreatice, cu influențe asupra formării solului și a măsurilor agroproductive:

- în partea superioară a versanților, pe culmi și platouri, apa pedofreatică se află la o adâncime mai mare de 20 m și practic aceasta nu influențează formarea solului.

- în partea inferioară a versanților intervin izvoarele de coastă cu debite permanente sau temporare și scurgerile hipodermice, paralele cu suprafața solului, la adâncimi de 60-100 cm, generate de prezența orizonturilor impermeabile, influențând astfel procesul de formare al solurilor prin pseudogleizarea (stagnogleizarea) acestora.

La baza versanților și pe terase adâncimea pânzei pedofreatice este de 2-8 m și în funcție de înălțimea ascensiunii capilare, aceasta influențează sau nu procesele care se desfășoară în sol.

- pe lunci, pânza pedofreatică se situează între 0,5-3 m, favorizând procesele de gleizare specifice solurilor formate.

Apele din izvoarele de coastă umectează solurile în aval, determină apariția pseudogleizării și obligă la un anumit tip de folosință a terenurilor, acestea fiind favorabile pentru fânețe și pășuni. Izvoarele de coastă sunt mai frecvente în zonele cu relief fragmentat, unde acumulările creează țâșniri de apă, cu vegetație hidrofilă. Izvoarele produc deplasarea și acumularea unor cantități însemnate de săruri minerale, mai mult sau mai puțin solubile. Astfel, izvoarele pot produce acumulări importante de carbonat de calciu, oxizi de fier, săruri solubile de sodiu ș.a.

Acumularea apei deasupra straturilor greu permeabile înclinate, intercalate între straturi permeabile, poate produce alunecări, prăbușiri, frământări de straturi, scurgeri de sol etc. deosebit de periculoase pentru stabilitatea versanților.

Pentru practica agricolă au o semnificație deosebită următoarele trei fenomene legate de ascensiunea capilară a apei în sol:

1. Ascensiunea capilară în solurile la care apa pedofreatică se găsește la adâncime suficient de redusă pentru ca ridicarea prin capilaritate să atingă profilul de sol.

2. Prezența franjului capilar în cuprinsul stratului de sol explorat de sistemul radicular al plantelor de cultură conduce la folosirea unei părți din apa care ajunge la nivelul rădăcinilor prin ascensiune capilară (figura 2.3) (7). Această cantitate de apă se numește aport freatic și ea se ia în calcul la stabilirea necesarului de apă.

3. Ascensiunea capilară a apei din straturile superioare ale solului poate conduce la pierderea prin evaporare a apei din sol. Execuția unei afânări superficiale cu spații largi necapilare și întreruperea corespondenței porilor cu aerul atmosferic împiedică urcarea apei prin capilaritate până la suprafață și astfel se micșorează cantitatea de apă evaporată.

Cunoașterea caracteristicilor ascensiunii capilare a unui sol, a înălțimii și vitezei de urcare a apei, prezintă deosebită importanță practică, influențând producția. Se pot face astfel aprecieri privind posibilitatea folosirii de către plante a apei din pânza pedofreatică sau din straturile umede mai profunde ale solului. La majoritatea solurilor ascensiunea capilară nu depășește 2 m. În aceste cazuri, dacă pânza de apă pedofreatică este la o adâncime mai mare de 2 m față de ramificațiile radiculare, apa nu poate fi folosită de plante. La solurile nisipoase apa urcă prin capilaritate numai 0,5-1 m însă poate urca și până la 4 m la solurile argiloase.

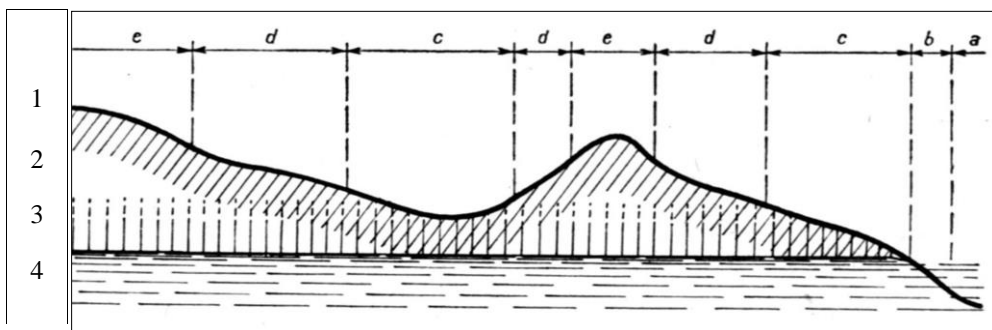


Figura 2.3 - Influența apei freatice asupra aprovizionării solului prin ascensiune capilară

1-stratul de sol; 2-zonă cu umiditate constantă (orizont mort, e);
3-zonă umezită capilar (c=1-1,5 m; d=1,5-4 m); 4-stratul acvifer (a, b).

De mare importanță este și viteza de urcare a apei capilare în sol; la o viteză mică, chiar dacă în sol există rezervă de apă accesibilă, afluxul ei spre rădăcini are loc prea lent față de cerințele plantelor. La o capilaritate a solului prea mare, >70% din porozitatea totală, caracteristică solurilor tasate, nestructurate, către suprafața solului se deplasează o cantitate prea mare de apă și se intensifică evaporarea. Ascensiunea capilară cea mai favorabilă se întâlnește la solurile cu textură mijlocie, bine structurate.

Ameliorarea indicatorilor hidrofizici ai fertilității solului se realizează prin măsuri de reglare a regimului de apă, care asigură înmagazinarea și păstrarea apei în sol, îndepărtarea excesului și a cauzelor acestuia.

2.5. INDICATORII AGROCHIMICI AI FERTILITĂȚII SOLULUI

Indicatorii agrochimici ai fertilității solului sunt reacția solului, capacitatea de reținere și schimb a ionilor aflați în soluția solului, conținutul în elemente nutritive ș.a.

Reacția solului este una dintre cele mai importante proprietăți ale solului, ca mediu pentru creșterea plantelor. Ea poate fi acidă, neutră sau alcalină și este determinată de ionii H^+ și OH^- aflați în soluția solului. Reacția solului se exprimă prin indicele pH și reprezintă logaritmul negativ al concentrației ionilor de hidrogen. pH-ul apei pure reprezintă punctul de neutralitate al scării pH și are valoarea 7. Prin acidulare valoarea acestui indice se micșorează de la 7 spre 1, iar prin alcalizare crește de la 7 spre 14. Intervalul de variație este astfel de la 1 la 14 (tabelul 2.11) (13).

Tabelul 2.11

Aprecierea reacției solurilor după valorile pH (pH-ul în suspensie apoasă în raport sol/soluție de 1:2,5)

pH	Aprecierea reacției	pH	Aprecierea reacției
< 3,5	extrem de acidă	6,81-7,20	neutră
3,51-4,30	foarte puternic acidă	7,21-8,40	slab alcalină
4,31-5,00	puternic acidă	8,41-9,00	moderat alcalină
5,01-5,80	moderat acidă	9,01-9,40	puternic alcalină
5,81-6,80	slab acidă	9,41-10,00	foarte puternic alcalină
		> 10,01	extrem de alcalină

Mediul optim pentru plante, sub aspectul reacției, este foarte diferit (tabelul 2.12) (13). În general, plantele nu suportă un pH < 4-5 sau unul >9.

Majoritatea plantelor preferă reacția neutră (pH = 6,8-7,2), altele pe cea slab acidă (pH = 5,8-6,8) și puține pe cea slab alcalină (pH = 7,2-8,4). Valorile extreme ale pH-ului trebuie corectate cu ajutorul amendamentelor. Pe solurile acide se folosesc piatra de var măcinată, var nestins, var stins, marnă, tuf calcaros, carbonat de calciu rezidual, spumă de defecație de la fabricile de zahăr, zgură metalică de furnal etc. Pe solurile alcaline se aplică fosfogips, gips, praf de lignit, sulf nativ, celolignină, clorură de calciu etc.

Tabelul 2.12

Cerințele plantelor față de reacția solului

Plante	Limite pH	Plante	Limite pH	Plante	Limite pH
Plante de câmp și furajere					
<i>Festuca ovina</i>	4,5-6,0	Sorg	5,5-7,5	Trifoi	6,0-7,0
Cartof	5,0-6,0	Rapiță	5,8-6,7	Floarea-soarelui	6,0-7,5
Ovăz	5,0-6,0	În pentru fuior	6,0-6,5	În pentru ulei	6,0-8,0
Orez	5,0-6,0	Cânepă	6,0-7,0	Lucernă	6,5-7,5
Secară	5,0-6,0	<i>Dactylis</i>	6,0-7,0	Orz	6,5-8,0
Grâu	5,5-7,5	<i>Lolium</i>	6,0-7,0	Sfeclă pentru zahăr	7,0-7,5
Porumb	5,5-7,5	Mazăre	6,0-7,0	Rapiță	7,0-8,0
Tutun	5,5-7,5	Fasole	6,0-7,0	Sfeclă furajeră	7,0-8,0
Legume					
Hrean	5,5-7,0	Dovleci	6,0-7,0	Varză	6,7-7,4
Tomate	5,5-7,0	Țelină	6,0-7,0	Conopidă	7,0-8,0
Morcov	5,8-7,0	Spanac	6,0-7,0	Fasole de grădină	7,0-8,0
Pepene verde	6,0-7,0	Salată	6,0-7,5	Praz	7,0-8,0
Pomi, arbuști fructiferi, viță de vie					
Agriș	4,6-4,8	Măr	5,5-7,0	Cais	7,0
Zmeur	5,0-6,0	Păr	6,0-7,5	Vișin	7,0-8,0
Viță de vie	5,5-6,3	Coacăz	6,0-7,0	Gutui	7,0-8,0
Citrice	5,5-7,0	Prun	6,0-7,0	Migdal	7,0-8,0
Plante ornamentale					
<i>Rhodendron</i>	4,0-5,0	<i>Magnolia</i>	5,0-6,0	<i>Gianthus</i>	6,0-7,0
<i>Tradescantia</i>	4,0-5,0	<i>Tris</i>	5,0-7,0	<i>Fresia</i>	6,0-7,0
<i>Beonia elatior</i>	4,5-5,0	<i>Gladiolees</i>	6,0	<i>Tulipa</i>	6,0-8,0
<i>Fuchsia</i>	5,0-6,0	<i>Anemone</i>	6,0-7,0	<i>Chrysanthemum</i>	7,0-8,0

Cunoașterea reacției solului și ameliorarea acesteia este deosebit de importantă, deoarece de aceasta depinde comportarea plantelor de cultură și a microorganismelor din sol, mobilitatea elementelor nutritive, efectul erbicidelor aplicate la sol etc.

Criteriile care stau la baza stabilirii necesității corectării reacției acide a solurilor și cuantificarea concretă a urgenței de aplicare a amendamentelor sunt următoarele: gradul de saturație în baze (V_{Ah}) sub 75%, pH-ul solului (pH_{H_2O}) < 5,8 și prezența aluminiului schimbabil.

Aprecierea oportunității calcarizării solurilor acide se poate determina și prin raportul dintre Al^{3+} schimbabil și suma bazelor de schimb ($Al^{3+}/SB \times 100$) mai mare de 2,5 (5) în Ap.

Practica agricolă a arătat că cele mai valoroase informații cu privire la nevoia de amendamente se obțin prin analiza chimică a solului: pH-ul, aciditatea hidrolitică (Ah), conținutul de hidrogen schimbabil (SH), baze schimbabile (SB), gradul de saturație în baze (V), textura, precum și conținutul de Al^{3+} și Mn^{2+} forme schimbabile.

Pe baza acestor determinări, literatura de specialitate evidențiază numeroase posibilități de stabilire a dozelor de amendamente și anume: în funcție de $pH_{(HCl)}$ și textura solului, în funcție de aciditatea hidrolitică (Ah), în funcție de gradul de saturație în baze existent, gradul de saturație în baze dorit a fi realizat și suma bazelor schimbabile.

În mod obișnuit, dozele de amendamente calcaroase folosite pentru corectarea acidității solurilor sunt cuprinse între 2 și 8 t/ha. Se consideră că pentru a schimba reacția solului cu o unitate pH, în condiții obișnuite, sunt suficiente în medie 2-2,5 t/ha $CaCO_3$ pentru solurile cu textură ușoară și 3,0-3,5 t/ha $CaCO_3$ pentru solurile grele.

Criteriile de stabilire a oportunității ameliorării solurilor saline și alcaline sunt, în general, următoarele: $pH_{(H_2O)}$ peste 8,5; PSA - procentul de sodiu adsorbit (Na^+ schimbabil) mai mare de 10% din T (capacitatea totală de schimb cationic a solului); conținutul de carbonați și bicarbonați ($CO_3^{2-} + HCO_3^-$) mai mare de 1 me/100 g sol; conținutul de săruri ușor solubile depășește 0,8-1% începând din orizontul superior și se menține la conținut ridicat pe întreg profilul; conținutul de săruri ușor solubile din orizontul superior depășește 0,3% și solul prezintă pericol de intensificare a salinizării prin ridicarea nivelului apelor pedofreatice mineralizate.



Înlăturarea însușirilor necorespunzătoare ale solurilor saline și alcaline se realizează printr-un complex de măsuri care cuprind: amendarea gipsică, spălarea sărurilor, cultivarea unor plante tolerante la sărăturare și altele. Solonceacurile cer mai ales lucrări de spălare și drenaj, solonețurile cer pe lângă aceste măsuri și aplicarea amendamentelor cu gips, care sunt materiale cu reacție fiziologic acidă ce conțin și calciu în vederea înlocuirii sodiului din complex.

Dozele de amendamente se calculează ținând cont de conținutul solului în sodiu schimbabil, alcalinitatea dată de carbonații și bicarbonații de sodiu, de capacitatea de schimb cationic a solului și de valoarea de acidifiere a materialului utilizat ca amendament.

Capacitatea de reținere și schimb a ionilor aflați în soluția solului reprezintă principala proprietate a coloizilor solului, particule cu diametrul < 2 microni, de natură organică, minerală sau organo-minerală, care nu se dizolvă ci formează suspensii coloidale, conțin particule încărcate electric etc. La baza alcătuirii coloizilor stau micellele coloidale.

Principalele forme de reținere (adsorbție) sunt: *mecanică* (bazată pe principiul sitei), prin care se rețin substanțe minerale sau organice mai mari decât diametrul porilor, *fizică* (se rețin moleculele de apă, de amoniac), *fizico - chimică* (se rețin cationi) și *chimică* (se rețin anioni).

O importanță deosebită prezintă adsorbția cationică sau reținerea fizico - chimică (sorbția nespecifică sau schimbul de cationi), care reprezintă capacitatea cationilor din stratul difuz al coloizilor din sol de a putea fi schimbați în condiții de echivalență de către cationii din soluția solului. Sunt reținuți adsorbțiv cationii de Ca, Mg, K, NH_4 , Na, Mn, Fe, H, Al, Li etc., fiind feriți de levigare. Din complex, cationii trec treptat în soluția solului conform legilor proporțiilor echivalente, echilibrului, reversibilității și energiei de reținere. Pentru caracterizarea acestei forme de reținere se folosesc noțiunile de S_B , S_H , T și V. Suma bazelor schimbabile (S_B) reprezintă totalitatea cationilor bazici adsorbiți de complexul coloidal, iar suma cationilor acizi (S_H) este totalitatea cationilor de hidrogen și de aluminiu reținuți adsorbțiv de complexul argilo - humic. Capacitatea totală de schimb cationic (T) reprezintă suma cationilor bazici și acizi adsorbiți ($S_B + S_H$). S_B , S_H , T se exprimă în me/100g sol uscat la 105 °C.

Gradul de saturație în baze (V) reprezintă ponderea cationilor bazici din capacitatea totală de schimb cationic și se exprimă în procente:

$$V (\%) = S_B/T \times 100 = S_B/(S_B + S_H) \times 100.$$

Se observă că dacă $S_H = 0$, atunci $T = S_B$ și $V = 100\%$.

Conținutul de elemente nutritive mobile (accesibile sau asimilabile) reprezintă un factor de vegetație indispensabil plantelor. Pentru completarea deficitului de elemente nutritive, se folosesc îngrășăminte naturale și chimice, biopreparate, îngrășăminte verzi, asolamente cu solă săritoare etc. Necesitatea de aprovizionare a solului cu elemente nutritive se calculează pe baza analizei agrochimice a solului și stabilirea elementelor care sunt în carență. Clasele de conținut se apreciază conform tabelului 2.13 (6).

Tabelul 2.13

Interpretarea datelor agrochimice privind asigurarea solului cu forme mobile de azot, fosfor și potasiu

Clase de asigurare	Humus (%)		IN	PAL (ppm, P)	KAL (ppm, K)		
	Soluri cu textură grosieră	Soluri cu textură mijlocie și fină	Pentru toate tipurile de sol	Pentru toate tipurile de sol	Soluri cu textură grosieră	Soluri cu textură mijlocie	Soluri cu textură fină
Foarte scăzută	≤ 0,5	≤ 1,0	≤ 1,0	< 8	< 50	< 66	< 80
Scăzută	0,5-1,0	1,1-2,0	1-2	8 -18	50-100	66-132	80-160
Mijlocie	1,1-2,0	2,1-4,0	2,1-4,0	18-36	100-150	132-200	160-240
Ridicată	2,1-4,0	4,1-8,0	4,1-6,0	36-72	150-200	200-265	240-230
Foarte ridicată	> 4,0	>8,0	> 6,0	>72	> 200	> 265	> 320

2.6. INDICATORII AGROBIOLOGICI AI FERTILITĂȚII SOLULUI

Indicatorii agrobiologici ai fertilității solului sunt materia organică (humusul), activitatea biologică (numărul organismelor din sol, activitatea enzimatică, respirația solului, indicatorul biologic al fertilității solului), starea fitosanitară (potențialul de îmburuienare - rezerva de semințe de buruieni și cartarea buruienilor, prezența dăunătorilor, a agenților fitopatogeni, poluarea cu elemente toxice etc.). Toți acești indicatori se determină prin metode de precizie în laboratoare de specialitate.

Humusul reprezintă sursa energetică principală a solurilor, cu o influență benefică asupra majorității proprietăților lor. Terenul fără humus nu poate fi considerat sol. Solurile au un conținut în humus foarte diferit, atât cantitativ cât și calitativ, în funcție de vegetația naturală sub care s-au format, clima, relieful, tipul de sol, tehnologia de cultură etc.

Substanțele humice determină culorile solurilor, care pot fi cenușii, brune până la negre. După nuanța de culoare, poate fi apreciată în teren următoarea scară în conținut de humus:

- soluri lipsite practic de humus sau conținut de humus sub 1%, prezintă în Ap culori deschise: albicioase, gălbui, cenușii-albicioase;
- soluri sărace în humus (cca. 2%), au culoare gălbui-brună, brună-gălbui, brună-roșcată;
- solurile bogate în humus (cca. 3-4 %) sunt brune-închis, negricioase sau negre.

Sunt situații când și soluri sărace în materie organică au culoare închisă, datorită compușilor de fier și humus, carbonatului elementar, compușilor de mangan, magnetitului etc. Adâncimea culorii depinde de natura, distribuția materiei organice, precum și de cantitatea totală a acesteia. În solonețurile puternic alcaline, materia organică foarte dispersată acoperă fiecare particulă de sol, conferind solului o culoare aproape neagră chiar la un conținut relativ redus de materie organică totală.

Dacă ne referim la întreg teritoriul arabil al țării, cantitatea de humus reprezintă aproape un miliard de tone pe adâncimea de 0-20 cm și două miliarde de tone pe adâncimea de 0-50 cm. În medie, terenurile agricole din țara noastră au rezerve mijlocii de humus, valoarea mediei ponderate a acestora fiind de 136 tone/ha. Materia organică constituie substratul energetic pentru viața din sol.

Humusul are și o importanță energetică. O tonă de humus echivalează, din punct de vedere energetic, cu 0,6 tone de petrol, cu 666,7 tone gaz metan și cu o tonă de cărbune (14). Humusul are și o mare importanță ecologică, prin diminuarea poluării mediului înconjurător cu substanțe xenobiotice. Humusul constituie un rezervor de elemente nutritive pentru plante și microorganisme, pe care le pune la dispoziția acestora în urma proceselor biochimice de mineralizare, schimb de ioni și de solubilizare.

Între conținutul de humus și producțiile agricole este o corelație pozitivă, acestea fiind cu atât mai mari cu cât rezerva de humus este mai bună. De aceea, conținutul de humus reprezintă o problemă de importanță majoră.

Dintre consecințele bilanțului negativ al humusului din sol, amintim următoarele: degradarea structurii, intensificarea tasării, reducerea permeabilității, creșterea nevoii aplicării îngrășămintelor minerale și mai ales organice, apariția carenței unor microelemente, scăderea activității microorganismelor, creșterea rezistenței solului la efectuarea lucrărilor agricole, micșorarea capacității de tamponare, creșterea efectului fitotoxic al unor metale grele și a eroziunii pe versanți, micșorarea eficienței irigației etc.

Ameliorarea conținutului de humus al solului se realizează în special prin introducerea în sol a materiei organice sub formă de gunoi de grajd, îngrășământ verde, resturi vegetale etc.

Procesul de humificare este însoțit de cel de mineralizare și împreună constituie două procese antagoniste care asigură circuitul biologic al materiei în natură. În condițiile bioclimatice specifice țării noastre, cantitatea de humus care se mineralizează anual reprezintă între 1-3% din rezervele de humus ale solului (15). În agricultura intensivă, conținutul de humus în stratul arabil scade anual cu 0,01-0,02% adică cu 0,5-5 t/ha. Pentru menținerea proporției de humus, în sol trebuie să se încorporeze anual circa 7-10 t/ha materie organică, iar pentru un bilanț pozitiv este necesar a aplica anual 10-15 t/ha (16). În prezent, pierderile de humus sunt „mascate” de folosirea îngrășămintelor, a tehnologiilor moderne de cultură, a soiurilor (hibrizilor) de mare randament etc.

Utilizarea îngrășămintelor organice și dozele aplicate trebuie încadrate în contextul general al agrotehnicii aplicate pentru armonizarea sistemului de fertilizare cu organizarea asolamentului, cu dirijarea factorilor de vegetație, trofici și tehnologici, în scopul optimizării relației sol - plantă - tehnologie de cultură - eficiență. Dozele de îngrășămintă organice se calculează în funcție de asolament, însușirile agrochimice și compoziția granulometrică a solului, întrucât acestea influențează favorabil atât starea de așezare, cât și compoziția chimică a solului. Pentru a avea efecte maxime, fertilizarea organică se asociază cu cea minerală.

În cadrul asolamentului, aplicarea gunoiului de grajd se efectuează la intervale de 2-4 ani, existând plante care valorifică bine gunoiul aplicat

direct, iar altele dimpotrivă valorifică foarte bine efectul remanent al gunoiului de grajd aplicat culturilor premergătoare.

Activitatea biologică și procesele care se petrec ca urmare a activității organismelor din sol au influență hotărâtoare asupra fertilității acestuia și ca urmare asupra producției vegetale. Astfel, din multitudinea de procese biologice și biochimice deosebit de dinamice din sol, esențiale din punct de vedere agrotehnic, sunt procesul de formare al humusului (humificare), mineralizarea materiei organice și eliberarea de elemente folosite în nutriția plantelor (amonificarea, nitrificarea, denitrificarea), activitatea enzimatică a solului, relațiile dintre rădăcinile plantelor și microorganismele din sol (fixarea azotului atmosferic), relațiile dintre microorganismele din sol (comensualismul, protocooperarea, simbioza, competiția, amensualismul, parazitismul, predatorismul) și relațiile dintre rădăcinile diverselor plante (favorabile sau antagoniste).

Cunoașterea viețuitoarelor din sol, a proceselor și relațiilor pe care le determină, permite aplicarea măsurilor agrotehnice de dirijare și reglare a factorului biologic și implicit asigură menținerea sau ameliorarea fertilității biologice a solului, prin urmare obținerea unor producții stabile în timp.

Activitatea biologică a solului poate fi cunoscută și apreciată după mai multe criterii, unul dintre acestea fiind și numărul de indivizi dintr-o anumită grupă de organisme (nr. bacteriilor, nr. rămelor etc.). Numărul de indivizi nu poate fi întotdeauna un indicator sigur, deoarece, deseori, o parte dintre aceștia se află în stare de repaus. O evaluare mai exactă se obține dacă, pe lângă numărul organismelor, se determină activitatea acestora (enzimatică, respiratorie) și efectele proceselor care le induc (schimbul de substanțe).

Starea fitosanitară a solului se referă la frecvența buruienilor, agenților fitopatogeni, dăunătorilor și poluarea cu elemente toxice.

Cunoașterea stării fitosanitare a solului presupune determinarea potențialului de îmburuienare a terenului prin determinarea rezervei de semințe de buruieni din sol, determinarea gradului de îmburuienare al culturilor (speciile de buruieni și dominanța acestora), cartarea buruienilor, identificarea cauzelor și surselor de îmburuienare (fertilizare neadecvată, asolament nerațional, exces temporar de apă, lucrări agrotehnice necorespunzătoare, rezerva de semințe din sol, lipsa măsurilor preventive etc.), determinarea dăunătorilor, a agenților fitopatogeni și a elementelor toxice cu caracter poluant.

Datorită cantității mari de semințe de buruieni pe care o deține solul și a timpului îndelungat în care acestea își păstrează facultatea germinativă, solul reprezintă principala sursă de îmburuienare a culturilor agricole. De asemenea, solul reprezintă principalul depozitar al bolilor și dăunătorilor plantelor de cultură, precum și a poluanților eliminați de industrie în mediul înconjurător.

Poluarea solului se poate realiza cu diferite *substanțe organice sau anorganice din afara agriculturii* (deșeuri și reziduuri, hidrocarburi, metale grele, substanțe radioactive, dejecții umane, agenți patogeni, produse petroliere etc.) sau *substanțe și produși chimici utilizați în agricultură* (pesticide, fertilizanți etc.). Indicatorii sanitari ai poluării solului sunt astăzi mult rămași în urmă, în comparație cu cei pentru aer, apă, plante și animale. Astfel, se consideră un criteriu de bază acela că substanța chimică poluantă să nu depășească limitele normelor sanitare admise în apă, aer, plantă, animal, ca urmare a transferului din sol către aceste medii.

Cei mai utilizați indicatori pentru poluarea organică a solului sunt cei legați de prezența azotului în diferitele sale forme (tabelul 2.14) (17).

Tabelul 2.14

Caracterizarea solului în funcție de raportul formelor de azot din sol

Grad de poluare	$N_{(NH)3} / N_{total} \%$	$N_{organic\ teluric} / N_{organic\ total}$
Sol curat	0-2	> 0,95
Sol slab poluat	2	0,85-0,95
Sol mijlociu poluat	2-2,5	0,70-0,85
Sol puternic poluat	2,5-3,3	< 0,70

Refacerea stării fitosanitare a solului se realizează prin mijloace specifice, complexe, prezentate de discipline ca herbologia, fitopatologia, entomologia, depoluarea solului etc.

Caracterizarea agrotehnică a factorilor ecologici și a fertilității solului conduce în final la stabilirea concretă a măsurilor de ameliorare și a lucrărilor agrotehnice (tabelul 2.15) (6).

Indicatorii fertilității solului împreună cu caracteristicile fizico-geografice ale Teritoriilor Ecologic Omogene (TEO) sunt utilizate pentru *bonitarea terenurilor agricole și stabilirea pretabilității pentru diferite culturi și folosințe*.

Tabelul 2.15

Stabilirea cerințelor de ameliorare și a lucrărilor agrotehnice

Indicatori	Cerințe de ameliorare privind	
	Amenajări de îmbunătățiri funciare	Lucrări agrotehnice
Inundabilitate	îndiguiri - regularizări	culturi tolerante la inundare
Adâncime apa freatică 1-3 m	desecare	lucrări specifice
Adâncime apa freatică sub 1 m	desecare + drenaj	lucrări specifice
Exces de umiditate de suprafață slab-moderat	desecare	drenaj superficial
Exces de umiditate de suprafață puternic	desecare + drenaj	drenaj superficial
Deficit de umiditate	irigație	măsuri de conservare a apei în sol
Salinizare și/sau alcalizare	ameliorarea sărăturilor	spălarea sărurilor, amendare cu gips
Pericol de eroziune în suprafață	amenajări antierozionale	lucrări de conservare a solului
Pantă peste 15 %	terase	sisteme de cultură antierozională
Eroziune de adâncime, ogașe sau ravene	amenajări antierozionale	agrotehnică antierozională
Alunecări sau prăbușiri	drenaj + nivelare capitală	plantații de protecție, sisteme de cultură antierozională
Relief cu crovuri, albiile părăsite	nivelare capitală	lucrări de afânare
pH sub 5,8	-	amendare cu calcar
Grad de tasare sub 0	-	afânare adâncă
Rezerva de humus sub 120 t/ha	-	fertilizare radicală
Schelet în Ap moderat-excesiv	-	adunarea pietrelor
Halde, cariere, gropi	nivelare capitală	ameliorare, recultivare
Poluare	-	combaterea poluării

Indicatorii de bonitare folosiți conform MESP (6) și codurile utilizate în fișa de bonitare sunt: temperatura medie anuală (3 și 3C); precipitațiile medii anuale (4 și 4C); gleizare (14); pseudogleizare (stagnogleizare) (15); salinizare (16); alcalizare (17); textura în Ap (sau în primii 20 cm) (23A); gradul de poluare (29); mezorelief și microrelief (32); pantă (33); expoziție (34); alunecări de teren (38); adâncimea apei freatică (39); inundabilitatea (40); porozitatea totală în orizontul restrictiv (44); permeabilitatea (50); conținutul de CaCO₃ total pe adâncimea 0-50 cm (61); reacția solului în Ap sau în primii 20 cm (63); gradul de saturație în baze în

Ap sau primii 20 cm (69); volumul edafic util (133); rezerva de humus pe adâncimea 0-50 cm (144); amenajări de îmbunătățiri funciare (181).

Coeficienții de bonitare au valori de la 0 la 1, după cum însușirea (indicatorul) este limitativă (total nefavorabilă) sau optimă față de exigența diferitelor folosințe și culturi agricole, notate cu simbolurile: *PS* - pășuni; *FN* - fânețe; *MR* - măr; *PR* - păr; *PN* - prun; *CV* - cireș - vișin; *CS* - cais; *PC* - piersic; *VV* - vie vin; *VM* - vie masă; *GR* - grâu; *OR* - orz; *PB* - porumb; *FS* - floarea-soarelui; *CT* - cartof; *SF* - sfeclă pentru zahăr; *SO* - soia; *MF* - mazăre-fasole; *IU* - in ulei; *IF* - in fibre; *CN* - cânepă; *LU* - lucernă; *TR* - trifoi; *LG* - legume; *AR* - arabil.

Nota de bonitare naturală, pe folosințe și culturi, rezultă în urma înmulțirii cu 100 a produsului coeficienților indicatorilor de bonitare utilizați. Când toți indicatorii utilizați au coeficientul egal cu 1, deci toți sunt optimi față de exigențele unei folosințe sau culturi, valoarea notei de bonitare este maximă, fiind de 100 puncte de bonitare. Cunoscând punctele de bonitare pentru o anumită cultură, se poate stabili producția potențială utilizând echivalentul unui punct de bonitare din tabelul 2.16 (18).

Tabelul 2.16

Echivalentul unui punct de bonitare (p.b.) pentru principalele culturi

Cultura	Kg/p.b.	Cultura	Kg/p.b.	Cultura	Kg/p.b.
Pășuni	200	Vie-masă	170	Mazăre	28
Fânețe	50	Grâu	60	Fasole	15
Măr	300	Porumb	80	In-ulei	15
Păr	300	Orz	60	In-fuior	50
Prun	250	Floarea-soarelui	32	Cânepă	70
Cireș-Vișin	100	Cartof	450	Lucernă	80
Cais-Piersic	150	Sfecla pentru zahăr	500	Trifoi	60
Vie-vin	150	Soia	30	Legume	300

BIBLIOGRAFIE

1. Guș, P., Rusu, T., Bogdan, Ileana, 2004 - *Agrotehnica*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
2. Penescu, A., Ciontu, C., 2001 - *Agrotehnică*. Editura Ceres, București.
3. Ștefanic, Gh., Săndoiu, D.I. Dincă, L., Malancu, A.M., 2017 - *Biologia solurilor agricole*, Ediția a -III-a. Editura Printech, București.
4. Rusu, T., 2005 - *Agrotehnica*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
5. Rusu, T., Bogdan, Ileana, Pop, A.I., 2012 - *Îndrumător de lucrări practice la Agrotehnică*. Editura Grinta, Cluj-Napoca.
6. *Metodologia Elaborării Studiilor Pedologice* - MESP, Vol. I, II și III, 1987. ICPA București.
7. Teaci, D., 1980 - *Bonitarea terenurilor agricole*. Editura Ceres, București.
8. *Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor SRTS*, 2012 - ICPA București.
9. Horn, R., van den Akker, J.J.H., Arvidsson, J., 2000 - *Subsoil compaction. Distribution, Processes and Consequences*. Advances in GeoEcology, n. 32, Germany.
10. Kutilek, M., Nielsen, D.R., 1994 - *Soil hydrology*. Catena Verlag, Germany.
11. Guș, P., Rusu, T., Bogdan, Ileana, 2001 - *Agrotehnică (Vol. I) - Determinări specifice și calitatea lucrărilor solului*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
12. Jităreanu, G., 2015 - *Agrotehnică*, Vol. I. Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
13. Guș, P., Cernea, S., Rusu, T., Bogdan, Ileana, 2004 - *Sisteme de semănat, fertilizat și întreținere a culturilor*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
14. Berca, M., 2011 - *Agrotehnică - transformarea modernă a agriculturii*. Editura Ceres, București.
15. Budoi, Gh., Penescu, A., 1996 - *Agrotehnică*. Editura Ceres, București.
16. Gus, P., Lăzureanu, A., Săndoiu, D., Jităreanu, G., Stancu, I., 1998 - *Agrotehnică*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
17. Mănescu, S., Cucu, M., Diaconescu, M.L., 1994 - *Chimia sanitară a mediului*. Editura Medicală, București.
18. Blaga, Gh., Filipov, F., Rusu, I., Udrescu, S., Vasile, D., 2005 - *Pedologie*. Editura AcademicPres, Cluj-Napoca.

CAPITOLUL 3

MEDIUL DE VIAȚĂ AL PLANTELOR

3.1 CONSIDERAȚII GENERALE

Plantele verzi reprezintă domeniul producției primare în economia naturii și au ca particularități de neînlocuit ale vieții lor metabolismul, creșterea, excitabilitatea, dezvoltarea și reproducția. Aceste particularități se împlinesc în strânsă legătură cu mediul înconjurător.

Plantele de cultură, la rândul lor, se află în continuă și strânsă interdependență cu mediul înconjurător, de unde absorb apa și sărurile nutritive și primesc energia solară. Noțiunea de plantă definește generic un organism ce își extrage, prin rădăcini, hrana din sol sau un substituent al solului. Planta se caracterizează printr-un mod de nutriție specific (materia organică fiind sintetizată direct din materia anorganică), prin prezența clorofilei, fiind alcătuită din rădăcină, tulpină și frunze. Nici un atom de carbon, azot, fosfor etc. care intră în compoziția lor și nici energia pentru sintetizarea materiei organice nu sunt create de către plante, ci sunt luate din mediul înconjurător.

Producția oricărei plante cultivate este rezultanta interacțiunii tuturor factorilor care participă, într-un fel sau altul, la formarea recoltei. Nivelul recoltei depinde de gradul în care fiecare factor și toți la un loc se apropie de valorile optime cerute de biologia plantei. Această condiție globală este rar întâlnită în mediul natural de viață al plantelor, dar ea poate fi ameliorată prin măsuri agrotehnice ca alegerea soiului sau hibridului, adaptarea tehnologiei de cultivare (rotația culturilor, îngrășăminte, desimea de semănat, lucrările solului etc.) și dirijarea factorilor de vegetație, astfel încât “oferta locului” să fie cât mai apropiată de biologia plantei cultivate.

Pornind de la concluzia unanim acceptată că plantele de cultură își exprimă potențialul biologic al soiurilor și hibrizilor în relație directă cu mediul de viață și intervenția omului, este important de precizat care este locul mediului de viață al plantelor în relația planta cultivată – mediul de viață – tehnologia de cultivare. Abordarea sistemică și componenta ecologică a producției agricole obligă la analiza complexă a intervențiilor agrotehnice în mediul de viață al plantelor. Astfel, intervențiile efectuate pentru optimizarea condițiilor de mediu, trebuie să asigure conservarea și reproducerea în timp a acestor resurse, în special cele susceptibile la degradare: solul, materia organică și activitatea biologică a acestuia.

Mediul de viață al plantelor este format din două componente (1):

1. **Condițiile de mediu** (cadrul spațial) – sunt acele componente naturale ale mediului de viață al plantelor *care caracterizează cadrul spațial al existenței vegetației* și în general a vieții pe pământ, fără a avea un rol direct, activ în viața plantelor; aceste componente sunt: *i. Relieful; ii. Roca; iii. Solul – ca spațiu poros cu o anumită structură.*

2. **Factorii de vegetație** (componenta activă) – sunt acele elemente constitutive ale mediului natural *care intervin activ în viața plantelor*, delimitează arealul de cultivare al acestora și determină capacitatea de sinteză a materialului vegetal. Principalii factori de vegetație sunt: *i. Lumina; ii. Temperatura; iii. Apa; iv. Aerul; v. Substanțele nutritive; vi. Activitatea biologică.*

3.2 CONDIȚIILE DE MEDIU

1. **RELIEFUL**, formele de relief prin întindere, dimensiuni, complexitate etc. influențează semnificativ solurile formate, creează topoclimate specifice și diferențiază elementele de tehnologie. Formele de relief în ordinea crescândă a dimensiunilor și complexității lor sunt: microrelieful, mezorelieful și macrolieful.

Microlieful ocupă suprafețe reprezentând de la câțiva zeci de metri pătrați până la câteva sute de metri pătrați și are influență asupra “mozaicării”, complexității învelișului de soluri, determinând caracterul microcombinărilor.

Mezorelieful reprezintă formele de relief de dimensiuni medii: dealuri, vâlcele, văi, terase, versanți, lunci etc. Mezorelieful determină structura învelișului de soluri în limitele teritoriilor ecologic omogene.

Macrorelieful cuprinde cele mai reprezentative forme de relief, care determină aspectul global al unui teritoriu: câmpie, platou, sistem muntos. Macrorelieful determină și reflectă, în concordanță cu condițiile bioclimatice, zonalitatea învelișului de soluri și caracterul combinărilor solurilor tipice pentru zona dată. În fiecare zonă climatică solurile se formează și evoluează până ajung la un stadiu de echilibru (dinamic) de lungă durată al acțiunii factorilor pedogenetici.

Formele de relief, formate în timp prin eroziune geologică (versanți, lunci, terase, culmi, platouri) prezintă importante diferențieri pedologice, agrotehnice și microclimatice, care trebuie cunoscute în scopul cultivării acestor terenuri.

Versanții (pantele, povârnișurile, malurile văii) reprezintă o parte componentă a unei văi, prin care aceasta se leagă de formele pozitive înconjurătoare de relief. Ca lungime, versanții pot fi împărțiți astfel: scurți, cu lungime de până la 200 m între axul văii și cumpăna apelor; mijlocii (200-400 m) și lungi, cu peste 400 m între axul văii și cumpăna apelor. Mărimea și părțile componente ale versantului au influență directă, uneori diferită, asupra agrotehnicii aplicate. Totodată trebuie înțeles că versantul evoluează unitar, iar segmentele în care acesta ar putea fi divizat evoluează în strânsă legătură unele cu celelalte, influențându-se reciproc.

Cele patru segmente posibile pot fi: *rectilinii* (drepte) - pe aceste segmente scurgerile sunt uniforme, cu tendințe de a se accentua totuși spre baza lor; *concave* - eroziunea cea mai puternică se înregistrează în partea din amonte, iar cea din aval este colmatată cu materialul erodat; *convexe* - eroziunea este mai accentuată în avalul acestui segment, adică acolo unde și panta este mai mare; *sub formă de trepte* - scurgerea și eroziunea sunt diminuate datorită platformelor existente.

Profilul versantului poate fi reprezentat în întregime de un singur segment sau poate fi format dintr-o succesiune de forme diferite. Astfel, în funcție de situația concretă, profilul versantului poate fi *simplu*, când unul dintre cele patru segmente ocupă peste 90% din lungimea versantului și *complex*, când în lungul versantului apar mai mult decât unul din cele patru segmente.

Expoziția versanților interesează în mod deosebit pentru stabilirea corectă a modului de folosință a terenurilor, la culturile incluse în rotație și tehnologia de cultivare, în special la stabilirea adâncimii și epocii de semănat.

Versanții cu expoziție sudică, sud-estică, sud-vestică sunt însoriți, abrupti, (cu înclinare de 10-25-45°), sunt scurți sau mijlocii (de circa 200-400 m), cu segmente drepte sau convexe erodate în partea superioară și partea inferioară de regulă concavă și colmatată.

Versanții nordici, nord-estici, nord-vestici sunt umbriți și mai reci, cu pante line (înclinare de 3-15°), mai lungi (circa 800 m), cu segmente concave și convexe dând aspectul vălurit al reliefului. Frecvente pe versanții nordici, în special pe terenurile folosite ca arabil, sunt fenomenele de hidromorfism, în special pseudogleizarea, favorizată atât de relief cât și de litologie (materiale parentale cu textură fină) și hidrogeologie (izvoare de coastă).

Versanții cu orientare vestică și estică sunt intermediari între primele două categorii, privind căldura și umiditatea. Versanții estici sunt încălziți ziua înainte de amiază, iar cei vestici după-amiază.

Versanții, prin pantă și expoziție, creează diversificarea topoclimatelor, repartiția solurilor, sensul și intensitatea proceselor pedogenetice, troficitatea și modul de folosință a terenurilor. După gradul de înclinare, versanții se clasifică în *plani*: 0-3%; *slab înclinați*: 3-10%; *moderat înclinați*: 10-15%; *puternic înclinați*: 15-25%; *foarte puternic înclinați*: 25-35%; *abrupti*: peste 35%.

Modul de folosință a terenurilor influențează hotărâtor stabilitatea versanților. Cultivarea pe versanții cu pantă mai mare de 8-10% a plantelor prășiitoare conduce la condiții favorabile apariției fenomenului de pluvio-denudație, prin dislocarea particulelor de sol și apariția fenomenului de eroziune hidrică. Este astfel necesară reducerea ponderii acestora, pe măsura creșterii înclinării versanților, sporind în același timp suprafețele ocupate de cereale păioase și plante furajere, care acoperă mai bine solul. Creșterea suprafețelor arabile pe terenurile în pantă, ca urmare a deștelenirilor și defrișărilor, cumulat cu aplicarea unei agrotehnici neadecvate, conduce la consecințe negative asupra învelișului de sol. Structura culturilor pe versanți, tipul plantelor cultivate și lucrările efectuate contribuie la apariția și amplificarea proceselor morfogenetice la nivelul solului, atât prin închegarea slabă pe care o au unele dintre ele, cât și prin lucrările agrotehnice de întreținere, care slăbesc coeziunea particulelor de sol. De asemenea, pe

versanții cu înclinare mai mare de 10-12% trebuie folosite sistemul de cultură în fâșii și sistemul de cultură cu benzi înierbate, alături de aplicarea unor lucrări agrotehnice și antierozionale adecvate. Stabilirea corectă a folosinței terenului reprezintă condiția de bază pentru utilizarea durabilă a terenurilor.

Câteva recomandări generale în alegerea folosinței terenurilor sunt prezentate în continuare (2):

- *Arabil*: volum edafic minim 25-30 cm, cu panta maximă 20-22%, pH între 5-8, suprafața terenului nivelată.

- *Pajiște (fânețe, pășuni)*: terenuri neindicate pentru celelalte culturi, dar fără eroziune puternică, covor vegetal bine încheiat, cu panta maximă 40-50%.

- *Plantații viticole*: volum edafic minim 20-25 cm, panta maximă 25-30%, suprafețe terasate, pH între 6-7,8, expoziții sudice, sud-estice, sud-vestice.

- *Plantații pomicole*: volum edafic 25-30 cm, pH între 5,5-7,5 și panta maximă de 35%, teren care poate fi și neuniform.

- *Împăduriri*: terenuri frământate, care nu se pretează la alte folosințe, cu panta între 30 și 50%, cu alunecări sau erodate.

Formele de microrelief rezultate prin eroziunea de adâncime (șiroirea, rigola, ogașul, ravena, torentul) generează diferențieri tehnologice importante pentru producția agricolă.

Lunca reprezintă fundul sau talvegul unei văi, locul unde rețeaua hidrografică transportă și depune material sub formă de aluviuni. Măsurile agrotehnice în luncă sunt condiționate în special de inundabilitate și adâncimea apei freactice. Aceste terenuri sunt printre cele mai fertile dacă sunt gestionate corespunzător.

Terasele reprezintă formele de relief dispuse succesiv și etajat deasupra luncii, iar prin caracteristicile lor geomorfologice constituie cele mai uniforme și favorabile terenuri pentru agricultură în zonele unde se găsesc. Terasele sunt slab înclinate în sensul cursului apei și au un drenaj global defectuos.

Culmile sunt în general înguste și prelungi, cu înșeuări din loc în loc, cu orientări și nivele diferite în funcție de rețeaua hidrografică aferentă. Acestea sunt supuse vânturilor puternice, favorizând eroziunea eoliană și au un drenaj extern rapid și foarte rar lent.

2. **ROCA** reprezintă un factor pedogenetic dominant, influențând caracterul reliefului, diversificarea, repartizarea teritorială și caracteristicile tehnologice ale solului etc. Influența acestuia se reflectă în textura, profunzimea, fertilitatea și regimul de umiditate a solurilor, fiind în același timp principala cauză a proceselor de pantă.

În zona colinară agrotehnica aplicată trebuie raportată substratului litologic, care imprimă formele de pantă și controlează în mare parte etajarea pe verticală a solurilor. În partea inferioară a versanților sunt prezente marne, argile marnoase, coluvii etc., iar în partea superioară gresii, nisipuri, conglomerate, tufuri etc. În lunci, factorul litologic este reprezentat de coluvii, aluvii, proluvii etc. Pe porțiunile unde rocile au aceeași rezistență pe toată suprafața versantului, se realizează aceeași înclinare pe toată lățimea lui. Dacă rocile sunt foarte tari formează convexități, iar rocile moi dau naștere formelor concave. Forma în trepte este favorizată de succesiuni de straturi rezistente și friabile, de prezența alunecărilor care creează forme concav-convexe.

3. **SOLUL**, ca formațiune naturală de la suprafața litosferei, care evoluează permanent prin transformarea rocilor și materiei organice sub acțiunea conjugată a factorilor fizici, chimici și biologici, influențează în mod decisiv agrotehnica aplicată. Fiind locul de transformare continuă a materiei organice, având o compoziție biochimică complexă, într-un corp poros ce reține apa, aerul și alți factori de vegetație, solul, printr-o proprietate nouă față de roca din care s-a format și anume “fertilitatea”, asigură relația cu plantele cultivate și condiționează măsurile agrotehnice.

Structura solului ca determinant ecologic și implicit însușirile care decurg din aceasta reprezintă atât un indice morfologic, caracterizând diferite tipuri genetice de sol, respectiv orizonturile acestora, cât și un indice agronomic, determinând în mod indirect fertilitatea solului. Valoarea agronomică a structurii solului este dată în special de influența asupra stării de așezare a solului și implicit asupra regimului de apă, aer, nutritiv, termic și biologic al acestuia.

Analiza resurselor de sol ale României arată diversitatea de soluri, de la cele specifice zonelor semiaride, la cele întâlnite în zonele umede și reci, la care se asociază soluri a căror apariție este legată de condiții locale de rocă, relief, hidrologie, vârstă. Se constată, de asemenea, o distribuție relativ echilibrată a solurilor pe marile categorii de macorelief și zone bioclimatice. Analizând învelișul pedologic al României se constată următoarea pondere

(3): 26,7% molisoluri (cernisoluri, după Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor, 2012); 25,5% argiluvisoluri (luvisoluri); 25,5% cambisoluri, spodosoluri (spodisoluri), umbrisoluri (umbrisoluri, andisoluri); 14,5% soluri neevolute (protisoluri, antrisoluri); 3,2% soluri hidromorfe (hidrisoluri); 2,4% soluri halomorfe (salsodisoluri), vertisoluri; 2,2% mlaștini și lacuri.

Analizate la nivel de tip genetic, se constată că cele mai răspândite tipuri de sol sunt: 14,9% solul brun luvic (luvosol); 13,5% solul brun acid (disticambosol); 9,2% solul aluvial (aluviosol); 8,8% cernoziomul cambic; 8,7% cernoziomul; 5,8% solul brun eumezobazic (eutricambosol); 4,6% luvisolul albic (luvosol albic); 4,1% solul brun feriiluvial (prepodzol); 3,9% regosol și erodisol (erodosol); 3,9% solul brun argiloiluvial (preluvosol) etc.

Deosebiri importante apar între diferitele grupe de unități geomorfologice în învelișul de sol (3):

- *Relieful montan* este dominat de cambisoluri (54,2%), urmate de spodosoluri (spodisoluri) (18,6%) și argiluvisoluri (luvisoluri) (14,6%).

- *Relieful deluros* este dominat de argiluvisoluri (luvisoluri) (52%), cambisoluri (11%), molisoluri (cernisoluri) (10%), soluri aluviale (aluviosoluri) (10%) și regosoluri (10%), soluri halomorfe (salsodisoluri) (3%) etc.

- *Relieful de podiș* este net dominat de molisoluri (cernisoluri) (70%); argiluvisolurile (luvisoluri) ocupă 13,7%, solurile aluviale (aluviosoluri) 5%, regosolurile 5%, iar solurile hidromorfe (hidrisoluri) 1,9%.

- *Câmpia* se caracterizează prin predominarea molisolurilor (cernisoluri) (51%), a argiluvisolurilor (luvisoluri) (17,6%) și a solurilor aluviale (aluviosoluri) (13,8%); răspândire relativ mare capătă solurile hidromorfe (hidrisoluri) (5%) și solurile halomorfe (salsodisoluri) (2,5%).

- *Lunca și Delta Dunării* - în afară de lacuri și mlaștini care ocupă 41,1% din suprafață, domină solurile aluviale (aluviosoluri) (33,7%), solurile hidromorfe (hidrisoluri) (11,5%), psamosolurile (8,9%); solurile halomorfe (salsodisoluri) apar pe 1,7%.

Condițiile locale de relief, rocă, drenaj intervin adesea, influențând solurile și mozaicând învelișul de sol, formându-se asociații specifice de soluri pentru fiecare unitate de relief și condiții locale și imprimând un potențial de productivitate cu un caracter regional fiecărui teritoriu. Prin practicarea unei agrotehnici adecvate condițiilor naturale se urmărește menținerea și reproducerea fertilității solului și evitarea degradării însușirilor

care o generează. Aceasta presupune ca fiecare cultivator de teren să aibă cunoștințe temeinice legate de însușirile solului, cerințele plantelor față de sol, adaptarea la condițiile de mediu, măsurile și mijloacele de reglare a factorilor de vegetație, elementele de tehnologie specifice fiecărei culturi etc.

3.3 FACTORII DE VEGETAȚIE – BAZE ȘTIINȚIFICE ALE PRODUCȚIEI VEGETALE

3.3.1 CLASIFICAREA FACTORILOR DE VEGETAȚIE

În abordarea problemelor de cunoaștere, modificare și dirijare a factorilor de vegetație, aceștia au fost numiți în funcție de specialitatea cercetătorului: factori de mediu, factori naturali, factori ecologici, factori agrofitehnici, factori nutriționali, factori de biotop, factori abiotici, mediu natural, condiții de mediu etc.

Pe baza elementelor comune mai multor definiții și clasificări se poate reține că *factorii de vegetație sunt elemente componente ale mediului natural, care acționează atât asupra acestuia, cât și asupra plantelor, determinând individualitatea locului și oferta de favorabilitate pentru diverse plante.*

După *originea și modul de acțiune*, factorii de vegetație se clasifică astfel (4):

- **Factori abiotici** (lipsiți de viață): *factori climatici* (cosmico - atmosferici): lumina, temperatura, aerul, apa atmosferică; *factori edafici*: substanțele nutritive și apa cu toate formele sale aflate în sol.

- **Factori biotici** (cu viață): organismele vii din sol și interacțiunile dintre elementele constitutive ale biocenozei.

Rezultanta acțiunii factorilor abiotici este diferită de la un loc la altul în funcție de condițiile de mediu, cu repetabilitate în timp, dar în final nu obținem identitate, ci numai similaritate. Relieful, prin panta terenului și expoziția suprafețelor, influențează în mod semnificativ factorii apă, temperatură și lumină.

Rezultanta acțiunii factorilor biotici, îndeosebi a microfaunei și microflorei din sol, este în principal succesionistă, corelată cu anotimpul, planta cultivată și tehnologia de cultivare, ducând în final la modificări

cantitative și calitative în sol. Astfel, evoluția normală a solului este afectată de diverși poluanți ajunși în sol sau de rotații inadecvate de plante cultivate.

Legăturile de interdependență se manifestă atât între grupele de factori, cât și între factorii aparținând aceleiași grupe. Astfel, factorii climatici exercită o influență hotărâtoare atât asupra creșterii și dezvoltării plantelor, cât și asupra factorilor edafici, accelerând sau reducând desfășurarea proceselor vitale dintre sol și plantă. Natura cosmo-atmosferică îngreunează modificarea acestor factori, dirijarea acțiunii acestora bazându-se în principal pe valorificarea interacțiunilor dintre diverși factori, inclusiv a celor dintre factorii de vegetație și condițiile de mediu (relief, expoziție etc.).

Legătura dintre factorii de vegetație aparținând aceleiași grupe este deosebit de bine exprimată de relația dintre resursa termică și hidrică. De exemplu (5), în zonele aride din Iran, Irak, unde temperatura medie anuală este de circa 20 °C, iar precipitațiile însumează abia 100 mm anual, biomasa realizată nu depășește câteva sute de kg/ha. Prin irigarea acestor zone cu norme de 1000-1500 mm apă, se obțin recolte de fân de circa 25-35 t/ha. În zona de stepă a României, cele mai adaptate plante de cultură abia realizează 300-400 kg s.u./ha, dar prin suplimentarea apei prin irigații se obțin producții de plante furajere de peste 25-32 tone/ha s.u.

3.3.2 CARACTERISTICI ALE FACTORILOR DE VEGETAȚIE

Analiza modului de acțiune și a posibilităților de dirijare a factorilor de vegetație, bazată pe valorificarea teoriei sistemice, pornind de la oferta locului - cerințele specifice fiecărei plante cultivate - posibilitățile tehnologice de reglare/dirijare, conduc la sintetizarea următoarelor caracteristici ale factorilor de vegetație (1, 4):

1. *Factorii de vegetație nu au valori constante, ele variază în timp și spațiu, în cadrul unor limite de minim-maxim.*
2. *Factorii de vegetație sunt în interdependență, se influențează și acționează printr-o rezultată medie, comună.*
3. *Factorii de vegetație trebuie dirijați spre valori optime (intervalul optim) în funcție de specie, soi sau hibrid și perioadă de vegetație.*
4. *Nesubstituirea, adică nici unul din factorii de vegetație nu poate fi înlocuit printr-un alt factor.*



1. Factorii de vegetație nu au valori constante, ele variază în timp și spațiu, în cadrul unor limite de minim-maxim. În timp, *modul de variație și de acțiune poate avea periodicitate și o anumită amplitudine*, astfel încât modificarea factorilor lumină, temperatură, umiditate este lentă, treptată, dând posibilitatea plantelor să se adapteze în limitele potențialului lor genetic. Asemenea variații au caracter de regim, cu o anumită frecvență și de o anumită amplitudine, de regulă fără repercusiuni negative asupra producției.

Tehnologiile de cultivare a plantelor, în cazul acțiunii de regim a factorilor de vegetație, pot să contribuie la valorificarea mai intensă a factorului deficitar. Spre exemplu, în zonele cu temperaturi medii anuale mai mari de 9 °C și cu evapotranspirație ridicată, prin completarea apei până la limita de 650-700 mm pentru cereale păioase, 800-900 mm pentru porumb, soia, 900-1000 mm pentru sfecla pentru zahăr și lucernă, se contribuie la valorificarea cu maximă eficiență a luminii și temperaturii. Cele mai bune rezultate se obțin prin utilizarea măsurilor complexe, cum ar fi cele de organizare a teritoriului, plantarea perdelelor de protecție (care reduc amplitudinea oscilațiilor termice și evapotranspirația), urmate de utilizarea unor practici de agricultură conservativă, ca lucrări minime, culturi de acoperire, resturi vegetale la suprafața solului etc.

Factorii de vegetație au și variații fără periodicitate, care apar neașteptat și depășesc limitele de adaptabilitate ale plantelor, ca agresivitate pluvială extremă, temperatură neobișnuit de scăzută în unele primăveri, în perioada când porumbul are 2-3 frunze, secetă pedologică, îngheț timpuriu etc. În cazul unor astfel de variații, tehnologiile de cultivare vizează în primul rând reducerea perioadei cât se menține starea de stres și menținerea cât mai aproape de optim a celorlalți factori de vegetație.

Semnificativ este faptul că în cazul variațiilor bruște recolta poate fi compromisă, întrucât procesele biologice sunt ireversibile, deoarece planta își reprogamează existența în condițiile minime existente, iar sistemul enzimatic de apărare progamează intrarea în repaus sau într-o stare latentă a o serie de procese, ca cele de respirație, de oxido-reducere, de sinteză a proteinelor, de fructificare, pentru a face față acțiunii de stres. Mobilizarea solului prin prășit primăvara, după o perioadă cu temperaturi scăzute, favorizează încălzirea acestuia și reducerea perioadei de stres la frig a plantelor. Scarificarea solurilor acolo unde apa bălțește frecvent, contribuie la infiltrarea mai bună a acestuia în sol și reducerea perioadei de stagnare.

2. Factorii de vegetație sunt în interdependență, se influențează și acționează printr-o rezultantă medie, comună, fiind greu de precizat contribuția fiecăruia la sporirea producției vegetale. Această caracteristică impune ca intervențiile prin tehnologiile de cultivare să fie complexe și nu unilaterale. Orice intervenție printr-o tehnologie cu inputuri unilaterale, ca fertilizarea fără cartare agrochimică, fertilizarea numai cu azot, hibridi cu capacitate productivă mare fără o tehnologie adecvată, irigarea fără optimizarea nutriției prin fertilizare etc. amplifică efectul limitativ al factorilor de vegetație și în final are consecințe nefavorabile asupra solului și recoltei.

3. Factorii de vegetație trebuie dirijați spre valori optime (intervalul optim) în funcție de specie, soi sau hibrid și perioada de vegetație. Fiecare factor de vegetație are cea mai favorabilă influență asupra plantei atunci când, în mediul de viață, el se află într-o anumită doză (sau intensitate), conform cu cerințele plantelor. Pentru condițiile de mediu din producție este greu să întâlnim o astfel de doză precisă și constantă a unui factor de vegetație, de aceea este mai practic să vorbim despre intervalul optim al fiecărui factor de vegetație.

Prezența factorului sub (în **minim**) sau peste (în **maxim**) intervalul optim, influențează negativ plantele și determină scăderea producției. În aceste condiții el este factorul limitativ al producției. În figura 3.1 este prezentat, după A. Dobenek (6), modul cum factorii de vegetație limitează producția. Doagele vasului au niveluri diferite, fiecare reprezentând un factor de vegetație. Producția este limitată, în acest exemplu, în primul rând de nivelul fosforului. Acționând asupra factorului limitativ (în minim) pentru a-l aduce în intervalul optim, alt factor rămâne în minim și limitează producția. Evaluarea tuturor factorilor de producție, monitorizarea permanentă, optimizarea cantitativă și calitativă a acestora reprezintă bazele științifice ale producției agricole vegetale.

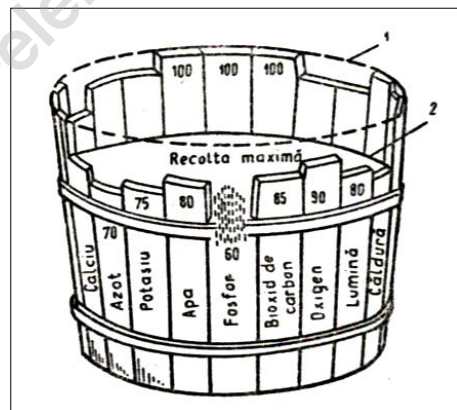


Figura 3.1 - Reprezentarea schematică a modului cum factorii de vegetație limitează producția

- 1 - recolta maximă care poate fi obținută la specia și soiul respectiv dacă toți factorii de vegetație se află în optim;
- 2 - recolta care se realizează corespunzător nivelului factorului limitativ

4. Nesubstituirea, adică nici unul dintre factorii de vegetație nu poate fi înlocuit printr-un alt factor, chiar dacă în anumite situații funcțiile de ordin secundar ale unui element nutritiv pot fi compensate într-o oarecare măsură de un alt element nutritiv. Acceptând ideea că toți factorii de vegetație (lumina, temperatura, aerul, apa, substanțele nutritive, activitatea biologică din sol) sunt la fel de necesari și prin aceasta egali ca importanță, orice lipsă sau exces a vreunuia devine factor limitativ al producției. Întrucât rolul hotărâtor pentru nivelul producției îl are factorul limitativ, orice tehnologie de cultivare trebuie să-i atenueze efectul. Uneori se pot ivi situații de coincidență a acțiunii limitative a doi factori de vegetație, ca de exemplu insuficiența substanțelor nutritive și a apei.

Efectele pozitive și chiar negative ale factorilor de vegetație depind de nivelul factorilor tehnologici, biologici și agronomici, ca managementul deciziilor, calitatea lucrărilor, a inputurilor, reglarea corespunzătoare a mașinilor etc. (figura 3.2) (1).

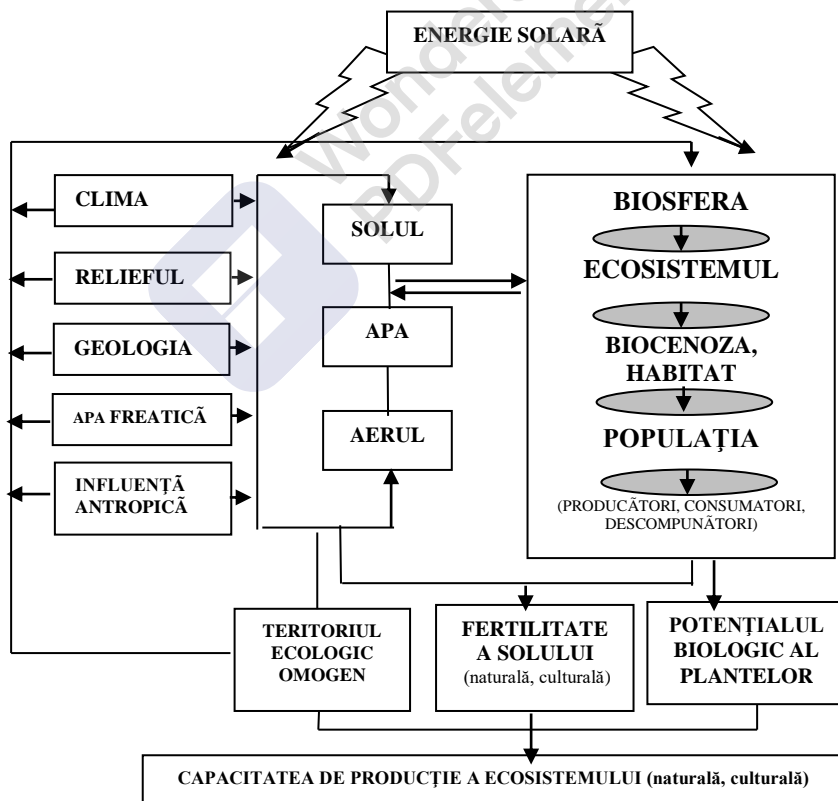


Figura 3.2 - Capacitatea de producție a ecosistemului

Factorii de vegetație sunt bazele științifice ale producției vegetale atât datorită rolului pe care îl îndeplinesc, cât și datorită metodelor de dirijare a lor. Dirijarea factorilor de vegetație trebuie să aibă în vedere caracterul de regim al acestora și caracteristicile fiecărei plante privitoare la condițiile de mediu. Caracterul de regim al factorilor de vegetație presupune, pe lângă înțelegerea variațiilor periodice și de o anumită amplitudine, cunoașterea sursei de unde provin, a modului cum acționează asupra plantei, posibilitatea de conversie, conservare sau eliminare a surplusului.

3.3.3 LUMINA CA FACTOR DE VEGETAȚIE

Lumina este factorul de vegetație prin care energia solară este acumulată în plantă sub formă de energie potențială sau energie acumulată în substanța organică (biomasă). Lumina intervine în procesele de: fotosinteză, creștere, înflorire, fructificare, precum și în procesele ce imprimă rezistența la cădere a plantelor, sau cele implicate în determinarea calității recoltei etc.

Energia luminoasă, transmisă de la soare prin particule numite fotoni, este absorbită de clorofilă, care apoi, prin procesul de fotosinteză transformă CO₂ luat din frunze și apa din rădăcini, în substanțe organice din ce în ce mai complexe (monozaharide, apoi polizaharide).

Energia solară s-a acumulat în cantități imense de-a lungul epocilor geologice și se găsește concentrată în zăcămintele organice. Energia necesară fotosintezei este practic nepuizabilă și gratuită. Humusul din sol, baza fertilității și stabilității solului, înglobează o mare cantitate de energie solară. Intensitatea fotosintezei, respectiv utilizarea energiei solare și convertirea în biomasă, depinde de un complex de factori care pot fi grupați astfel (1, 4):

- *caracteristicile luminii recepționate de plante - cantitate, calitate (componență spectrală), durata iluminării (alternarea luminii cu întunericul);*

- *capacitatea biologică a soiurilor și hibrizilor cultivați de a utiliza energia luminoasă;*

- *posibilitățile tehnice, economice și organizatorice ale cultivatorului de a regla acest factor de vegetație și de a menține în optim ceilalți factori de vegetație.*

Cantitatea de lumină și intensitatea acesteia. Pentru fotosinteză sunt folosite numai *radiațiile luminoase vizibile* care au lungimea de undă între 400-750 nanometri (radiații roșii, orange, galbene, verzi, albastre și violete) și reprezintă circa 50% din energia luminoasă.

Din cantitatea de lumină disponibilă, o parte este reflectată de suprafața frunzelor, o altă parte trece prin frunze și numai o fracțiune este absorbită și utilizată în procesele fiziologice (cca. 75%). Din energia absorbită, o mare parte este transformată în căldură și se pierde (pentru plantă) prin iradiere, o altă parte însemnată este folosită în procesul de evapotranspirație și doar o parte relativ mică, este asimilată prin fotosinteză.

Plantele utilizează o cantitate foarte mică, între 1 și 5% din energia luminoasă cu care vin în contact direct, datorită diversității factorilor interni și externi care influențează asimilația clorofiliană, precum și faptului că nu toate razele care compun spectrul solar au aceeași intensitate, iar razele infraroșii și ultravioletele nu sunt utilizate de către plante. Coeficientul de utilizare a energiei luminoase este diferit în funcție de specia, soiul sau hibridul cultivat, oscilând între 4,5% la floarea-soarelui, 3,31% la ovăz, 3,26% la grâu, 3,02% la cartof, 2,12% la sfeclă, 2,6% la secară (7, 8, 9).

Cantitatea de energie solară incidentă (disponibilă) pe o suprafață dată variază mult în funcție de: *latitudine*-care determină unghiul de incidență a razelor solare; *expoziție*-care determină durata timpului de iluminare directă și alternanța însorire-umbrire la începutul și sfârșitul zilei; *altitudine*-cu care este direct proporțională; *natura terenului* (culoarea solului, sol liber sau cu vegetație); *alți factori*-nebulozitate, anotimp, vapori de apă, poluare etc. (1, 10).

Versanții sudici recepționează o cantitate mai mare de energie solară, fiind versanți însoriți denumiți „fețe”, comparativ cu cei nordici, unde terenurile sunt reci, denumite „dosuri”. Pe versanții estici și vestici timpul de însorire zilnică este mai scurt comparativ cu cei sudici, având o cantitate de lumină mai mică.

Intensitatea luminii influențează numeroase procese cantitative și calitative care se desfășoară în plantă.

Lumina intensă favorizează: înfrățirea cerealelor, înflorirea, fructificarea, rezistența la cădere a plantelor; nivelul recoltei la porumb; calitatea recoltei la cereale, sfecla pentru zahăr, cartof, plante legumicole, formarea amidonului, glucozei, proteinei; culoarea și gustul fructelor etc. Unele plante (bumbacul, arahidele, vița de vie, floarea-soarelui, sfecla pentru zahăr etc.) preferă o intensitate mai mare a luminii, altele preferă o lumină

slabă, difuză (inul pentru fuior, dovleacul, fasolea, trifoiul, cânepa etc.), motiv pentru care se însămânțează mai ales pe versanți cu expoziție nordică, sau sub formă de culturi intercalate.

Unitatea de măsură pentru intensitatea luminii este *luxul* [lx].

Un nivel de iluminare de 1 lux [lx] înregistrăm atunci când un flux luminos de 1 lumen [lm] se distribuie uniform pe o suprafață de 1 m². Intensitatea medie preferată de majoritatea plantelor de cultură este de 8000-12000 lucși. În zonele cu climat temperat se realizează între 1000-2000 lucși în zilele de iarnă, iar în zilele de vară până la 40000 lucși sau chiar mai mult (până la 100000 lucși). Intensitatea minimă de lumină pentru ca plantele să înflorească și să fructifice, este de 1100 lucși la mazăre, 2400 lucși la fasole, între 1800-2200 lucși la orz și grâu, 2200-2800 lucși la tutun, 1400-8000 lucși la porumb și 850-1100 lucși la hrișcă.

Intensitatea luminii depinde de (4, 9): *latitudine* - lumina cea mai intensă este la Ecuator și scade spre poli; *altitudine* - intensitatea luminii este direct proporțională cu altitudinea; *nebulozitate* - intensitatea luminii este invers proporțională cu nebulozitatea; *anotimp* - vara, intensitatea luminii are valorile maxime și scade spre iarnă; *ora din zi* - intensitatea luminii crește dimineața, până la prânz, apoi scade.

Fotosinteza se corelează cu intensitatea luminii: dimineața fotosinteza este mai lentă datorită intensității mai reduse a luminii, spre prânz cresc ambele, scăzând spre seară concomitent cu reducerea intensității luminii. Acest mers normal al asimilației clorofilene poate însă să cunoască abateri determinate de: creșterea temperaturii, la valori care duc la inhibarea procesului, la scăderea umidității din frunze; acumularea în frunze de substanțe organice care încetinesc fotosinteza; acoperirea cerului cu nori etc.

Acumularea zahărului, amidonului și celulozei sunt în strânsă legătură cu intensitatea luminii și cu prezența celorlalți factori care influențează dinamica asimilației clorofilene.

Intensitatea luminii influențează creșterea frunzelor și a lăstarilor. În condiții de lumină slabă, tulpinile se alungesc iar frunzele nu cresc, la întuneric rămânând foarte mici, zbârcite și de culoare galbenă. La lumină suficientă tulpinile sunt mai puțin înalte și cu internodii mai scurte, iar frunzele cresc mai repede și mai mult. Deosebirile sunt nu numai de natură morfologică, ci și anatomică. Astfel celulele tulpinilor crescute la întuneric sau la lumină puțină sunt mai mari, cu pereții subțiri și cea mai mare parte a lor conține suc celular. La formarea unor astfel de celule se consumă puțină substanță organică.



Această adaptare a plantelor le permite să străbată la răsărire, cu un consum mic de substanțe nutritive, stratul de sol care le acoperă.

O alungire a tulpinii și o dezvoltare slabă a frunzelor, ca urmare a insuficienței luminii, se întâlnește la plantele din răsadnițe, la cele cu port mic cultivate în cultură intercalată și la plantele din culturile invadate de buruieni.

Ca urmare a insuficienței luminii apare fenomenul de cădere. Acest proces are loc frecvent la culturile de păioase semănate des și este un rezultat al insuficienței luminii, care duce la alungirea și subțierea celulelor și astfel la micșorarea rezistenței lor. În deficit de lumină plantele sunt galbene, lumina constituind o condiție obligatorie pentru formarea clorofilei. Lumina influențează și forma plantelor, care sunt mai ramificate în cazul unei lumini suficiente (cazul plantelor crescute izolat), modul de pregătire a plantelor pentru iernat (scurtarea duratei de lumină duce la căderea mai timpurie a frunzelor la arbori) și creșterea sistemului radicular.

Lumina influențează de asemenea, culoarea florilor, fructelor precum și compoziția organelor pentru care se cultivă plantele. Astfel, în caz de lumină insuficientă plantele de cartof acumulează puțin amidon în tuberculi, cele de sfeclă pentru zahăr puțin zahăr în rădăcini, cerealele păioase puține proteine în boabe, iar iarba crescută la umbră are un conținut scăzut de proteine.

Sunt adaptate la condiții de lumină intensă cerealele păioase, porumbul, bumbacul, sfecla, floarea-soarelui și mai puțin adaptate trifoiul, inul de fuior. Dintre plantele legumicole, sunt pretențioase la lumină tomatele, castraveții, ardeiul, puțin pretențioase spanacul, ridichea de lună, mărarul și nu sunt pretențioase ceapa verde și sfecla pentru frunze.

Calitatea luminii. Asimilația clorofiliană este influențată de calitatea luminii (compoziția spectrală a radiației). Compoziția spectrală a radiației solare este formată din radiații cu lungimi de undă diferite (4):

- *razele ultraviolete* sunt invizibile, au lungimi de undă <400 nanometri, reprezintă 1% din energia luminoasă ajunsă pe pământ și sunt dăunătoare plantelor;

- *razele vizibile* au lungimi de undă între 400-750 nanometri (radiații roșii, orange, galbene, verzi, albastre și violete) și reprezintă circa 50% din energia luminoasă;

- *razele infraroșii* (calorice) au lungimi de undă >750 nanometri, reprezintă circa 49%, sunt invizibile și produc căldură.

Pentru fotosinteză sunt folosite numai *radiațiile luminoase vizibile*. Ultravioletele sunt dăunătoare plantelor, iar radiațiile infraroșii influențează producerea de căldură. Din grupa radiațiilor luminoase, cele *albastre, roșii și galbene* sunt absorbite de clorofilă, având *rol esențial în fotosinteză* (11). Radiațiile roșii și galbene intervin în sinteza hidraților de carbon, iar cele albastre în sinteza substanțelor proteice (12). Razele ultraviolete au rol în sporirea cantității de vitamine din plante. Razele infraroșii sunt absorbite de clorofilă, iar când ajung la suprafața pământului se transformă în căldură influențând, astfel, indirect viața plantelor. În regiunile nordice, razele violete, albastre și ultraviolete, sunt mai puține în compoziția luminii decât în zona ecuatorială.

În lunile de vară, razele ultraviolete se găsesc în cantitate mai mare decât în lunile de primăvară, de toamnă și mai ales de iarnă. Razele violete și calorice se găsesc în cantitate mai mare vara decât iarna.

În timpul unei zile, dimineața și seara, lumina solară este mai bogată în raze roșii, portocalii și infraroșii invizibile. Razele violete, albastre și ultraviolete invizibile cresc comparativ cu orele de dimineață, în orele de la amiază și seară (13).

Durata iluminării. Durata iluminării (regimul de însorire) reprezintă timpul calculat în ore, în care suprafața terenului este luminată de soare în cursul unei zile. Durata iluminării depinde de anotimp și orografia terenului. Anotimpul sau poziția pe care o are globul pământesc pe orbita sa de rotire în jurul soarelui determină variații ale lungimii zilelor și nopților, cu influențe directe asupra duratei iluminării: vara lungimea zilei este mare, iar gradul de iluminare este cel puțin dublu față de cel înregistrat iarna. Alternanța zi - noapte și mai ales variația duratei relative a zilei și a nopții în cursul anului, determină la plante reacții complexe, care în ansamblu poartă numele de *fotoperiodism*.

Plantele s-au adaptat la durata iluminării, adaptare cunoscută prin gruparea lor în (4, 9, 13):

- *plante de zi lungă* (necesită zilnic 15-16 ore de lumină), sunt plantele care fructifică vara: grâul, orzul, ovăzul, secara, mazărea, inul, muștarul, lucerna, trifoiul, lupinul, ridichea, salata, spanacul, pătrunjelul, morcovul, mărarul, begonia, gladiola, garoafa, irisul, căpșunul etc.;

- *plante de zi scurtă* (necesită zilnic până la 12 ore de lumină), sunt plantele care cresc în timpul verii și fructifică la începutul toamnei: porumbul, soia, sorgul, meiul, cartoful, fasolea, dovleacul, bumbacul, cânepa,

crizantema, dalia etc. Aceste plante, dacă sunt cultivate în condiții de zi lungă își măresc perioada de vegetație;

- *plante indiferente*: plante care s-au adaptat și se pot dezvolta indiferent de durata zilnică de iluminare: floarea-soarelui, tutun, hrișcă, vinete, tomate, pepene verde, sparanghel, unele soiuri de fasole etc.

Relieful și expoziția terenului influențează durata iluminării, versanții sudici fiind cei care sunt iluminați perioada cea mai lungă din zi.

În agricultură cunoașterea reacției plantelor față de durata iluminării prezintă importanță pentru stabilirea epocilor de semănat. Astfel, plantele de zi lungă se însămânțează primăvara timpuriu sau toamna, în timp ce plantele de zi scurtă se însămânțează primăvara, mai târziu.

Durata iluminării influențează lungimea perioadei de vegetație a plantelor. Astfel, în zonele nordice, deși sezonul cald este foarte scurt, se pot cultiva unele plante agricole, cu perioadă de vegetație mai scurtă, deoarece în perioadele cu o durată mai mare a zilelor, se asigură aflusul de lumină și căldură necesară acestor plante. În țara noastră durata anuală de strălucire a soarelui este cuprinsă între 1600-2400 ore (14), fapt care diferențiază ritmul de desfășurare a metabolismului vegetal și pe cel de absorbție al elementelor nutritive, respectiv al fotosintezei și al randamentului în masă vegetală.

Capacitatea biologică a soiurilor și hibrizilor cultivați de a utiliza energia luminoasă. Pentru a capta și a folosi lumina solară la sinteza materiei organice, plantele expun soarelui o suprafață diferită de masă vegetativă verde. Astfel, plantele de trifoi de pe un hectar de teren expun soarelui o suprafață verde cu care s-ar putea acoperi 26 ha, iar plantele de lucernă de pe un hectar realizează o masă foliară verde cu care s-ar putea acoperi o suprafață de teren de cca. 85 ha.

Suprafața totală a masei verzi nu este la toate plantele și în toate condițiile aceleași și ca urmare nici posibilitățile de folosire a luminii în sinteza materiei organice nu sunt aceleași. Suprafața totală a masei verzi capabilă să capteze lumina solară depinde de specie, faza de vegetație și menținerea la optim a celorlalți factori de vegetație.

Specia de plante. Unele specii de plante prezintă o masă foliară foarte bogată, în timp ce altele au masa foliară redusă. La unele plante cum este sfecla pentru zahăr de exemplu, suprafața totală exterioară verde crește și ca urmare a gofrării frunzelor. Capacitatea plantelor de transformare a cuantelor de energie luminoasă în energie chimică mai diferă și în funcție de anumite însușiri biologice, după cum acestea fac parte din grupa plantelor de

tip C₃ sau C₄, adică de a forma compuși primari de sinteză cu 3 atomi de C (grâu, orz, secară), sau cu 4 atomi de C (porumb). Plantele de tip C₄, în aceleași condiții ecologice, sintetizează o cantitate aproape dublă de glucide comparativ cu cele de tipul C₃ (15).

Poziția frunzelor și capacitatea de a capta mai multă energie luminoasă. Prin ameliorare se urmărește optimizarea în ceea ce privește suprafața foliară totală, dar și orientarea frunzelor pentru a fi mai bine luminate. Astfel, prin obținerea de plante de porumb cu orientarea semierectă a frunzelor s-au obținut în ultimii ani hibrizi care captează mai bine energia luminoasă și în același timp pot fi semănați la o desime mai mare, randamentele la hectar fiind evidente.

Faza de vegetație în care se găsesc. După răsărire, pe măsură ce plantele cresc, își sporesc numărul de frunze și astfel crește suprafața totală a masei verzi și posibilitatea de asimilare a luminii. Astfel, la plantele de ovăz, față de o acumulare de doar 0,4% din totalul energiei luminoase în timpul înfrățirii, în perioada înspicătului utilizarea luminii este mult sporită (2,7%), iar în perioada coacerii în lapte ajunge la 5,12%. La toate culturile agricole există valori optime ale suprafeței foliare, care asigură cea mai bună valorificare a factorului de vegetație lumină și a celorlalte condiții de mediu. Creșterea suprafeței foliare nu duce însă întotdeauna la sporirea producției, ca urmare a umbririi reciproce a frunzelor.

Asigurarea în optim a celorlalți factori de vegetație. În condiții favorabile de aprovizionare cu apă, căldură și substanțe nutritive, plantele cresc foarte viguros vegetativ și formează o suprafață totală verde mai mare.

Metode agrotehnice de dirijare a factorului lumină

1. *Zonarea plantelor și amplasarea pe teren în concordanță cu cerințele acestora față de sursă.* Plantele cu cerințe mari față de factorul lumină se amplasează în zona de stepă și silvostepă, cele cu cerințe mai reduse - în zona de silvostepă și forestieră. Plantele cu cerințe mari se amplasează pe versanții sudici (vița de vie, tutun, soia, floarea-soarelui, porumb etc.), iar pe versanții nordici ovăz, cartof, in, trifoi etc.

2. *Epoca și desimea de semănat.* *Semănatul la epoca optimă* - pentru ca perioada înfloritului să corespundă din punct de vedere calendaristic cu cerința plantei față de lumina zilei.

Semănatul la desimi optime pentru fiecare cultură permite valorificarea eficientă a cantității de lumină disponibilă pe unitatea de

suprafață în funcție de perioada calendaristică și expoziția terenului. Semănatul des favorizează creșterea în înălțime, alungirea plantei, iar semănatul rar favorizează ramificarea. Epoca și desimea de semănat trebuie să asigure uniformitatea semănatului. Dacă plantele sunt dese se umbresc unele pe altele, iar dacă sunt rare sau cu goluri, rămân neinterceptate și nefolosite de către frunze cantități mari de energie solară.

3. *Combaterea buruienilor* - îndeosebi în primele faze de vegetație a plantelor de cultură, când ritmul de creștere al acestora este mai scăzut decât al buruienilor. Buruienile necombătute umbresc plantele de cultură și reduc foarte mult cantitatea de lumină interceptată.

4. *Orientarea rândurilor de plante pe direcția nord - sud*, exceptând terenurile în pantă, unde se recomandă orientarea rândurilor pe direcția curbelor de nivel pentru a asigura protecția solului. Aceasta determină ca dimineața și seara razele solare, care cad aproximativ perpendicular pe rânduri, să lumineze mai bine plantele, iar la prânz plantele se umbresc reciproc și sunt ferite în acest fel de efectul căldurii excesive.

5. *Practicarea culturilor succesive*, mai ales pe terenurile irigate și zonele cu sol fertil, reprezintă o metodă importantă pentru valorificarea la maximum a duratei de iluminare și a intensității luminii în zonele favorabile din acest punct de vedere.

6. *Culturile intercalate*, fasolea și dovleci prin porumb, amestecul de plante furajere etc. permit ca lumina neinterceptată de unele plante să fie folosită de altele, care se dezvoltă mai bine în aceste condiții de umbră.

7. *Menținerea în regim optim a celorlalți factori de vegetație*. Fertilizarea, irigarea și alte lucrări de îngrijire favorizează creșterea viguroasă a plantelor, cu frunze mari, bogate, care captează mai multă lumină.

8. *Ameliorarea însușirilor de fotosinteză ale plantelor de cultură*. În cercetările de ameliorare a plantelor de cultură se urmărește crearea unor soiuri sau hibridi de plante cu direcția frunzelor apropiată de verticală (cu port semierec), pentru a fi mai bine luminate, iar întreaga plantă să capteze o cantitate mai mare de energie luminoasă.

9. *Utilizarea unor surse suplimentare de lumină*. O dirijare propriuzisă a factorului lumină se poate realiza în sere, solarii, răsadnițe și mai ales în fitotroane, case de vegetație, prin utilizarea unor surse suplimentare (lumină artificială, corpuri speciale de iluminat etc.).

Lumina de la becurile obișnuite (lumina incandescentă) cuprinde raze galbene, roșii și infraroșii și are puține raze albastre și violete, provocând

alungirea plantelor și creșterea slabă a aparatului foliar. Ea satisface doar plante ca tomatele, fasolea, castraveții și nu este corespunzătoare pentru varză, ridiche, salată, care necesită mai multe raze albastre și violete.

Sunt recomandate lămpile cu mercur și becurile cu neon, a căror lumină cuprinde raze albastre, violete și ultraviolete, cu lungimea de undă de 300-450 nanometri, care împiedică alungirea plantelor. Prin utilizarea surselor suplimentare de lumină se pot regla, după cerințe, atât intensitatea sursei de energie luminoasă, calitatea luminii, cât și durata fluxului de lumină.

Dirijarea luminii pentru spațiile protejate se poate realiza în următoarele direcții:

a. Mărirea intensității luminii naturale prin: utilizarea unei sticle de calitate specială, cu grad mare de transparență; elementele de susținere (șproturile) să ocupe cât mai puțin spațiu, menținerea curată a sticlei etc.

b. Mărirea duratei de iluminare prin: iluminarea artificială în continuarea perioadei de lumină, respectând fotoperiodismul specific plantelor (dimineața și seara), folosind mai multe tipuri de lămpi electrice, în instalații speciale, fixe sau mobile.

Lumina artificială este eficientă numai la o intensitate de 3000-5000 lucși, ceea ce presupune o putere instalată de 150-200 W/m². La amplasarea lămpilor se va ține seama de tipul acestora și de faptul că intensitatea luminii se reduce cu pătratul distanței (dacă la 1 m distanță se realizează 3000 lucși, la 2 m lumina nu se reduce la 1500 lucși, ci la doar 750 lucși). Lămpile fluorescente se vor amplasa la 0,5 m distanță față de vârful de creștere al plantelor. Lămpile cu vapori până la 400 W se vor amplasa la cel puțin 1,3 m, iar cele peste 400 W, la o distanță de peste 1,5-2 m.

c. Diminuarea intensității luminii se face prin stropirea sticlei la exterior cu emulsii din praf de cretă, var stins, reziduuri cu calciu de la industria zahărului, humă etc.

d. Împiedicarea accesului luminii (pentru etiolarea unor părți de plantă: lăstari de sparanghel, cicoarea de Bruxelles, pețiole de țelină etc.) se realizează prin acoperirea sticlei cu materiale opace, netransparente.

10. Crearea unui aflux suplimentar de CO₂. În spații protejate, sere, solarii, răsadnițe, prin fertilizarea cu cantități mari de îngrășăminte organice, care prin descompunere eliberează CO₂, se creează un aflux suplimentar de dioxid de carbon. O cantitate mai mare de CO₂ în jurul plantelor intensifică procesul de fotosinteză.

3.3.4 TEMPERATURA CA FACTOR DE VEGETAȚIE

Temperatura ca factor de vegetație condiționează, în mod direct sau în corelație cu alți factori de vegetație, desfășurarea proceselor fundamentale din plantă și din sol, delimitează aria de răspândire a fiecărei specii cultivate și nivelul producțiilor obținute.

Temperatura este necesară pentru desfășurarea tuturor proceselor vitale ale plantei: fotosinteză, respirație, transpirație, absorbția apei, germinația semințelor etc. Temperatura solului condiționează dezvoltarea sistemului radicular, desfășurarea proceselor biochimice din sol, ritmul de asimilare a unor elemente nutritive. Activitatea microorganismelor din sol și rezultatul acesteia sunt condiționate de temperatura solului, deoarece activitatea acestora începe să crească atunci când temperatura solului depășește 10 °C, iar procesul de nitrificare are loc în condiții optime la temperaturi cuprinse între 25 și 32 °C.

Temperatura ca factor de vegetație își manifestă efectul prin valori minime, optime și maxime (de la germinarea semințelor și până la recoltarea culturii), dar și prin *suma gradelor de temperatură utilă* sau *constanta termică*. Temperatura, la fel ca și ceilalți factori de vegetație, acționează în cadrul unor intervale de creștere și nivel potențial de realizare a recoltei. Scăderea temperaturii sub limita minimă sau depășirea limitei maxime conduce la diminuarea recoltei sau chiar la efecte letale asupra plantelor.

În funcție de cerințele față de intervalul optim al temperaturilor, plantele se împart în trei grupe:

- plante *microterme*, cu cerințe termice cuprinse între 9-15 °C;
- plante *mezoterme*, cu cerințe termice cuprinse între 15-40 °C;
- plante *megaterme*, cu cerințele termice mai mari de 40 °C.

Plantele cultivate aparțin grupei mezoterme. Pentru practica agricolă este necesar să se cunoască temperatura minimă de germinație a semințelor, întrucât la culturile de primăvară aceasta determină începerea semănatului (tabelul 3.1) (16).

Limitele inferioare de temperatură au importanță îndeosebi pentru declanșarea proceselor din plantă și sol (temperatura minimă de germinație), întrucât creșterea și dezvoltarea oricărei plante este corelată direct cu lungimea intervalului de temperatură optimă și realizarea sumei gradelor de temperatură utilă (constanta termică).

Tabelul 3.1

**Temperaturile minime, optime și maxime de germinație pentru
diferite plante cultivate (°C)**

Planta	Temperatura (°C)		
	Minimă	Optimă	Maximă
Grâu de toamnă	1-2	25	30
Secară	1-2	25	30
Orz	1-2	25	28-30
Lucernă	1-2	25	30
Sfeclă	3-4	25	35
Varză	3-5	29	38
Morcov	4-5	26	35
Cartof	5-6	25	30
Floarea-soarelui	5-6	25	35
Porumb	8-10	25-30	46-48
Soia	8-10	25-30	38-40
Fasole	8-10	25-30	46
Tomate	9-10	29	35
Vinete	9-10	29	35
Pepeni	12-16	35	38

Constanta termică (tabelul 3.2) (17) reprezintă suma temperaturilor din aer, medii zilnice mai mari de 5 °C din perioada de vegetație a fiecărei plante. Deși variază în intervale largi, constanta termică este un indicator important folosit în activitatea de repartizare în teritoriu a speciilor, soiurilor și hibridilor de plante, lucrare denumită *zonarea culturilor*.

Influența temperaturilor de la limita superioară este lentă, dificil de măsurat și evidențiat, deoarece condițiile naturale cu un aer uscat acompaniază temperaturile ridicate. Temperaturile mari determină ofilirea plantelor, căderea florilor, împiedică polenizarea și fructificarea.

Tabelul 3.2

Constantele termice pentru diferite culturi agricole

Planta	Constanta termică (°C)	Planta	Constanta termică (°C)
Grâu	2000-2300	Soia	2000-3000
Ovăz	1940-2310	Mazăre	1352-1900
Secară	1700-2126	Cartof	1300-3000
Porumb	1700-2500	Sfeclă	2400-3700
Sorg	2000-5000	Floarea-soarelui	1700-2500
Mei	1800-2500		

În activitatea practică este important de reținut temperatura minimă de germinație și suma gradelor de temperatură utilă la fiecare plantă, pentru a putea stabili data de începere a semănatului și a ști dacă într-o anumită zonă este posibilă sau nu realizarea sumei de grade utile necesare pentru formarea recoltei.

Relația dintre temperatură ca factor de vegetație și agrotehnica aplicată prezintă unele particularități în funcție de cultură.

La culturile de toamnă (grâu și orz) iernarea și temperaturile scăzute au o mare influență asupra înfloririi și fructificării plantelor, respectiv trecerea din faza vegetativă în faza reproductivă (generativă). Tinerele plante trebuie să parcurgă un interval de timp în perioada de toamnă - iarnă cu temperaturi scăzute. Temperaturile scăzute, cuprinse între 0-10 °C în condiții de zi scurtă, determină schimbări biochimice în mugurii de creștere și formarea hormonilor care determină înflorirea. Acest stadiu este cunoscut sub numele de vernalizare (iarovizare), stadiu care începe numai atunci când din embrion pornește colțul, iar în mediu sunt prezenți factorii necesari vieții (hrana din endosperm, umiditate, temperatură, aer). În lipsa acestui proces, cerealele de toamnă ar crește numai vegetativ, fără să formeze flori, spice și semințe.

Culturile semădate în primăvară, în funcție de temperatura minimă de germinație, sunt împărțite în epoci și urgențe de semănat (tabelul 3.3 și tabelul 3.4) (16):

Epoca I, urgența I cuprinde orzoaica de primăvară, ovăzul, borceagul de primăvară, mazărea, lucerna, trifoiul semănat în cultură de cereale și diverse legume: spanac, morcov, pătrunjel, mărar, ceapă etc., a căror temperatură minimă de germinație este cuprinsă între 1-4 °C. La unele din plantele cuprinse în această grupă semănatul foarte timpuriu este motivat și de cantitatea mare de apă necesară pentru germinare și de temperaturile scăzute necesare pentru declanșarea fenofazelor de fructificare.

Epoca I, urgența a II-a cuprinde culturi cu temperaturi minime de germinație de 4-8 °C, cum sunt inul pentru fibră, sfecla pentru zahăr, cartoful, floarea-soarelui, guliile furajere.

Epoca a II-a, urgența I se seamănă plantele cu temperaturi minime de germinație >8-9 °C, cum sunt porumbul, fasolea, soia, cânepa pentru fibră, ricinul.

Epoca a II-a, urgența a II-a se seamănă plantele cu temperaturi minime de germinație mai mari de 10 °C cum sunt orezul, bumbacul, răsadul de tutun.

Tabelul 3.3

Epoca și urgența de semănat pentru culturile de primăvară

Cultura	Temperatura în sol la adâncimea de semănat (°C)	Cultura	Temperatura în sol la adâncimea de semănat (°C)
Epoca I, Urgența I		Epoca II, Urgența I	
Orzoaică de primăvară	1-2	Câneapă fibră	8
Ovăz	1-4	Porumb	8-10
Grâu de primăvară	1-2	Sorg boabe	12
Mazăre	1-3	Soia	7-8
Lucernă și trifoi	1-2	Fasole	8-10
Epoca I, Urgența II		Ricin	10-11
In fibră	5-6	Epoca II, Urgența II	
In ulei și mixt	4-5	Orez	11-12
Gulii furajere	4-5	Bumbac	12
Sfeclă (zahăr, furajeră)	5-6	Tutun	8-10
Cartof	6-7		
Floarea-soarelui	6-8		

Tabelul 3.4

Perioade calendaristice optime pentru semănatul culturilor de câmp în anii cu condiții climatice normale

Cultura	Sudul țării	Câmpia de Vest	Zonele colinare din Sud și Vest, Sudul Moldovei și Câmpia Transilvaniei	Zonele colinare din Transilvania și Moldova	Podișul Sucevei și Estul Transilvaniei
Culturi de primăvară					
Epoca I, urgența I	1-20 III				
Epoca I, urgența a II	1-20 III	1-20 III	10-30 III	15 III-5 IV	25 III-15 IV
Epoca II, urgența I	1-20 IV	1-20 IV	10-25 IV	15-30 IV	20-30 IV
Epoca II, urgența II	20 IV-5 V	20 IV-5 V	25 IV-15 V	-	-
Culturi de toamnă					
Rapiță	1-15 IX	25 VIII-5I X	20-30 VIII	20-30 VIII	20-30 VIII
Raigras aristat	1-10 IX	1-10 IX	20-30 VIII	20-30 VIII	20-30 VIII
Secară	-	-	5-20 IX	5-20 IX	5-20 IX
Orz și orzoaică	20-30 IX	20-30 IX	15-25 IX	15-25 IX	15-25 IX
Grâu	25 IX-20 X	25 IX-20 X	20 IX-15 X	20 IX-15 X	15 IX-10 X

În funcție de particularitățile soiurilor și hibrizilor cultivați, de evoluția condițiilor climatice din preajma perioadei de semănat, aceasta poate începe mai devreme sau se poate amâna cu 5-7 zile.

Durata perioadei de germinare este în funcție de temperatura solului; astfel, secara germinează în 4 zile la temperaturi de 4-5 °C și numai într-o singură zi la temperatura de 16 °C. Porumbul răsare după 16-20 zile în cazul temperaturilor de 10-12 °C, după 13-15 zile în cazul temperaturilor de 12-13 °C, după 8-10 zile în cazul temperaturilor de 15-18 °C și numai după 5-6 zile la temperatura de 21 °C. De la semănat până la maturitate plantele trec prin diverse stadii de dezvoltare (germinație, creșteri vegetative, inducția florală, înflorirea, maturația), a căror durată de timp este în relație cu căldura, respectiv temperatura zilnică și suma gradelor de temperatură utilă.

Temperatura, fiind un factor de natură climatică, are variații destul de mari în cursul unui ciclu de vegetație, înregistrându-se și temperaturi la care desfășurarea proceselor biologice este frânată, producându-se astfel prelungirea perioadei de vegetație sau dimpotrivă înregistrarea de cantități mai mari de căldură. În timpul creșterii și dezvoltării plantei este important ca variațiile de temperatură să se încadreze în variațiile de regim, iar valorile minime să nu scadă sub pragurile biologice, cel puțin temperatura minimă de germinație, respectiv 5 °C, limita peste care plantele asimilează.

În fazele de creștere, temperaturile moderate de 12-15 °C pentru cereale păioase și de 21-22 °C pentru culturile prășitoare sunt favorabile acumulării de biomasă și parcurgerii fenofazelor de creștere și de dezvoltare.

În funcție de biologia plantei, influența temperaturii este diferită. Astfel, la cartof temperaturile ridicate favorizează creșterea tufei, în timp ce temperaturile scăzute pe cea a tuberculilor, iar producerea de substanță uscată este mai rapidă la 20 °C decât la 30 °C. Temperatura din perioada de vegetație a cartofului influențează chiar și durata perioadei de repaus a tuberculilor, care încep să încolțească mai devreme după o vară caldă comparativ cu o vară rece.

În fazele de înflorire și umplere a bobului la cereale, la temperaturi de 14-15 °C durata de umplere în spic este de circa 50-60 zile, în timp ce la temperaturi de 22-24 °C aceasta se reduce la numai 30-40 zile. În perioada de umplere a bobului, temperatura de 20 °C asigură condiții optime pentru acumularea substanței de rezervă și maturarea treptată a boabelor. Temperatura, îndeosebi valorile ridicate, acționează întotdeauna în relație cu umiditatea din sol și atmosferă. Influențele negative sunt evidente îndeosebi

când lipsește apa din sol sau umiditatea relativă a aerului este redusă. Astfel, temperaturile ridicate din perioada de înspicare și umplere a bobului, însoțită de secetă atmosferică, determină dezechilibre în metabolismul plantei, bobul se oprește din dezvoltare, se încrețește, scade în greutate, fenomen cunoscut sub denumirea de *șiștăvirea grâului*. Dacă arșița și lipsa de apă survin timpuriu, boabele din partea superioară a spicului nu se formează și planta are aspectul de pălire, culoare specifică maturității, dar fără boabe în partea superioară a spicului.

Temperaturile scăzute, de regulă sub -1, -2 °C primăvara, devin dăunătoare pentru culturile prășitoare. De asemenea, alternanța îngheț-dezghet duce la deșrădăcinarea cerealelor de toamnă.

Temperatura are influență favorabilă și asupra calității producției. Astfel, grânele din zonele cu climate mai secetoase și temperaturi mai ridicate, sunt mai bogate în substanțe proteice decât grânele din climate oceanice. La sfecla pentru zahăr, acumularea zahărului practic încetează la temperatura de 5-6 °C.

Deoarece plantele sunt adaptate la un anumit regim termic optim, la o anumită amplitudine a variațiilor de temperatură și nu la o temperatură constantă, din punct de vedere agrotehnic ne interesează care sunt sursele de energie calorică pentru plantele de cultură, factorii de influență a acesteia, influența temperaturii asupra plantelor și solului precum și metodele de dirijare a acesteia.

Surse de energie calorică și factorii de influență. Sursele de energie calorică utilizabile în activitatea de producție agricolă sunt următoarele:

1. **Radiația solară** - reprezintă principala sursă de căldură, a cărei valoare de 0,8-1,5 calorii/cm²/minut, în drumul spre suprafața terestră este valorificată astfel: 40% rămâne în spațiul cosmic; 17% este absorbită de către atmosfera mai apropiată de sol (îndeosebi în straturile cu mult praf, nori, ceață); 10% se reflectă de la suprafața solului în atmosferă; 33% contribuie la încălzirea solului (13).

Radiațiile solare care emit căldură (radiațiile calorice) sunt cele cu lungime de undă mare: roșii (0,65-0,75 nm), infraroșii (0,76-600 nm), electromagnetice (2 nm).

2. **Descompunerea microbiologică a materiei organice.** Plantele beneficiază de un aport termic și de pe urma unor procese exoderme care au loc în sol, cum ar fi descompunerea resturilor organice, a gunoiului de grajd,

condensarea vaporilor de apă etc. Prin descompunerea unei tone de gunoi de grajd rezultă 3-4 milioane calorii energie.

3. Utilizarea unor surse de încălzire sau reducerea pierderilor de căldură din sol. În spații protejate (sere, solarii, răsadnițe) se folosesc diferite surse pentru reglarea factorului temperatură. În câmp se recomandă utilizarea unor măsuri indirecte de reglare a regimului termic al solului și atmosferei apropiate, ca folosirea perdelelor forestiere de protecție, mulcirea solului, irigarea etc.

Cantitatea de căldură pe care o primește și o înmagazinează solul depinde de un număr mare de factori, cum sunt: latitudinea, altitudinea, expoziția terenului, umiditatea atmosferică, nebulozitatea, curenții de aer, ploile, stratul de zăpadă, alternanța zi – noapte, anotimpul sau însușirile termice ale solului (capacitatea de absorbție a razelor solare, căldura specifică, conductivitatea termică).

Această cantitate de căldură, pe care o poate primi o suprafață de teren la o anumită latitudine și la un anumit moment al anului sau zilei, depinde de rezultanta expoziție - formă de relief. Valoarea medie a însolației este de 1,0 calorii/cm²/minut pentru suprafețele de teren plane și crește sau scade pe versanți. Pe cei sudici, însorirea începe de la răsăritul soarelui și continuă până la apus, crescând în intensitate până către orele 12, după care scade. Acești versanți sunt cei mai calzi, realizează mai repede temperatura minimă de germinație, iar semănatul începe cu 5-6 zile mai devreme. Adâncimea de semănat va fi cu 1-2 cm mai mare decât pe ceilalți versanți, deoarece apa, îndeosebi pe adâncimea de semănat, se pierde în cantitate mai mare.

În cursul zilei, versanții vestici sunt mai calzi după-amiaza decât cei estici. Pe versanții estici și sud-estici, plantele suferă mai mult din cauza înghețului decât pe cei vestici. În consecință, semănatul culturilor sensibile la temperaturi scăzute primăvara se va realiza în ordinea: versanți sudici, vestici, sud-vestici, sud-estici, terase, terenuri plane, lunci și văi, versanți nordici.

Pe versanții nordici, care se încălzesc mai greu, rezultate bune se obțin la plante furajere, cereale păioase, în special pentru fibră, cartof.

În văi și depresiuni temperatura este mai scăzută decât pe versanți, din cauza scurgerilor de aer rece pe versanți și stagnerii acestora pe văi. Curenții de aer și precipitațiile contribuie la modificarea temperaturii în funcție de temperatura acestora, calzi sau reci.

Umiditatea atmosferică și nebulozitatea ridicate, diminuează atât afluxul de căldură către sol cât și pierderea acesteia, diminuând fluctuațiile de temperatură și micșorând astfel riscul de îngheț la sol.

Stratul de zăpadă, fiind slab conducător de căldură, constituie un strat izolator. Cu cât este mai gros (20-30 cm) și mai afânat, cu atât efectele lui pozitive sunt mai evidente. Un strat de zăpadă prea gros, peste 60-80 cm și tasat poate avea efecte negative asupra stării fitosanitare a culturii.

Capacitatea solului de absorbție a radiațiilor solare influențează temperatura din sol. Solurile închise la culoare absorb mai multă căldură decât cele deschise la culoare, terenul lucrat se încălzește mai bine decât cel cu miriște, iar solul acoperit cu zăpadă proaspătă mai puțin decât cel acoperit cu zăpadă veche, murdară. Prezența mulciului diminuează amplitudinea oscilațiilor termice în alternanța zi-noapte sau perioade climatice.

Fluxul termic provenit din radiația solară și pătruns în sol se răspândește în cuprinsul acestuia și produce modificări ale temperaturii în funcție de unele caracteristici specifice ale acestuia. Comportarea solului sub aspect termic este influențată în principal de două însușiri termice ale acestuia: capacitatea calorică (căldura specifică) și conductibilitatea termică (difuzibilitatea termică sau capacitatea de încălzire a solului).

Capacitatea calorică reprezintă cantitatea de căldură necesară unității de masă pentru a-și ridica temperatura cu un grad celsius (18). Capacitatea calorică se exprimă în calorii și se poate raporta la unitatea de masă (căldura specifică, calorii/gram) sau la unitatea de volum (capacitatea calorică volumetrică, calorii/cm³). Căldura specifică reprezintă numărul de calorii necesare pentru încălzirea cu 1 °C a unui gram (sau 1 cm³) de sol.

Apa are căldura specifică egală cu 1, iar cea a aerului este apropiată de zero (tabelul 3.5).

Solurile bogate în materie organică se vor încălzi ceva mai greu decât cele minerale, dar în relație și cu culoarea solului. Creșterea umidității va fi însoțită de o scădere apreciabilă a ritmului de încălzire a solului, fapt ce explică caracterul de “soluri reci” al acestora. Căldura specifică diferită a apei și a aerului explică faptul că solurile umede se încălzesc mai greu decât cele uscate, iar solurile tasate mai greu decât cele structurate și afânate.

Solurile uscate, poroase, se încălzesc la suprafață ziua și se răcesc noaptea mai puternic decât solurile umede, compacte.

Tabelul 3.5

Capacitatea și conductibilitatea termică a principalelor componente ale solului

Componente	Capacitatea calorică (cal/cm ³)	Conductibilitatea termică (cal/cm ³ /sec)
Nisip	0,51	0,019
Argilă	0,57	0,004
Humus	0,6	0,0003
Apă	1	0,0014
Aer	0,00036	0,00005

Conductibilitatea termică este proprietatea solului de a fi străbătut de un flux de căldură sub acțiunea unei diferențe de temperatură. Căldura se transmite în sol de la o moleculă la alta. Conductibilitatea termică se exprimă prin numărul de calorii care trec într-o secundă printr-un cm³ strat de sol (cal/cm³/sec).

Capacitatea de încălzire a solului este influențată de capacitatea calorică și conductibilitatea termică. Capacitatea de încălzire este astfel direct proporțională cu conductibilitatea termică și invers proporțională cu capacitatea calorică a solului (19).

Metode agrotehnice de dirijare a regimului de temperatură

Pentru ca influențele temperaturii asupra plantelor de cultură și în consecință asupra mărimii și calității recoltei să fie cât mai favorabile, este necesar să se intervină prin metode de dirijare. Pornind de la faptul că există anumite limite de temperatură în care plantele se dezvoltă, că acțiunea căldurii este complexă, directă sau indirectă prin intermediul atmosferei și a solului, metodele de dirijare vizează două direcții:

- folosirea cât mai eficientă a radiației solare;
- reglarea regimului termic al solului.

a. Metode de folosire eficientă a radiației solare

1. *Zonarea și amplasarea plantelor pe teritoriu* în concordanță cu cerințele acestora față de resursa energetică. Plantele cu cerințe mari față de căldură se vor cultiva în zonele de stepă și silvostepă sau în alte microzone în care este mai cald și se realizează suma gradelor utile de temperatură necesare. În cadrul zonelor și microzonelor se face chiar o zonare a soiurilor și hibridilor cultivați, urmărindu-se asigurarea căldurii necesare pentru a

ajunge la maturitate. În zonele colinare cantitatea maximă de energie calorică se realizează pe terenurile cu expoziție sudică.

2. *Semănatul în epoca optimă și desimi normale.* Corelarea datei de începere a semănatului la culturile de primăvară cu temperatura minimă de germinație și pregătirea corespunzătoare a patului germinativ pentru a semăna la aceeași adâncime, asigură o răsărire “explozivă” și plantele nu se umbresc în fazele tinere când sunt foarte sensibile la lipsa de lumină și temperatura aerului, de regulă scăzută. Dispunerea uniformă pe rând a plantelor prășitoare evită autoumbrirea și concurența interspecifică a două plante apropiate.

3. *Combaterea buruienilor și orientarea rândurilor* de plante prășitoare pe direcția N-S favorizează ajungerea la plantele de cultură a unor cantități mai mari de energie calorică. Orientarea rândurilor de plante pe direcția N-S, dacă terenul permite, favorizează un plus de căldură dimineața și spre seară, când razele de soare cad perpendicular pe rânduri și feresc culturile de temperaturi excesive la amiază, când plantele de pe același rând se umbresc reciproc. În solele îmburuienate temperatura solului este mai mică cu 2-3 °C decât în cele fără buruieni.

4. *Adaptarea adâncimii de semănat.* Adâncimea de semănat trebuie corelată cu cerințele plantei, mersul vremii, intensitatea pierderii apei din sol și riscul de eroziune.

Toamna, când solul începe să se răcească de la suprafață, dacă se întârzie cu semănatul și atmosfera s-a răcit, se seamănă mai adânc, către limita maximă a adâncimii de semănat, pentru ca semințele să beneficieze de căldura care se degajă din profunzime. Pentru cerealele de toamnă adâncimea de semănat influențează și modul cum acestea suportă temperaturile scăzute din timpul iernii. Grâul de toamnă semănat mai adânc formează nodul de înfrățire la o adâncime mai mare și astfel rezistă mai bine la ger.

Primăvara, procesul de încălzire se face de la suprafață spre adâncime, încât dacă se seamănă timpuriu, adâncimea va fi mai mică.

Întârzierea semănatului din motive obiective impune semănatul mai adânc pentru a asigura semințelor umiditatea necesară, temperatura fiind asigurată în această perioadă.

Semănatul se poate realiza cu 5-6 zile mai repede pe versanții sudici și la o adâncime mai mare, decât pe versanții nordici, unde se seamănă la adâncimea minimă din intervalul recomandat fiecărei culturi. La cartof, în zonele mai puțin favorabile pentru cultura acestei plante, din cauza

temperaturilor ridicate în perioada iulie - august, plantarea tuberculilor la o adâncime mai mare (15-16 cm) diminuează acțiunea temperaturilor ridicate.

5. *Preîncolțirea semințelor și a tuberculilor* la cartof permite scurtarea perioadei de vegetație și modificarea regimului termic în care sunt puse să crească și să se dezvolte plantele. Prin scurtarea perioadei de vegetație din teren, materialul de semănat și plantat încolțit folosește mai bine condițiile de temperatură și precipitațiile din lunile mai-iunie și ca urmare producțiile sunt mai sigure, mai mari și obținute într-un interval de timp mai scurt.

6. *Menținerea în regim optim a celorlalți factori de vegetație*, concomitent cu folosirea de soiuri și hibrizi de plante care să valorifice mai bine resursa calorică. Spre exemplu, porumbul are nevoie de o temperatură activă mai mare de 8 °C, ceea ce face ca prima parte a sezonului de vegetație, în anumite zone, să nu fie utilizată. Unele soiuri de cereale păioase își încetează ciclul vital prea repede în vară (datorită lipsei umidității), când potențialul termic al zonei rămâne deosebit de activ pentru multe plante de cultură.

b. Metode de reglare a regimului termic al solului

1. *Încorporarea în sol a gunoiului de grajd nefermentat și a altor materii organice*, care prin descompunere eliberează căldură. Gunoiul de grajd, pe lângă eliberarea a 2-4 milioane calorii/tonă, favorizează și îmbunătățirea structurii, a drenajului intern al solului, determinând încălzirea acestuia, inclusiv prin culoarea mai închisă a solului.

2. *Drenarea solului* de un eventual exces de apă determină creșterea temperaturii din sol. Solurile cu un raport echilibrat între porozitatea capilară și cea pentru aer se încălzesc mai ușor, asigurând în același timp și circulația corespunzătoare a apei în sol. Pe solurile umede reglarea regimului termic se face prin lucrări de afânare adâncă, drenaj, șanțuri de scurgere etc.

3. *Lucrările solului* contribuie în general la încălzirea solului, ca urmare a faptului că în urma aratului, a lucrărilor de pregătire a patului germinativ și a celor de întreținere, solul se afânează, se modifică raportul apă/aer, solul devine mai permeabil pentru aerul mai cald din atmosferă.

Arătura afânează solul pe adâncimea 15-30 cm și astfel înlesnește schimbul dintre aerul din sol și aerul atmosferic, care contribuie la încălzirea sau răcirea solului în funcție de temperatura pe care o are aerul atmosferic. Un rol important pentru încălzirea solului revine arăturii pe solurile argiloase, nestructurate, umede și compacte.

Tăvălugitul, prin tasarea ce o realizează în stratul de la suprafață, modifică termoconductibilitatea și capacitatea calorică a solului, diminuând amplitudinea oscilațiilor termice între noapte și zi.

Lucrările de grăpat și prășit ce se fac pentru îngrijirea culturilor, prin afânarea pe care o realizează, contribuie la încălzirea stratului lucrat de sol.

Prașilele mecanice, este indicat să fie executate mai adânc pe solurile umede și reci și mai puțin adânc pe solurile situate în zonele calde și secetoase. În primul caz, prin prașile mai adânci se urmărește distrugerea buruienilor, încălzirea și zvântarea unui strat mai profund de sol, iar în al doilea caz prașilele urmăresc, pe lângă distrugerea buruienilor, crearea la suprafață a unui strat izolator pentru păstrarea umidității și a unei temperaturi moderate.

4. *Reținerea zăpezii*, cu ajutorul parazăpezilor (colectoarele de zăpadă sau domolitoarele de vânt), are efecte favorabile în protejarea semănăturilor de toamnă împotriva înghețului. Datorită slabei sale conductibilități, care este aproape de zero, zăpada are un efect izolator foarte bun. Stratul de zăpadă constituie un strat rău conducător de căldură, menține o temperatură mai ridicată în sol și la suprafața solului și astfel protejează semănăturile împotriva gerurilor puternice. În plus, zăpada reținută îmbunătățește regimul apei din sol, deoarece un strat de zăpadă de 10 cm furnizează 300 m³ apă/ha. Ca urmare a condițiilor pe care le creează în zona de stepă, unde zăpada căzută este puțină și ușor spulberată de vânt și unde se înregistrează temperaturi foarte scăzute, reținerea zăpezii duce la obținerea de sporuri de recoltă. Adunarea zăpezii la sfârșitul iernii, în jurul pomilor, menține pământul mai rece, ceea ce face ca aceștia să pornească mai târziu în vegetație și să fie feriți de înghețurile târzii de primăvară.

5. *Mulcirea solului* (acoperirea solului) cu diverse materiale modifică regimul termic. Dacă materialele, folii de material plastic, mranită, gunoi, turbă etc. sunt de culoare închisă, solul absoarbe căldura în plus și se încălzește. Dacă materialele împrăștiate sunt deschise la culoare sau albe (var, cuarț etc.), datorită indicelui de refracție al acestora, solul absoarbe mai puțină căldură. Acoperirea solului cu un strat de mulci (resturi vegetale tocate) ferește solul de variații mari ale temperaturii și reduce amplitudinea oscilațiilor termice. Folia de polietilenă mărește temperatura solului cu cel puțin 3 °C pe timpul zilei și diminuează intervalul de oscilație dintre noapte și zi cu 2 °C (20). Culoarea foliei de polietilenă influențează comportarea în relație cu radiația solară. Când se dorește încălzirea solului, se folosește folie de culoare neagră, roșie, cărămizie, verde și transparentă, iar când se

urmărește numai menținerea umidității și combaterea buruienilor se folosește folia de culoare albă.

6. *Irigarea* modifică regimul termic al solului. Este de dorit ca apa de irigație să aibă temperatura mediului înconjurător, deoarece folosirea unei ape mai reci duce la prelungirea perioadei de vegetație. Irigația micșorează amplitudinea variațiilor de temperatură a solului și în general menține solul mai rece, datorită capacității calorice a apei, mai mare decât a aerului. Intensificarea evaporăției ca urmare a irigației, duce la micșorarea temperaturii stratului superior de sol.

7. *Plantarea de perdele de protecție a câmpului*. Perdelele de protecție formate din fâșii de arbori, asigură adăpost împotriva vânturilor reci din timpul iernii, favorizează depunerea zăpezii în strat mai gros și apără solul de îngheț. Perdelele vii (verzi) protejează culturile agricole contra factorilor dăunători și ameliorează condițiile climaterice. Lățimea acestora trebuie să fie de 10-20 m, chiar 30 m în zonele cu vânturi puternice, iar distanța dintre ele de cca. 500 m. Beneficiile perdelelor forestiere devin evidente în jurul vârstei de 10 ani, când reduc viteza vântului cu 25-50%, reduc eroziunea, cresc biodiversitatea și protejează culturile de toamnă împotriva înghețurilor ca urmare a efectului exercitat de stratul de zăpadă asupra acestora; reduc evaporăția și transpirația plantelor cu până la 30%, astfel că producția agricolă în câmp crește cu până la 20%; reduc pierderile de apă din sol prin evaporare cu 20-45%; micșorează amplitudinea de temperatură între zi și noapte cu 6,2 °C, iar cea anuală cu 2 °C; reduc mult consecințele secetelor, furtunilor de praf și eroziunii solului, atât asupra culturilor agricole, cât și asupra așezărilor umane, obiectivelor economico-sociale și căilor de comunicație.

8. *Semănatul sau plantarea pe biloane* are avantajul că temperatura solului din bilon crește mai repede ca urmare a scurgerii apei din partea superioară a acestuia, fiind posibil semănatul cu 6-7 zile mai devreme decât pe terenul cultivat în sistem clasic.

9. *Pentru spații protejate (sere, solarii) se pot folosi diferite surse de încălzire*. Vopsirea cu var alb a trunchiurilor de copaci determină întârzierea pornirii timpurii în vegetație a pomilor și evită distrugerea mugurilor de înghețurile târzii din primăvară. De asemenea, în livezi, în primăverile când există pericolul înghețurilor târzii, se ard substanțe fumigene care formează nori de fum ce opresc radiația căldurii și ca urmare se menține o temperatură mai ridicată în livadă.

3.3.5 APA CA FACTOR DE VEGETAȚIE

Existența vieții pe Pământ este indisolubil legată de apă, care datorită însușirilor sale fizice și chimice, reprezintă un factor de prim ordin în desfășurarea proceselor vitale din plantă și sol. Implicațiile pozitive sau negative ale apei sunt determinate de relațiile cu ceilalți factori de vegetație și cu modul de intervenție al omului, deoarece *apa este factorul de vegetație care variază cel mai mult pe perioada unui an calendaristic, sezon sau perioadă de vegetație*. Apa este cel mai important component al tuturor organismelor, ajungând la unele specii la 98% din masă și în rare cazuri scade sub 50%. Frunzele conțin în medie 80-90% apă, iar rădăcinile 70-80%.

Rolul apei ca factor de vegetație se manifestă prin:

1. *Apa ca mediu intern al plantelor*, participă la metabolismul plantei, implicată în procesele fundamentale ale lumii vii, fotosinteză, respirație, transpirație prin:

- atenuarea oscilațiilor temperaturii corpului și ușurarea proceselor de termoreglare;
- dizolvarea unui mare număr de substanțe datorită faptului că apa reprezintă mediul ideal pentru desfășurarea proceselor metabolice;
- apa face posibil transportul acestor substanțe și asimilarea de către plante;
- apa realizează circuitul geochimic și biogeochimic al unui mare număr de elemente și compuși.

2. *Apa ca element de mediu*, asigură formarea soluției solului și mediază absorbția substanțelor nutritive în plantă, având următoarele particularități:

- apa din sol și precipitațiile, prin cantitate și repartitia lor în timp, determină specificitatea tehnologiilor de cultivare a plantelor, agrotehnica diferențiată și limitele de valorificare a celorlalți factori de vegetație;
- participă în sol la realizarea și desfășurarea proceselor fizico-chimice și biochimice, condiționând și influențând transportul substanțelor nutritive în sol și plantă sub formă de soluții, regimul aerohidric, termoaerohidric și activitatea microorganismelor.

Apa ca factor de vegetație acționează întotdeauna în cadrul unor limite, având efect negativ atât când este în deficit, cât și atunci când este în exces.

Nevoia plantelor pentru apă se exprimă prin *consumul total de apă - m³/ha/zi*, care are limite diferite de la o zonă la alta, mai mare în zona forestieră, mai mică în zona de stepă, de la o cultură la alta, iar în cadrul aceleiași culturi raportat la soiul și hibridul cultivat, diferențiindu-se cronologic pe faze de vegetație de la germinație până la maturitate (tabelul 3.6) (21). La aceeași cultură, soi sau hibrid și în aceeași zonă, nevoia de apă a plantelor diferă în funcție de nivelul de fertilizare, faza de vegetație, lucrările solului, desimea culturii.

Tabelul 3.6

Consumul de apă la principalele culturi irigate, determinat după metoda bilanțului apei în sol la Cluj-Napoca (1964-2000)

Cultura	Lunile						
	IV	V	VI	VII	VIII	IX	Total
	Consumul mediu (m ³ /ha/zi)						
Porumb boabe	14	26	34	39	36	22	-
Sfeclă pentru zahăr	18	26	36	43	35	23	-
Cartof	16	25	39	42	33	16	-
Grâu	23	37	37	33	15	-	-
Soia	16	27	37	42	35	27	-
Lucernă	21	27	37	48	27	22	-
Porumb siloz	-	-	-	33	33	29	-
Dovleac furajer	-	32	39	41	37	23	-
Consumul lunar (m ³ /ha)							
Porumb boabe	420	806	1020	1209	1116	660	5231
Sfeclă de zahăr	540	806	1080	1333	1085	690	5534
Cartof	480	775	1170	1302	1023	480	5230
Grâu	690	1147	1110	1023	465	-	4435
Soia	480	837	1110	1302	1085	810	5624
Lucernă	630	837	1110	1488	837	660	5562
Porumb siloz	-	-	-	1023	1023	870	2916
Dovleac furajer	-	992	1170	1271	1147	690	5270

Consumul de apă poate fi exprimat și prin *coeficientul de transpirație (consumul specific)*, reprezentat de cantitatea totală de apă care trebuie să treacă prin corpul plantelor pentru producerea unei unități de substanță uscată. Coeficientul de transpirație are valori între 200-1000 l/kg.

Din cantitatea totală de apă absorbită de către rădăcinile plantelor doar o mică parte intră în alcătuirea sistemelor organice ale acestora. Aproximativ 98,5-99% din apa absorbită din sol este eliminată în atmosferă prin transpirație.

Coeficientul de transpirație depinde de (7) specia cultivată, condițiile pedoclimatice, regimul nutritiv din sol, mărimea și vârsta aparatului foliar, durata perioadei de vegetație etc. Acest indice reprezintă fundamentul științific pentru multe intervenții agrotehnice, datorită necesității optimizării valorilor acestuia cu condițiile pedoclimatice ale zonei. Coeficientul de transpirație are următoarele caracteristici:

- are valori mai mici când plantele sunt mai tinere și crește odată cu intensitatea vântului, temperatura, cu scăderea umidității aerului și a solului;
- aceeași plantă, pe același sol, transpiră într-o vară secetoasă de 2-2,5 ori mai multă apă decât într-o vară umedă; un vânt slab mărește transpirația de 2-3 ori, în timp ce un vânt puternic, de 20 de ori comparativ cu vremea liniștită;
- pe un sol bogat în substanțe nutritive asimilabile, coeficientul de transpirație este mai mic; măsurile agrotehnice de asigurare a solului cu substanțe asimilabile aduc o economisire a consumului de apă de către plante.

Consumul de apă în timpul vegetației diferă mult între grupele de plante, acestea comportându-se diferit față de gradul de asigurare cu apă. Funcție de consumul de apă, plantele pot fi grupate în:

- *plante xerofite* - plante care necesită cantități mici de apă, cu o bună adaptare la condițiile de secetă: meiul, dughia;
- *plante hidrofite* - adaptate vegetației în condiții de umiditate excesivă: orezul;
- *plante mezofile* - adaptate la condiții moderate de apă: majoritatea plantelor anuale de cultură, exceptând orezul.

Plantele mezofile se diferențiază sub raportul cerințelor pentru factorul apă după cum urmează:

- plante care nu rezistă la secetă: orez, cartof, fasole, plante de grădină;
- plante cu rezistență mijlocie la secetă: grâu, secară, orz, porumb, floarea-soarelui, sfeclă, bumbac, ricin;
- plante rezistente la secetă: sorg, mei, iarba de Sudan.

Plantele au nevoie de apă pe toată durata vegetației însă sunt unele faze în care importanța apei este mai mare. Insuficiența apei în aceste faze, chiar dacă ulterior aprovizionarea va fi corespunzătoare, are efecte mai evidente asupra vegetației și nivelului recoltelor.

Aceste faze sunt numite *faze critice pentru umiditate*:

- la cerealele de toamnă: *fazele critice pentru umiditate sunt la împăiere și la înspicare*;
- la porumb: *consumul cel mai ridicat de apă se înregistrează în fazele de apariție a înflorescenței și formare a bobului*;
- la floarea-soarelui: *faza critică este înainte de formarea calatidiului*;
- la cartof: *faza critică pentru umiditate este la îmbobocire - înflorire*;
- la sfecla pentru zahăr: *faza critică pentru apă este la formarea rădăcinilor*;
- la leguminoasele anuale: *faza critică pentru apă este la înflorire*;
- la lucernă: *între coasele a II-a și a III-a*.

Perioada germinării semințelor este considerată fază critică pentru majoritatea plantelor de cultură. Necesarul de apă pentru germinație este diferit de la o specie la alta (tabelul 3.7) (5): semințele care conțin mai mult amidon au nevoie de o cantitate redusă de apă comparativ cu semințele ce conțin grăsimi și substanțe proteice, care necesită o cantitate mare de apă pentru declanșarea germinației. Semințele cu bob mare și tegumentul gros necesită apă mai multă, fiind necesar sămănatul la adâncimi mai mari.

Tabelul 3.7

Cantitatea de apă absorbită de semințe și coeficientul de transpirație la diferite plante cultivate

Planta	Cantitatea de apă absorbită % din greutatea semințelor	Coeficientul de transpirație al plantei
Grâu	45,4	505
Orz	48,2	521
Ovăz	59,8	635
Porumb	44,0	372
Mei	25,0	287
Mazăre	106,8	747
Sfeclă pentru zahăr	120,3	377
In	100,0	783
Trifoi	117,5	698
Lucernă	56,3	858

Caracteristici ale factorului apă. Apa ca factor de vegetație prezintă o serie de caracteristici specifice, care pot fi sintetizate astfel:

1. Apa se poate acumula în sol și poate să fie folosită eșalonat de către plante. În prezența vegetației o parte din precipitații este reținută prin intercepție de stratul vegetal, iar restul ajunge pe sol străbătând foliajul sau prin curgere pe trunchiul arborilor (figura 3.3) (22). Apa din pânza freatică, aflată la o adâncime corespunzătoare, poate urca prin ascensiune capilară și poate contribui la aprovizionarea solului cu apă.

2. Apa ajunsă la suprafața solului sau acumulată în sol se poate pierde prin evaporare, infiltrare, scurgere la suprafața terenurilor în pantă, spulberarea zăpezii etc. Agrotehnica aplicată trebuie să combată în primul rând aceste fenomene și să evite consumul neproductiv al apei.

3. Apa, în privința cantității, a mișcării în sol și a accesibilității pentru plante, este influențată în mod decisiv de însușirile solului, îndeosebi de conținutul solului în argilă, gradul de tasare, drenajul intern și gradul de structurare.

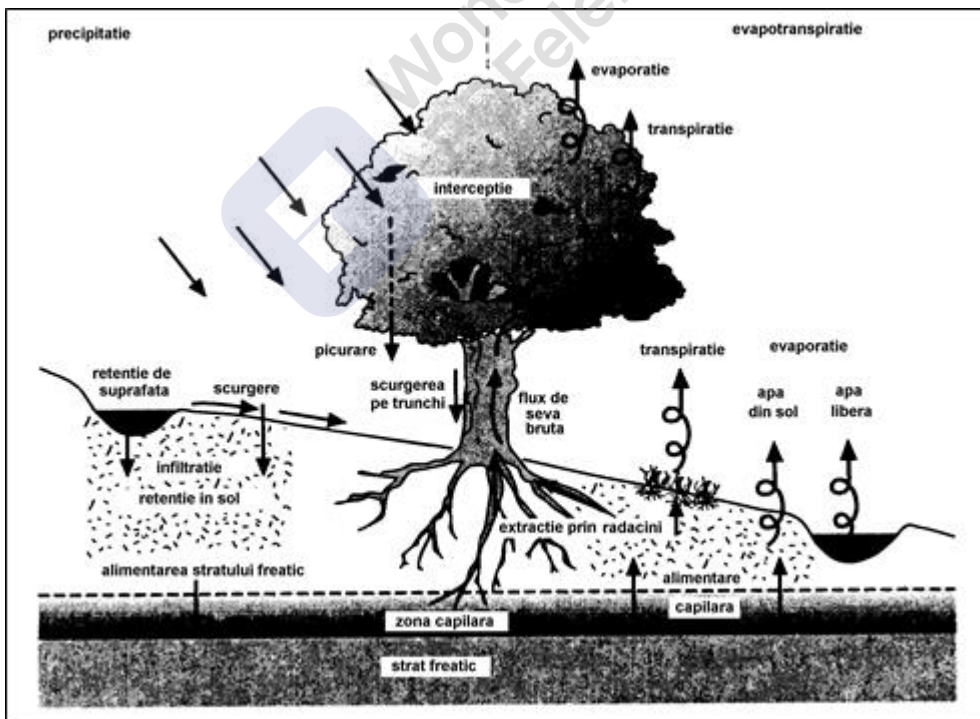


Figura 3.3 - Apa în sistemul sol-plantă-atmosferă



4. Apa ca factor de vegetație determină calitatea lucrărilor solului și potențează efectul celorlalte elemente de tehnologie: semănat, fertilizat etc., dar și acestea la rândul lor influențează cantitatea de apă din sol și accesibilitatea acesteia pentru plante.

Spre deosebire de ceilalți factori de vegetație, conținutul în apă al solului poate fi modificat foarte ușor prin intervenții directe, irigare sau desecare, sau prin intervenții indirecte: lucrările solului, fertilizare, combaterea buruienilor, stabilirea desimilor optime de cultură, rotația culturilor, în care să alterneze plante mari consumatoare de apă, cu plante ce au un consum redus de apă etc.

Mișcarea apei în sol și aprovizionarea cu apă a plantelor. Apa se mișcă în sol sub formă de vapori și sub formă lichidă.

Mișcarea apei în sol sub formă de vapori este determinată de diferențele de temperatură care se realizează între diferitele straturi de sol în alternanțele diurne - nocturne și în cursul unui an.

În timpul zilei, solul se încălzește începând de la suprafață spre adâncime. Ca urmare, din straturile superficiale mai calde se ridică apă sub formă de vapori și se evaporă, în timp ce în straturile mai adânci, care sunt mai reci, apa se condensează. În timpul nopții procesul are loc invers.

În cursul unui an, în perioada caldă are loc o sărăcire a straturilor de sol de la suprafață prin evaporarea apei sub formă de vapori și o îmbogățire a straturilor de sol mai profunde și mai reci unde vaporii de apă se condensează. În perioada rece a anului lucrurile stau invers. În zonele secetoase și reci, iarna, condensarea vaporilor de apă în straturile superficiale de sol înghețate constituie o sursă foarte importantă de aprovizionare cu apă pentru culturile agricole (13).

Mișcarea apei sub formă de vapori poate să contribuie la aprovizionarea rădăcinilor plantelor cu apă sau nu, după cum predomină condensarea sau evaporarea vaporilor de apă din această zonă.

Mișcarea apei sub formă lichidă cuprinde un volum mult mai mare de apă și este determinată de diferența de tensiune, de capilaritate și de gravitație.

Mișcarea apei datorită diferenței de tensiune are loc de la o particulă cu o peliculă de apă mai groasă către o particulă cu o peliculă mai subțire de apă, ca urmare a diferenței de tensiune și tendinței de echilibrare a acesteia.

În felul acesta, apa se mișcă în sol în toate sensurile, de sus în jos, de jos în sus și lateral, în funcție de partea în care se găsesc particulele cu stratul cel mai gros de apă.

Mișcarea apei datorită forței de capilaritate are loc prin spațiile înguste, capilare, de la straturile mai umede către cele mai uscate. Intensitatea acestei mișcări este determinată de diametrul spațiilor lacunare, de natura solului și de conținutul de apă în sol. Prin spațiile lacunare necapilare, apa circulă sub acțiunea forței de gravitație, de sus în jos. Intensitatea mișcării este în acest caz, în funcție de natura solului, de structură, grad de afânare, succesiunea straturilor de sol pe verticală etc.

Mișcarea apei sub formă lichidă este principala sursă de aprovizionare cu apă a solului, a plantelor dar și a subsolului și pânzei freatice. Adâncimea de la care apa freatică poate să participe la aprovizionarea plantelor variază în funcție de natura solului, cu textură mai fină sau grosieră și de natura plantelor cultivate, adâncimea sistemului lor radicular.

Accesibilitatea apei pentru plante. Apa acumulată în sol este accesibilă plantelor dacă ajunge în contact cu rădăcinile acestora, iar forțele de reținere de către sol sunt mai mici decât forțele de absorbție a rădăcinilor. Acest lucru este posibil numai în intervalul umidității active (IUA), cuprins între capacitatea de câmp pentru apă (CC) și coeficientul de ofilire (CO), întrucât majoritatea plantelor absorb apa cu o forță maximă de 15-20 atmosfere, iar forțele de reținere sunt între 0,15 atmosfere la nivelul CC și peste 15-20 atmosfere la nivelul CO. La sucțiuni cuprinse între:

- 0,15 atmosfere - 1 atmosferă: apa este ușor accesibilă plantelor;
- 1 atmosferă - 10 atmosfere: aprovizionarea plantelor se face cu dificultate, creșterile vegetative sunt moderate, activitatea microorganismelor redusă; impunându-se măsuri pentru conservarea apei în sol și completarea rezervei de apă;
- 10 atmosfere - 15 atmosfere: apa este foarte greu accesibilă, producția scade, devenind obligatorie completarea cantității de apă prin irigații;
- 15 atmosfere - 50 atmosfere: umiditatea existentă este cea corespunzătoare coeficientului de ofilire, la care plantele mor;
- 50 atmosfere - 10000 atmosfere: există doar apa de higroscopicitate, inaccesibilă plantelor.

Plantele se dezvoltă bine când în sol umiditatea este cuprinsă între 60-90% din IUA, aceasta deoarece sub 60% din IUA apa nu mai circulă cu continuitate prin capilare (umiditatea de rupere a legăturilor capilare) și plantele încep să sufere, iar la peste 90% din IUA începe să se manifeste lipsa de aer din sol. Intervalul umidității active este diferit de la un sol la altul, fiind influențat în principal de textura solului, îndeosebi de conținutul în argilă, dar și de structura și conținutul de humus al solului.

Accesibilitatea apei pentru plante depinde și de calitatea apei. Astfel, apa cu săruri este mai greu accesibilă. Pentru irigații se va folosi apă cu reziduu mineral sub 2 g/l, iar pH-ul să nu depășească 7,5.

Sursele de apă. Plantele absorb prin organele lor aeriene o cantitate mică de apă în timpul precipitațiilor sau irigațiilor, sau din apa care se condensează pe frunze (rouă). Cea mai mare cantitate de apă folosită este absorbită prin sistemul radicular, din sol.

Sursele de apă pentru plante sunt: precipitațiile, apa freatică, apa provenită din condensarea vaporilor și apa de irigație. Apa ajunsă pe aceste căi în sol, trebuie înmagazinată și păstrată la dispoziția plantelor. Celor două caracteristici ale apei în sol trebuie să li se acorde o importanță cu atât mai mare, cu cât climatul este mai secetos.

Precipitațiile reprezintă principala sursă de apă pentru plante. În România cad în medie 638 mm/an precipitații, cantitate considerată apreciabilă, dar distribuită foarte neuniform atât pe teritoriul țării, cât și de-a lungul unui an. Variațiile precipitațiilor se încadrează între 250 mm/an în Delta Dunării și peste 1000 mm/an în Carpații nordici și pe vârfurile mai înalte din Carpații sudici. Cantitatea anuală de precipitații crește în România în general de la est spre vest și de la sud spre nord. Cantitatea de precipitații în corelație cu temperaturile medii anuale înregistrate, asigură un potențial apreciabil de producții pentru majoritatea culturilor agricole.

Zonele agricole cele mai sărace în precipitații (cu 300-500 mm/an) sunt stepa din sud-estul Moldovei, stepa Dobrogeană și stepa din estul Munteniei sau Bărăganul.

Sezonul cel mai ploios este sfârșitul primăverii și începutul verii (lunile mai, iunie, iulie), în care cad 30-40% din totalul precipitațiilor anuale și lunile noiembrie, decembrie și ianuarie - precipitațiile de iarnă ce reprezintă 15-20% din totalul pe an. Lunile cele mai ploioase sunt mai și iunie. În luna iunie cad în medie 40-50 mm pe litoral, 70-80 mm în Bărăgan

și Câmpia Dunării, peste 80 mm în regiunea deluroasă și peste 100 mm în regiunile muntoase.

Perioade de secetă relativă se înregistrează în lunile august, septembrie și adesea octombrie, de asemenea în lunile februarie, martie și aprilie când bătaia intermitentă a vântului agravează lipsa de apă, mai ales în zonele de stepă.

Seceta este perioada de timp de cel puțin 10 zile vara și 14 zile iarna, în care nu cad precipitații. Anii secetoși sunt acei ani în care cantitatea totală de precipitații este sub medie, iar distribuția lor pe sezoane este defavorabilă față de nevoile plantelor. În anii în care perioadele de secetă sunt scurte, metodele agrotehnice curente permit obținerea unor recolte apropiate de cele normale, dar când seceta se prelungește, se obțin recolte mici, iar în anii foarte secetoși acestea sunt compromise. Seceta este una din cele mai mari calamități pentru agricultura din zona de stepă, unde lungimea perioadei de secetă este între 20 și 100 de zile, dar și pentru zona de silvostepă.

Când plantele nu au la dispoziție apa necesară pentru activitatea lor vitală, se ofilesc. Ofilirea plantelor poate fi temporară sau permanentă.

Ofilirea temporară se manifestă în timpul zilelor de arșiță, când plantele pierd prin transpirație mai multă apă decât pot să extragă din sol cu ajutorul sistemului radicular. În timpul nopții plantele reușesc să-și revină. Nu toate plantele se ofilesc temporar în aceeași măsură. Astfel, unele se ofilesc la o pierdere mică de apă, de 2-3%, altele (floarea-soarelui, cartoful) pierd până la 20-30% din apă fără să prezinte semne exterioare de ofilire. Când atmosfera este foarte uscată și caldă, plantele se pot ofili chiar și la un conținut mare de apă în sol. În perioada în care plantele sunt ofilite, încetează fotosinteza și creșterea. Ofilirea temporară poate avea urmări negative semnificative asupra recoltei.

La *ofilirea permanentă* plantele nu-și mai revin, fotosinteza și creșterea încetează complet, iar perișorii radiculari pier. Ofilirea permanentă duce la moartea plantelor și la compromiterea recoltei.

Coeficientul de valorificare a apei din precipitații reprezintă cantitatea de recoltă în kilograme, care se obține cu 1 mm apă din perioada de vegetație a plantei respective. Acesta variază în funcție de repartiția precipitațiilor de-a lungul perioadei de vegetație, de lucrările agrotehnice aplicate și de particularitățile plantei (specie, soi sau hibrid). Pentru formarea a 3 grame de substanță uscată, planta consumă 1000 grame de apă, din care

numai 1,5 grame intră în constituția celor 3 grame, restul se pierde în atmosferă prin transpirație (5).

Apa din pânza freatică devine utilă atunci când se găsește la adâncime mică, de 2 până la 5 m. Înălțimea de urcare a apei prin capilaritate variază între 1 și 4 m, depinzând de însușirile solului, îndeosebi de porozitatea acestuia. În solurile mijlocii, apa freatică alimentează capilar un strat de cca. 2 m. Astfel, dacă apa freatică se găsește la 4 m adâncime, în perioadele de secetă ea va putea aproviziona capilar acele plante ale căror rădăcini pot pătrunde până la o adâncime de 2 m (porumb, floarea-soarelui, sfeclă etc.). Cernoziomurile freatic umede sunt cele care asigură prin capilaritate urcarea apei în zona de răspândire a rădăcinilor majorității plantelor de cultură, deoarece au și o structură bună care asigură ascensiunea capilară corespunzătoare.

Apa provenită din condensarea vaporilor are o importanță redusă ca sursă de apă pentru plante. Întrucât fenomenul de condensare a vaporilor se repetă în fiecare noapte, importanța apei rezultate în urma acestui proces crește în perioadele când plantele nu se pot aproviziona pe altă cale cu apă, suferind mai puțin în perioadele de secetă.

Vaporii de apă se condensează atât la suprafața solului, cât și în sol, îndeosebi în cele nisipoase și mai afânate, unde formează *roua internă*, datorită amplitudinilor mari de temperatură. Vaporii de apă pătrund în sol sau se formează în sol în permanență, prin evaporarea apei lichide. Condensarea are loc când aerul din sol se saturează cu vaporii peste 97%. Această apă se poate acumula în cantități mici numai în nopțile mai reci, cu diferențe mari de temperatură față de cea a zilelor. Fenomenul este evident în perioada de la sfârșitul toamnei și iarna.

Apa de irigație face posibilă agricultura performantă în zonele de stepă și chiar în semipustiuri și pustiuri. Prin irigații se înțelege aprovizionarea dirijată a solului cu cantități de apă suplimentară față de cele primite în mod natural din precipitații sau afluxul ascendent din pânza freatică. Principalele surse de apă pentru irigat sunt lacurile de acumulare, bazinele de retenție, râurile și apa din pânza freatică. Pentru a putea fi folosită pentru irigat, apa trebuie să aibă debit suficient și o calitate corespunzătoare. Aprecierea calității apei pentru irigat se face numai în urma analizelor de laborator și nu prin apreciere orientativă după limpezime sau vegetația și fauna acvatică.

În zonele aride și semiaride irigația este necesară toată perioada de vegetație, practicarea agriculturii eficiente nefiind altfel posibilă.

În prezent se folosește irigația și în zonele relativ umede în care precipitațiile totale depășesc evapotranspirația potențială, dar în care distribuția acestora în cursul anului creează un stres asupra plantelor datorită insuficienței apei din sol.

Eficiența irigației depinde de *regimul de irigare* care se referă îndeosebi la norma de irigație, norma de udare și la intervalul dintre udări; acestea depind de cultură și stadiul de dezvoltare al plantelor, zona climatică, însușirile solului, condițiile hidrogeologice, condițiile climatice ale anului și metodele de udare (irigația prin aspersiune, irigația prin scurgerea apei la suprafață, pe brazde și fâșii, irigația prin picurare, irigația subterană, irigația prin submersiune sau inundare).

Fiecare cultură are un anumit consum de apă în perioada de vegetație, de la cca. 3000 m³/ha la grâu la peste 7000 m³/ha la cartof. Pe baza acestui consum de apă specific fiecărei culturi, se stabilește norma de irigație din perioada de vegetație, ținând seama de zona climatică și condițiile climatice ale anului, dar și de influența condițiilor hidrogeologice; se au în vedere precipitațiile căzute peste iarnă și acumulate în sol, precipitațiile din perioada de vegetație, evapotranspirația zilnică corelată cu temperaturile zilnice și aportul freatic, în funcție de textura solului și adâncimea apei freactice.

Metode agrotehnice de dirijare a factorului apă

Menținerea regimului de apă al solului în intervalul optim presupune două grupe de metode:

a. metode pentru înmagazinare și păstrare a apei în sol;

b. metode pentru eliminarea excesului apei din sol.

a. Metodele pentru înmagazinarea și păstrarea apei au ca obiective:

- *suplimentarea resurselor de apă;*
- *creșterea permeabilității solului pentru apă și favorizarea pătrunderii apei în sol;*
- *mărirea capacității de înmagazinare a solului pentru apă;*
- *reducerea pierderilor și consumul neproductiv de apă.*

1. *Irigația* reprezintă principala metodă de completare a cerințelor plantelor pentru apă. Prezintă avantajul că administrarea se face când este nevoie și cu câtă apă este necesară. Irigarea este o lucrare complexă, pentru care sunt necesare cantități enorme de apă (2000-20000 m³/ha) și amenajarea teritoriului. Normele de udare și frecvența udărilor depind de deficitul de umiditate, textura și structura solului.

2. *Sistemul de lucrare a solului* trebuie astfel conceput încât să favorizeze infiltrația și reținerea apei în sol. Sistemul de lucrare a solului trebuie să evite afânările excesive, degradarea structurală, prăfuirea și compactarea solului. Conservarea „arhitecturii” fizice a solului, îmbunătățirea structurii, a stabilității agregatelor structurale, are ca urmare micșorarea evaporării apei.

Grăparea arăturilor de vară și a celor din toamnă devreme, realizează o ușoară așezare a solului, nivelarea suprafeței și implicit reducerea suprafeței de evaporare a apei din sol. Lucrările superficiale prin care se realizează la suprafața solului un strat măzărat, izolator, contribuie la întreruperea curentului ascendent al apei prin capilarele solului și reducerea evaporării neproductive a apei din sol.

3. *Aplicarea îngrășămintelor organice* favorizează afânarea, structurarea solului și ca urmare îmbunătățirea regimului hidrofizic al solului.

4. *Mulcirea solului* poate fi realizată cu diferite materiale pentru a împiedica evaporarea apei din sol. Metoda se pretează îndeosebi în legumicultură, dar și în cazul culturilor de câmp. Metoda este aplicabilă de asemenea în cazul practicării sistemelor neconvenționale cu mulci.

5. *Distrușgerea buruienilor* are ca efect stoparea consumului de apă al acestora și folosirea apei de către plantele de cultură.

6. *Cultivarea de specii, hibrizi și soiuri mai rezistente la secetă*, care asigură o folosire rațională a apei și evită seceta din perioada înfloritului.

7. *Semănatul în epoca optimă și la desimi optime*, pentru ca plantele să se dezvolte rapid, valorificând apa din rezerva solului, acumulată înainte de semănat și parcurgând în optim fazele de vegetație până la înflorire, încât să nu ajungă în perioada de secetă accentuată. Stabilirea desimii plantelor se face în funcție de nivelul de aprovizionare cu apă și substanțe nutritive al solului. Adâncimea de semănat se stabilește în funcție de umiditatea solului, astfel încât atunci când terenul este uscat, se va semăna mai adânc.

8. *Rotația culturilor*, alegerea sortimentului de specii, soiuri sau hibrizi potriviți pentru condițiile de aprovizionare cu apă, alternanța în timp a speciilor cu consum specific diferit, astfel încât să nu se ajungă la secătuirea solului numai pe o anumită adâncime.

9. *Folosirea rațională a îngrășămintelor* într-un raport de fertilizare echilibrat cu macroelemente face să crească eficiența valorificării apei, economisind cantitatea de apă consumată pe unitatea de produs. Aplicarea îngrășămintelor determină micșorarea consumului specific de apă al plantelor, deoarece acestea folosesc cantități mai mici de apă pe unitatea de masă organică sintetizată.

10. *Pe terenurile în pantă se fac amenajări antierozionale*, în cadrul cărora se alege sortimentul de plante potrivit, lucrările se fac pe curba de nivel și se caută ca resturile vegetale să constituie un mulci. Se practică sisteme de lucrări neconvenționale cu cizel, cu paraplow, minim pe biloane, semănat direct etc., pentru a nu răsturna brazdele și a expune solul descoperit la spălare în perioadele ploioase.

11. *Lucrări de afânare a orizonturilor de sol impermeabile pentru apă*. În țara noastră sunt suprafețe mari cu soluri având în subarabil (40-50 cm) orizonturi (Bt) impermeabile pentru apă, cu o densitate aparentă peste $1,5 \text{ g/cm}^3$. Aceste soluri au un regim aerohidric defectuos, suferă în perioadele ploioase de deficit de aer, iar în cele secetoase de deficit de apă. Afânarea adâncă (periodică) a acestora contribuie la creșterea capacității de înmagazinare a solului și reglarea regimului aerohidric.

12. *Tăvălugirea, pentru a favoriza ascensiunea capilară a apei în sol*. Sunt și situații când trebuie să favorizăm urcarea apei din profunzime prin capilare, de exemplu primăvara, când se seamănă semințe mici și solul este uscat. Prin tăvălugire se apropie particulele de sol unele de altele, se micșorează spațiile necapilare, apa se urcă și întâlnește semințele, favorizând încolțirea acestora. În toamnele, dar mai ales în primăverile secetoase, se poate observa că plantele răsar mai repede pe urmele lăsate de roțile tractorului.

13. *Perdele forestiere de protecție* sunt destinate să apere regiuni mari împotriva vânturilor puternice și persistente. În intervalul dintre perdele climatul se ameliorează evident. Perdelele reduc viteza vânturilor, ca urmare se reduc procesele de evaporare a apei din sol, de transpirație a plantelor și de spulberare a zăpezii pe timpul iernii.

b. Metodele pentru eliminarea excesului de apă din sol sunt:

1. *Desecarea și drenajul.* Desecarea presupune înlăturarea excesului de apă de la suprafața solului și din sol, astfel încât să se formeze un regim de apă și aer favorabil plantelor agricole. Desecarea se realizează printr-un sistem de canale deschise, executate la suprafața solului.

Drenajul presupune colectarea și îndepărtarea apei în exces printr-o rețea de canale acoperite, rețea de tuburi riflate / ceramice sau galerii.

2. *Îndiguirile împotriva revărsărilor de apă.* Zonele susceptibile la inundare în România sunt luncile riverane râurilor interioare, care se protejează prin îndiguire.

3. *Metode agrotehnice* de eliminare a excesului de apă, cum ar fi trasarea de șanțuri care să conducă apa în afara terenului agricol, arături și afânări adânci, aplicarea îngrășămintelor organice pentru a mări permeabilitatea solului, arăturile în spinări etc.

3.3.6 AERUL CA FACTOR DE VEGETAȚIE

Aerul ca factor de vegetație își manifestă acțiunea direct sau indirect, condiționând desfășurarea proceselor vitale din plantă și sol. Fără aer viața plantelor nu poate exista, fiind necesar atât aerul atmosferic, cât și aerul din sol.

Atmosfera conține cantități suficiente de aer pentru ca plantele să vegezeze, dar nu întotdeauna corespunzătoare sub aspectul calității, care este afectată de poluare.

În sol aerul se constituie în una din cele trei faze, respectiv gazoasă, fiind în permanentă mișcare ca urmare a interacțiunii cu celelalte două faze, solidă și lichidă și cu ceilalți factori de vegetație. Aerul din sol ocupă spațiul poros lăsat liber de apă, întrucât între apa și aerul din sol există o relație antagonistă. Volumul aerului scade sau crește în măsura în care volumul apei scade, respectiv crește.

Porozitatea totală (PT) a solului reprezintă proporția din volumul solului care nu este ocupată de particulele solide, putând fi ocupat de apă sau aer. Pentru o bună caracterizare agrotehnică a solului, datele asupra porozității totale trebuie completate prin determinarea proporției unor categorii de pori diferiți prin mărime și deci prin funcțiile pe care le îndeplinesc în sol.

Porozitatea totală include două categorii:

- *porozitatea capilară* (P_c) reprezentată de porii mici și mijlocii, cu diametrul sub 10-30 μm (diametrul de 30 μm se folosește la solurile nisipoase, iar cel de 10 μm la solurile cu textură mijlocie și fină), care rețin apa accesibilă plantelor - în porii mijlocii cu diametrul între 0,2 și 10-30 μm , respectiv apa inaccesibilă plantelor - în porii mici cu diametrul sub 0,2 μm .

- *porozitatea necapilară* (P_n) reprezentată de porii mari cu diametrul peste 10-30 μm , care este de regulă ocupată de aer. Aceasta se mai numește și porozitatea drenată, deoarece prin aceasta se scurge, prin infiltrație, excesul de apă.

Cercetări recente, efectuate cu ajutorul computerului tomograf, cu ajutorul căruia se pot determina foarte precis diametrul și volumul diferitelor categorii de pori, au evidențiat că porii având diametrul cuprins între 0,5-50 μm au un rol foarte important în reținerea apei, cei cu diametrul cuprins între 50-200 μm asigură în principal mișcarea apei capilare în sol, deci transportul apei, iar cei cu diametrul peste 500 μm au rol principal în asigurarea drenajului solului (8).

Porozitatea solului depinde în mare măsură de structura solului, textură și gradul de tasare. Creșterea mărimii agregatelor structurale determină creșterea porozității totale și a porozității necapilare și scăderea porozității capilare. În cazul solurilor cu structură degradată, prăfuită, formată numai din agregate mai mici de 0,5 mm, aproape toată porozitatea este capilară, având ca efect imediat reducerea conținutului de oxigen. În solurile moderat afânate, proporțiile componentelor porozității totale sunt favorabile, asigurând concomitent condiții bune de reținere a apei accesibilă plantelor, de aerație și de circulație rapidă a excesului de apă. Dimpotrivă, în solurile tasate, raportul componentelor porozității totale este adesea puțin favorabil.

Valori mari ale porozității totale indică o capacitate ridicată de reținere a apei, permeabilitate mare și aerație bună, dar uneori valori reduse ale portanței.

Aerul ca factor de vegetație acționează prin: cantitate, calitate (compoziție) și intensitatea aerației.

Cantitatea de aer din sol. În sol cantitatea de aer se poate afla în una din următoarele situații: insuficiență, optim, exces. Cantitatea de aer din sol, teoretic, ar putea fi egală cu volumul total al porilor (porozitatea totală a solului), dacă o parte din acest spațiu lacunar nu ar fi ocupat cu apă.

Conținutul de apă și cel de aer sunt deci complementare și își împart spațiul poros. Aerul ocupă acel spațiu care nu este ocupat de apă.

Capacitatea de aer sau porozitatea de aerație reprezintă conținutul de aer al unui sol la umiditate corespunzătoare capacității de apă în câmp. Rezultă o corelație strânsă între aerul și apa din sol. Cu cât solul este mai umed, cu atât apa ocupă un procent mai mare de pori, deci conținutul de aer este mai mic. Fenomenul este invers la solurile uscate.

În condiții de *insuficiență a cantității de aer* și de neîmprospătare a acesteia, plantele suferă de la germinare până la recoltare. Gradul de afectare a proceselor fiziologice în funcție de cerințele plantelor pentru aer, depinde de durata cât se menține insuficiența de aer și natura procesului fiziologic care se derulează pe parcursul lipsei de aer. Aerația slabă a solului influențează negativ dezvoltarea sistemului radicular. Rădăcinile cresc puțin, sunt scurte și cu puțini peri radiculari, se îngroașă mai mult decât normal, iar din punct de vedere morfologic spațiile intracelulare devin mai largi, ca o adaptare la aceste condiții. Creșterea rădăcinilor este maximă la valori mari ale capacității pentru aer. Aceasta se explică prin reacția pozitivă a rădăcinilor la schimbul mai activ de gaze între sol și atmosfera.

Lipsa aerului și în special a oxigenului determină puternice perturbări ale metabolismului plantei și micșorează permeabilitatea apei în rădăcini. O altă consecință a insuficienței aerului constă în sărăcirea solului în azot, ca urmare a predominării proceselor de reducere și a activității preponderente a bacteriilor denitrificatoare (anaerobe). În condiții de aerație insuficientă, descompunerea resturilor vegetale este incompletă, activitatea bacteriilor este intensă la început, dar de scurtă durată. Deficitul de aerație determină reducerea ritmului de mineralizare a materiei organice, imobilizarea parțială a azotului și formarea în sol de nitriți, fier feros, mangan bivalent, sulfuri și chiar metan, hidrogen sulfurat etc., acestea constituind toxine pentru sistemul radicular al plantelor.

Excesul de aer din sol are efect dăunător prin lipsa apei și acumularea în cantități prea mari a dioxidului de carbon.

Optimul cantității de aer este menționat de literatura de specialitate ca fiind cuprins între limitele de 20-30% din volumul total al porilor (19).

Cunoașterea acestor cerințe reprezintă o importanță mare pentru practică, întrucât dă posibilitatea modificării, prin lucrările solului, a capacității de aer a acestuia (porozitatea de aerație). Prin arătură, afânare adâncă, lucrarea cu freza, grapa, combinatorul și lucrările de prășit, sporim



capacitatea de aerare a solului și astfel crește conținutul de aer al acestuia. Prin lucrarea cu tăvălugul neted, reducem capacitatea de aer a solului.

Sub aspectul conținutului de aer se apreciază ca stratul arabil este bine lucrat, afânat, când porozitatea totală are valoarea de cca. 50% (cu limite între 48-55%), iar din acesta 70% este reprezentată de porozitatea capilară (de reținere a apei) și 30% de porozitatea necapilară (de aerație). Între cantitatea de apă și aer din spațiul lacunar al solului trebuie să fie un raport de 2/3 apă și 1/3 aer. La acest raport se creează cele mai bune condiții pentru creșterea și dezvoltarea plantelor, realizându-se o bună circulație a apei, un schimb activ de aer între sol și atmosferă și o coeziune moderată a solului. Astfel, pentru aprecierea condițiilor de creștere și dezvoltare a plantelor trebuie luat în considerare raportul aer-apă, adică regimul aerohidric al solului.

Regimul aerohidric favorabil se realizează în solurile structurate glomerular, lucrate în condiții optime, fertilizate cu îngrășăminte organice, astfel încât porozitatea capilară și necapilară să fie în raport optim, iar perioada dominării apei sau aerului să nu depășească limitele de toleranță a plantelor.

Regim aero-hidric nefavorabil se înregistrează, de regulă, pe soluri cu exces de umiditate, nisipuri, soluri argiloase compacte, soluri aluviale inundate și pe oricare din solurile normale la aplicarea măsurilor agrotehnice necorespunzătoare, îndeosebi când se lucrează solul prea umed.

Pe solurile cu exces de umiditate predomină apa și lipsește aerul. Pe nisipuri și chiar pe solurile nisipoase slab structurate, formate în cea mai mare parte din particule de nisip grosier, spațiul lacunar este mare, în sol se află aer în exces, aerația este puternică, oxidarea materiei organice prea activă, iar apa insuficientă.

Pe solurile argiloase, compacte, unde predomină spațiile capilare, regimul aerului este defectuos. În perioadele umede, porii sunt plini cu apă în exces, apa se scurge sau stagnează pe teren, iar aerația se face foarte greu. În perioadele secetoase apar crăpături care determină proporții necorespunzătoare între cantitatea de aer și apă din sol.

Prin colmatarea solurilor aluviale porozitatea totală se reduce până la 25%, fapt care se răsfrânge și în înrăutățirea regimului aerohidric. În astfel de situații se impune o mobilizare a stratului superficial al solului prin lucrarea cu grapa sau combinatorul. O situație asemănătoare se creează și pe luvosoluri, când se mărunțește prea mult structura și se formează la suprafața

solului crusta, care pe lângă efectele mecanice asupra tinerelor plante (îndeosebi la in și cereale de primăvară), determină și un regim aerohidric nefavorabil.

De menționat este și corelarea acestuia cu regimul aerohidric în general nefavorabil existent în aceste soluri, îndeosebi la adâncimea de 40-80 cm, care motivează lucrările de afânare adâncă.

Calitatea (compoziția) aerului. Aerul este un amestec format din mai multe gaze, dintre care pondere au azotul, oxigenul și dioxidul de carbon, fiecare fiind de neînlocuit pentru plante și activitățile biologice din sol.

Aerul mai conține argon, heliu, vapori de apă, particule de praf etc. Aerul din sol și cel din atmosferă conțin aceleași gaze, dar în proporții diferite (tabelul 3.8) (6).

Aerul solului are practic același conținut de azot ca și aerul atmosferic, fiind însă mai sărac în oxigen și mai bogat în dioxid de carbon, vapori de apă și amoniac. În solurile lutoase, lucrate la momentul optim, structurate și bine aerate, conținutul de oxigen din sol este apropiat de cel din atmosferă. Conținutul de dioxid de carbon este întotdeauna mai mare în aerul din sol comparativ cu aerul din atmosferă. În solurile argiloase, tasate, lucrate în condiții improprie, la umiditate mare și aerație slabă, proporția oxigen-dioxid de carbon se modifică substanțial, în sensul scăderii cantității de oxigen și creșterii dioxidului de carbon, dar suma celor două componente variază foarte puțin, rămânând apropiată de cea din aerul atmosferic.

Tabelul 3.8

Compoziția aerului atmosferic și din sol (% de volum)

Componente	Aer atmosferic (%)	Aer din sol (%)
Oxigen	20,87	11,5-19
Azot	78,31	79,0
Dioxid de carbon	0,03	0,3-3
Argon	0,76	0,76
Alte gaze	0,03	urme
Vapori de apă	1-2	1,5-2

Compoziția aerului din sol este relativ constantă în partea superioară a acestuia, în orizontul lucrat și pe solurile bine aerate, ca urmare a vitezei mari de reînnoire cu aer din atmosferă. Modificările de compoziție la aerul din sol se produc datorită consumării oxigenului, eliminării dioxidului de

carbon în procesul de respirație al rădăcinilor, activității microorganismelor și altor procese din sol.

Aerul își manifestă rolul de factor de vegetație prin cantitate și prin componentele calitative, îndeosebi oxigen, dioxid de carbon și azot. Componentele calitative acționează prin mărime, raportul dintre ele, intensitatea de primenire și rolul specific al fiecărei componente a aerului pentru plantă și sol. În privința limitelor de mărime, se apreciază că un conținut de oxigen de sub 10% reprezintă limita inferioară, sub care procesele din sol și din plantă sunt afectate, iar un conținut de dioxid de carbon ce depășește 5% reprezintă limita la care plantele suferă (4). Rolul specific al componentelor aerului este pus în evidență pe parcursul întregii perioade de vegetație a plantelor.

Oxigenul este absorbit de plante în procesul de respirație și cu ajutorul lui oxidează o parte din hidrații de carbon din care rezultă energia necesară pentru sinteza substanțelor proteice și desfășurarea celorlalte activități fiziologice din plantă. Ca rezultat al proceselor de oxidare, planta elimină dioxidul de carbon.

Plantele au nevoie de oxigen în tot cursul vieții, începând de la germinare și până la recoltare. Nu toate speciile au aceleași cerințe pentru oxigen în timpul germinării. Porumbul, fasolea, mazărea, ovăzul, grâul au nevoie pentru germinare de cantități mari de oxigen. Unele plante ca orezul, sunt adaptate la condiții de germinare în apă, fiindu-le suficiente cantități foarte mici de oxigen pe care îl preiau chiar din apă. Oxigenul este absolut necesar la desfășurarea proceselor de oxidare din sol și în activitățile bacteriilor aerobe nitrificatoare, care oxidează amoniacul și îl transformă în nitrați.

Micșorarea conținutului de oxigen din sol sub 6-9% duce la scăderea bruscă a energiei germinative. Când conținutul de oxigen din sol scade sub 5%, creșterea rădăcinilor încetează.

Cum rezultă din cele prezentate, plantele au nevoie de cantități de oxigen pe întreg parcursul perioadei de vegetație, ceea ce obligă ca lucrările solului să fie executate astfel încât solul să fie menținut la un regim aerohidric normal. Când solul este afectat de exces temporar de umiditate, apa trebuie înlăturată, iar la colmatarea cu sol erodat sau materiale aduse prin inundare, este oportun a se efectua lucrări de mobilizare a solului la suprafață.

Dioxidul de carbon este necesar plantelor în procesul de fotosinteză, fiind absorbit îndeosebi prin organele verzi. Creșterea concentrației de dioxid de carbon din atmosferă are efect favorabil asupra randamentului fotosintezei. S-a stabilit, spre exemplu, că prin sporirea conținutului de CO₂ de la 0,03 la 0,28% fotosinteza crește de 3 ori. Peste 90% din cantitatea de dioxid de carbon din atmosferă provine din sol, unde rezultă în urma activității biologice, în principal descompunerea materiei organice de către microorganisme. O tonă de humus descompus eliberează în aer 680 kg/ha C sub formă de CO₂ (23). În medie, capacitatea solului de a produce CO₂ este de 7 l CO₂/m² suprafață de sol, dar valorile limită sunt mult diferite în funcție de sol, anotimp, calitatea lucrărilor agrotehnice, cantitatea de apă din sol, planta cultivată, cantitățile de îngrășăminte aplicate și în special de cantitatea de gunoi de grajd aplicat. Conținutul de CO₂ este mai ridicat pe solurile cultivate decât pe cele necultivate, mai ridicat vara și mai redus iarna.

Pe lângă rolul direct în viața plantelor, CO₂ are și rol indirect, în sensul că dizolvat în apă, mărește puterea de solubilizare a compușilor chimici mai greu solubili din sol.

Chiar dacă limitele minime pentru oxigen și maxime pentru CO₂ din sol sunt încă discutate, experiențele executate confirmă efectul celor două componente ale aerului, cu sublinierea că acestea sunt în relație și cu densitatea aparentă. Efectul este mai puternic la densități aparente sub 1,3-1,5 g/cm³, mult mai slab la densități aparente mari (1,6-1,7 g/cm³) și nul la densități aparente excesive (până la 1,9 g/cm³).

Azotul, un alt component al aerului, se găsește în cantități mari în aerul din atmosferă și sol, dar forma sub care se găsește, ca azot elementar gazos, nu poate fi asimilată de către plante, dar poate fi fixat de bacteriile nesimbionte și simbiote fixatoare de azot. Din atmosferă, azotul ajunge în sol prin schimbul de gaze sol-atmosferă și odată cu apa din precipitații.

Atmosfera reprezintă principalul rezervor de azot utilizabil pentru nutriția plantelor, prin existența a 70 000-80 000 t de azot deasupra fiecărui hectar de teren. Ajuns în sol (prin fixare biologică, precipitații, îngrășăminte), el poate fi pierdut (prin levigare, denitrificare-volatilizare și export cu recolta) sau poate fi imobilizat în sol, la nivel biologic (de complexul argilo-humic) sau biochimic (de microorganisme). În sol azotul total are valori, în general, cuprinse între 0,1 și 0,3%.

În ultimul secol, odată cu creșterea producției fertilizanților de sinteză, intensificarea culturilor de leguminoase, care fixează biologic azotul

molecular (între 5-200 kg/ha/an) și întoarcerea în sol a poluării azotice atmosferice (cu ajutorul precipitațiilor se aduc în sol între 2-13 kg/ha/an NH_4^+ și NO_3^-) rezultată din combustia carburanților fosili, conținutul de N crește puternic în biosferă. Acestea au condus la o creștere generală a conținutului de azot în sol-subsol și ape freactice, generând situații îngrijorătoare în unele zone ale lumii.

Plantele folosesc direct azotul numai din sol, sub formă de săruri ale acidului azotic. Pentru nutriția cu azot a plantelor prezintă importanță deosebită NH_4^+ , absorbit în formă schimbabilă și nitrații (NO_3^-).

Vaporii de apă circulă în sol și contribuie la omogenizarea conținutului de apă. În funcție de temperatura din sol, vaporii de apă se condensează, constituind o sursă secundară de aprovizionare a solului cu apă, în special pentru microorganisme.

Schimbarea aerului din sol. Datorită unor procese specifice care se desfășoară în sol, aerul din interiorul acestuia se îmbogățește în CO_2 , concomitent cu scăderea conținutului de oxigen. Creșterea conținutului de dioxid de carbon peste anumite limite devine dăunătoare, așa cum s-a arătat, fiind nevoie de primenirea aerului, altfel rădăcinile se asfixiază, microorganismele aerobe mor, toxinele produse de rădăcini se acumulează.

Schimbul de aer dintre sol și atmosferă se realizează prin două mecanisme principale ale mișcării aerului în sol: curgerea în masă (convecția) și difuzia.

Curgerea în masă a aerului constă în deplasarea unei cantități mari de aer sub influența unui gradient de presiune asigurat de diverși factori fizici și biologici. Astfel, la temperaturi ridicate gazele din sol se dilată, se mărește presiunea și trec în atmosferă. Diferențele de temperatură se realizează în principal diurn, cu valori mai ridicate ziua și mai scăzute noaptea. Vântul produce de asemenea primenirea aerului din stratul de la suprafața solului prin suflarea acestuia din porii solului. Apa din precipitații sau irigații, când pătrunde în sol umple porii acestuia eliminând aerul, iar după ce se pierde, în pori pătrunde aer proaspăt. Animalele care trăiesc în sol și sapă galerii, creează condiții mai bune de aerisire și primenire a aerului.

Difuzia. Modalitățile menționate de primenire a aerului determină doar 1/10 din totalul mișcării aerului în sol, principalul mecanism de reîmprospătare a aerului din sol fiind difuzia.

Prin difuzie se înțelege răspândirea în spațiu a unor molecule de gaze sub influența unui gradient de concentrație. Astfel, fiecare componentă a

aerului se deplasează de la concentrații mari spre locurile unde concentrația este mai redusă. Aerul din sol conține mai puțin oxigen și mai mult dioxid de carbon și ca urmare în sol intră în permanență oxigen și iese în atmosferă dioxid de carbon. Mișcarea aerului la care am făcut referire până acum viza difuzia prin porii liberi de apă ai solului, dar pentru plante prezintă importanță deosebită și difuzia aerului prin peliculele de apă din jurul rădăcinilor, proces prin care se asigură transportul oxigenului din spațiul poros al solului către perii radiculari.

Poluarea aerului. Calitatea aerului, mișcarea acestuia și efectele, ca factor ecologic, sunt influențate de poluarea aerului. Poluarea reprezintă un complex de fenomene care a schimbat sau tinde să schimbe acțiunea factorilor de vegetație în detrimentul producției agricole, a echilibrului ecologic în general. Efectele deosebit de dăunătoare, uneori ireversibile ale poluării, au apărut și s-au diversificat în ultimul timp, afectând aerul, apa, și planta.

În jurul surselor de poluare, aerul conține atât materii solide (funingine, cenușă, praf fin de cărbune, ciment și var, pulberi de plumb, cupru, aluminiu, zinc, mercur, cadmiu etc.), cât și materii gazoase (bioxid de sulf, fluor, oxid de carbon, oxizi de azot, oxid de plumb etc.), care îi schimbă compoziția și modul de acțiune.

Între agenții poluanți și factorii de vegetație există o interacțiune permanentă, care de regulă accentuează efectul negativ al noxei și reduce rolul pozitiv al factorului de vegetație. Astfel, bioxidul de sulf (SO_2) și trioxidul de sulf (SO_3) răspândite în atmosfera poluată, în contact cu apa provenită din ploi, ceață și rouă, se transformă în acid sulfuros și sulfuric, devenind foarte periculoși pentru oameni, floră și faună. De asemenea, unele substanțe nocive de la emitere, devin ulterior și mai periculoase datorită modificărilor chimice suferite în prezența luminii solare.

Toxicitatea produsă de noxe este determinată de natura poluantului, concentrația acestuia și durata de poluare. Ultimii doi parametri sunt influențați în mare măsură de vânt, temperatură, precipitații, inversiunea termică a straturilor de aer, radiațiile solare, dar și de condițiile de relief. Cele mai afectate zone sunt cele care se află în apropierea surselor poluante și în aval de acestea, pe direcția din care bate vântul. Vântul și inversiunea termică a straturilor de aer pot transporta agenții poluanți la distanțe de zeci de kilometri.

Efectele nocive ale emisiilor se manifestă asupra solului, plantei și omului, în principal prin intermediul aerului.

Solurile din zonele poluate, îndeosebi cu SO₂ și SO₃, au devenit sărace în humus, datorită pătrunderii gazelor de SO₂ și SO₃ în sol odată cu aerul, deshidratarea lentă și carbonizarea substanțelor organice moarte. De asemenea, în sol se acumulează metale cu efecte deosebit de toxice și periculoase pentru microorganismele din sol, pentru plante și pentru om. Microorganismele din solurile poluate înregistrează o scădere considerabilă pe adâncimea 0-10 cm, atât ca număr cât și ca activitate, datorită calității necorespunzătoare a aerului din sol.

Metode agrotehnice de dirijare a regimului de aer

Metodele de reglare a regimului de aer urmăresc:

a. asigurarea calității aerului din atmosferă;

b. asigurarea calității și cantității de aer din sol.

a. Pentru **aerul din atmosferă** nu se pune problema reglării cantității, aceasta fiind suficientă, ci numai a calității. Îmbunătățirea calității aerului din atmosferă pornește de la înlăturarea treptată a surselor de poluare și îmbunătățirea sistemelor de reducere a noxelor și limitarea răspândirii acestora în teritoriu.

b. Întrucât **aerul din sol** este în relație strânsă cu apa, reglarea cantității și calității acestuia se face prin mijloace agrotehnice asemănătoare cu reglarea factorului apă, cu următoarele particularități:

1. *Lucrările solului* ca aratul, grăpatul, discuitul, prășitul, urmăresc scopuri bine precizate în procesul de producție vegetală. Unul din scopurile principale este afânarea solului, primenirea aerului din sol, prin distrugerea crustei, a hardpanului, reducerea densității aparente, refacerea structurii solului. În special în perioadele de încolțire a semințelor, trebuie să se asigure oxigenul prin patul germinativ creat. Aceasta presupune să realizăm până la adâncimea de semănat un strat de sol afânat, bine aerisit care să aibă la bază un strat ceva mai îndesat și umed, care conduce umiditatea spre sămânță. Germinația decurge în condiții optime dacă introducem sămânța între cele două straturi. Afânarea adâncă îmbunătățește condițiile de aerație ale solului. Lucrările solului și cele de recoltare trebuie executate la momentul optim de umiditate, pentru a evita tasarea și compactarea solului. Reducerea aerației se realizează prin lucrarea de tăvălugire. Tăvălugirea semănăturilor de toamnă pe terenurile afânate excesiv, micșorează pierderile de apă prin evaporare,

evită pătrunderea aerului rece în zona nodului de înfrățire și înghețarea plantelor toamna târziu sau iarna.

2. *Menținerea și îmbunătățirea structurii solului.* Toate măsurile agrotehnice care contribuie la crearea în sol a agregatelor stabile sau la menținerea celor existente au indirect o acțiune favorabilă și asupra regimului aerului din sol.

3. *Folosirea îngrășămintelor organice și a amendamentelor* ameliorează starea fizică a solului și în același timp regimul de aer.

4. *Lucrări de afânare a orizonturilor de sol cu compactare de adâncime.* Aceste soluri au un regim aerohidric defectuos, suferă în perioadele ploioase de deficit de aer, iar în cele secetoase de deficit de apă. Afânarea adâncă (periodică) a acestora contribuie la creșterea capacității de acumulare a fazei lichide și gazoase și reglarea regimului aerohidric.

5. *Favorizarea activității biologice din sol* prin sistemul de lucrare și de cultivare a solului, astfel încât prin activitatea acesteia (râme, larve etc.) să se asigure o structură stabilă și o rețea de pori care să contribuie la aerisirea solului.

6. *Îndepărtarea excesului de apă* prin desecare și drenaj, îndiguiri împotriva revărsărilor de apă, metode agrotehnice de eliminare a excesului de apă și reglarea regimului aero-hidric al solului.

7. *Irigarea rațională* cu norme mici caracteristice fiecărei specii de plante cultivate și evitarea umezirii în exces a solului.

8. *Măsuri agrotehnice de înlăturare a acțiunii nefavorabile a vânturilor*, cum sunt: culturi în fâșii, perdele de protecție, mulcire, orientarea rândurilor plantelor de cultură perpendicular pe direcția vântului dominant, folosirea parazăpezilor etc.

3.3.7 ELEMENTELE NUTRITIVE CA FACTOR DE VEGETAȚIE

Hrana plantelor o reprezintă elementele chimice, numite și nutritive, care sunt absorbite sub formă de anioni și cationi sau combinații ale acestora. Elementele nutritive, alături de apă, aer, lumină și căldură, participă la realizarea recoltei, determinând cantitatea și calitatea acesteia. Din cele circa 60 de elemente chimice detectate în compoziția plantelor, 15 sunt considerate esențiale pentru nutriția plantelor. În funcție de locul de unde sunt procurate și cantitățile în care sunt necesare, elementele nutritive se pot clasifica astfel:

- *procurate din aer și apă: carbon, hidrogen și oxigen;*
- *procurate din sol:*
- *macroelemente: azot, fosfor, potasiu, calciu, magneziu, sulf, fier;*
- *microelemente: mangan, cupru, zinc, molibden și bor;*
- *ultramicroelemente: celelalte elemente chimice inclusiv unele elemente radioactive (U, Th, Ac).*

Cele trei elemente luate din aer și apă, C, H și O reprezintă 90% din greutatea uscată a plantelor. Aceste elemente sunt necesare în special în fotosinteză.

Carbonul și **oxigenul** folosite în fotosinteză sunt procurate din CO₂ atmosferic, iar **hidrogenul** din apă. Oxigenul este necesar, de asemenea, în procesul de respirație, proces în care se eliberează energia necesară altor procese care se petrec în plantă. Respirația are loc în toate părțile plantei, inclusiv în rădăcini.

Din punct de vedere al rolului fiziologic, elementele nutritive procurate din sol sunt egale, dar în caz de restricție există o anumită ierarhizare a importanței acestora în viața plantelor.

Azotul se găsește într-un procent de 92% înmagazinat în humus și numai de 8% în compușii minerali (8). Aceasta face ca aprovizionarea cu azot să se poată aprecia după conținutul solului în humus și gradul de saturație în baze.

Azotul în exces favorizează alungirea plantelor, formarea unui sistem foliar bogat în detrimentul fructificării, o slabă rezistență la cădere a plantelor, ofilirea plantelor în perioadele de secetă datorită coeficientului de transpirație mare datorat foliajului bogat, fructificare mai slabă, raport produs principal/produs secundar mai mic, diminuarea frecvenței leguminoaselor perene în pajiști, sensibilitatea plantelor la boli și dăunători etc.

În situația insuficienței azotului în sol, plantele rămân mici, au o culoare gălbuie și fructifică slab, o parte din flori avortează, semințele nu ajung la dimensiunea normală etc.

Fosforul se găsește în cantitate de 40-60% în materia organică din sol, iar restul sub formă de compuși minerali.

Fosforul influențează favorabil creșterea sistemului radicular, formarea organelor florale și a semințelor, mărește rezistența la ger și căderea plantelor, conținutul de zahăr la sfecla pentru zahăr și sporește procentul plantelor leguminoase în pajiști. Împreună cu azotul contribuie la creșterea armonioasă a plantelor, la sporirea cantității și calității recoltei.

Prezența fosforului în sol în cantitate mai mare, ca și insuficiența lui, nu are repercusiuni asupra plantelor așa de vizibile ca în cazul azotului. În general, în lipsa fosforului, plantele rămân mici, au un aspect albăstrui sau purpuriu și uneori se îngălbenesc, este întârziat înfloritul și scade calitatea recoltei.

Potasiul este prezent în roci, în sol, în apă, în țesuturile organismelor vegetale și animale. În scoarța terestră, conținutul total în potasiu este, în medie, de 2,6% (de aproximativ 32 de ori mai mult decât fosforul și de 260 de ori mai mult decât azotul). Potasiul contribuie la formarea și circulația hidrocarbonatelor, la sinteza zahărului, amidonului, grăsimilor etc. El mărește rezistența la ger a plantelor de toamnă și la cădere a cerealelor păioase.

Cantitatea de potasiu în exces, ca și insuficiența lui, nu se poate constata ușor la plante. Totuși, la insuficiența de potasiu se înregistrează o îngălbenire a frunzelor pe margini, uscarea la extremități și bășicarea la partea inferioară. Frunzele apar adesea ca arse, însă nu cad. În cazul tutunului, insuficiența potasiului se manifestă prin apariția de pete gălbui între nervuri, la pomi prin uscarea vârfului lăstarilor, iar la legume printr-o insuficiență frăgezime și rezistență la păstrare.

Calciul contribuie la creșterea părților tinere ale plantelor și are un rol deosebit de important în sol pentru crearea unui mediu favorabil de viață. În cazul unei insuficiențe în calciu, plantele se dezvoltă slab, sistemul radicular rămâne slab dezvoltat, iar vârfurile plantelor se usucă treptat.

Sulful participă la formarea substanțelor proteice. În cazul prezenței lui în cantitate insuficientă, plantele au frunzele de culoare gălbuie, iar nervurile de o culoare și mai deschisă.

Magneziul joacă un rol important în procesul de asimilație. Insuficiența lui provoacă îngălbenirea frunzelor.

Microelementele joacă un rol important în procesul de sinteză. Insuficiența microelementelor se face simțită la unele specii și pe anumite soluri. De exemplu: insuficiența magneziului se constată pe solurile podzolice, nisipoase, la plante cum sunt cartoful și sfecla; insuficiența cuprului apare pe solurile mlăștinoase, iar insuficiența borului la plante cum sunt: inul, sfecla pentru zahăr, bobul, tutunul. Prezența în cantitate mai mare a unor microelemente poate fi dăunătoare plantelor și realizării unui mediu favorabil de viață.

Cerințele plantelor de cultură față de elementele nutritive.

Plantele de cultură au cerințe diferite față de elementele nutritive, atât sub aspect cantitativ, cât și calitativ.

Cantitativ, consumul este diferit în funcție de consumul specific pe unitate de produs, care oscilează de la o plantă la alta. Astfel, acesta este mai mare la porumb, urmat de grâu, sfecla pentru zahăr etc. Consumul cantitativ este diferențiat, de asemenea, în funcție de capacitatea sistemului radicular al plantei de a explora un volum mare de sol și în același timp de a folosi elementele nutritive din formele mai greu solubile.

Calitativ, cerințele plantelor sunt diferite, reacționând mai bine la anumite elemente nutritive. Cerințele în ordine descrescândă sunt următoarele:

- *la cereale păioase: azot, potasiu, fosfor, magneziu, sulf etc.*
- *porumb: azot, fosfor, potasiu, magneziu, bor, zinc etc.*
- *floarea-soarelui, in, rapiță: potasiu, azot, calciu, magneziu, fosfor, sulf etc.*
- *sfecla pentru zahăr: azot, potasiu, calciu, magneziu, sulf, fosfor, bor etc.*

Nevoia de elemente nutritive este diferită și în funcție de faza de vegetație. De la încolțire până la începutul fructificării, planta are un consum ridicat de azot, în concentrație crescândă. În perioada formării organelor de reproducere și fructificării, crește consumul de fosfor. În perioada de vegetație a plantelor există intervale critice de nutriție.

Lipsa elementelor nutritive în fazele critice de nutriție pot compromite cultura. Aceste faze critice sunt:

- *la cereale păioase: primele 15 zile de la răsărire; consumul maxim: înfrățire-înspicare;*
- *la porumb: faza de 4-6 frunze; consumul maxim: înainte de apariția panicului;*
- *la cartof: faza de 2-4 perechi de frunze; consumul maxim: începutul înfloririi;*
- *la sfecla pentru zahăr: faza de 2-3 perechi de frunze; consumul maxim: începutul îngroșării rădăcinii;*

- la tomate: *apariția primei frunze adevărate*; consumul maxim: *începutul înfloririi*;
- la viță de vie: *desfacerea mugurilor*; consumul maxim: *începutul înfloririi*;
- la pomii fructiferi: *desfacerea mugurilor de rod*; consumul maxim: *apariția frunzelor*.

Regimul elementelor nutritive în sol. Din punct de vedere al gradului de aprovizionare a plantelor cu elemente nutritive, acțiunea acestora în sol se manifestă în cadrul unor intervale de optim, insuficiență și exces (figura 3.4).

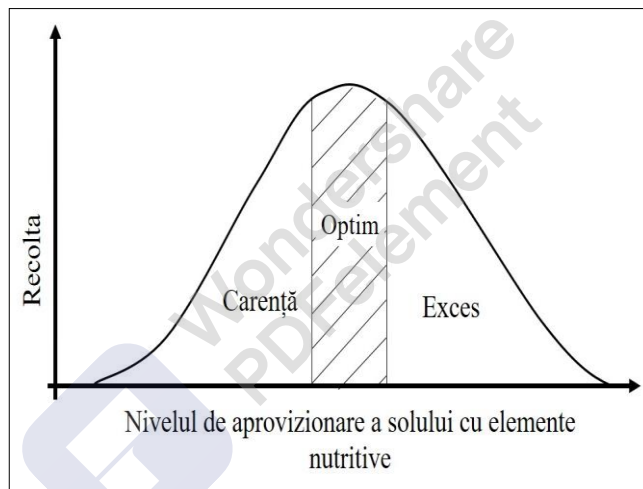


Figura 3.4 - Influența aprovizionării solului cu elemente nutritive asupra recoltei

Starea optimă sau normală este atunci când toate elementele nutritive se găsesc în cantități îndestulătoare, corespunzător cerințelor plantelor și într-un raport echilibrat, ele determinând o creștere și dezvoltare normală a plantelor, producția fiind ridicată și de calitate. Starea de optim este relativă și depinde de nivelul la care se găsesc și ceilalți factori de vegetație. Deci nu este suficient să administrăm îngrășăminte, trebuie să le asigurăm și condiții pentru a putea fi folosite de către plante (și în special umiditatea optimă).

Starea de nutriție insuficientă este atunci când planta este aprovizionată nesatisfăcător cu unul sau mai multe elemente nutritive din sol, chiar și atunci când există elemente nutritive, dar nu sunt condiții de asimilare. Carențele nutritive pot să se exteriorizeze sub forma unor simptome determinate ce apar pe frunze, tulpini și fructe sau pot să nu se manifeste prin semne exterioare, doar printr-o scădere calitativă și cantitativă a producției. Acestea trebuie identificate prin analize agrochimice.

Excesul de elemente nutritive este starea de aprovizionare în care concentrația unui element nutritiv este mai mare decât conținutul optim care asigură maximum de recoltă. Conținutul ridicat al unui element acumulat în plantă poate deveni chiar toxic dacă concentrația acestuia depășește un anumit nivel, caracteristic fiecărui element, denumit „grad de toxicitate”.

Metode agrotehnice de reglare a regimului de nutriție al plantelor

1. *Folosirea îngrășămintelor* - este principala metodă de completare a elementelor nutritive din sol; cantitatea și felul acestora, modul și perioada de administrare asigură creșterea coeficientului de folosire a acestora.

Pentru îmbunătățirea condițiilor de creștere și dezvoltare a plantelor agricole se folosesc următoarele categorii mari de îngrășăminte:

- *îngrășăminte organice naturale;*
- *produse reziduale de natură minerală sau organică;*
- *îngrășăminte minerale (chimice);*
- *îngrășăminte complexe și mixte.*

Îngrășămintele organice naturale rezultă din diferite produse reziduale naturale de origine organică, printr-o anumită pregătire sau prelucrare. Exemple sunt: gunoiul de grajd, urina, mustul de gunoi, compostul, gunoiul de păsări, apele uzate, turba, îngrășămintele verzi etc.

Produse reziduale de natură minerală sau organică rezultă de la diferite industrii, cu compoziție chimică complexă și care sunt folosite sub formă de pulberi sau făinuri.

Îngrășămintele chimice se obțin în urma prelucrării prin procedee fizice sau chimice a unor produse de natură anorganică.

Îngrășămintele complexe se obțin prin reacții chimice, iar cele mixte prin amestec, conțin două sau mai multe elemente, condiționate sub formă lichidă sau solidă, rezultate din produse organice, minerale, reziduale.

La alcătuirea sistemului de fertilizare trebuie să se țină seama de o serie de factori locali, printre care:

- *însușirile fizice, chimice și biologice ale parcelei;*
- *caracteristicile nutriției plantelor din asolament;*
- *condițiile climatice și favorabilitatea de cultură pentru fiecare plantă;*
- *particularitățile tehnologice ale fiecărei culturi;*
- *compoziția și caracteristicile agrochimice ale îngrășămintelor folosite;*
- *măsurile organizatorice și economice legate de utilizarea, păstrarea și aplicarea îngrășămintelor.*

Criteriile de diagnosticare a nevoii de îngrășare a sistemului sol-plantă sunt: *analiza agrochimică a solului, simptomele de carență a plantelor și diagnoza foliară a plantelor.*

Utilizarea îngrășămintelor, dozele aplicate trebuie încadrate în contextul general al agrotehnicii aplicate, în contextul armonizării sistemului de fertilizare cu organizarea asolamentului, cu dirijarea factorilor de vegetație, trofici și tehnologici, în scopul optimizării relației: sol - plantă - tehnologie de cultură - eficiență.

Dozele de îngrășăminte organice se calculează în funcție de asolament, însușirile agrochimice și compoziția granulometrică a solului, întrucât acestea influențează favorabil atât starea de așezare, cât și compoziția chimică a solului. Pentru a avea efecte maxime, fertilizarea organică se asociază cu cea minerală.

Recolta crește odată cu creșterea cantității de îngrășământ adăugat solului, până la o valoare maximă, după care scade (adaosul excesiv de îngrășământ având efect negativ).

2. *Folosirea de produse bacteriene.* Acestea constau din culturi de bacterii care duc la îmbogățirea solului în azot, pe seama azotului fixat din aer (azotobacterinul, nitraginul), în fosfor, pe seama solubilizării fosforului din compușii greu solubili (fosfobacterium) și în potasiu, pe seama descompunerii aluminosilicaților din sol (silicobacterium).

3. *Aplicarea de amendamente.* Amendamentele sporesc cantitatea de calciu din sol (calciul măcinat, oxidul de calciu), de sulf (sulfatul de fier, sulfatul de aluminiu etc.), de calciu, azot, fosfor și potasiu (spuma de

defecație) de calciu și de fosfor (fosfogipsul etc.). În același timp, amendamentele îmbunătățesc însușirile chimice (reacția solului) și fizice (structura solului) și astfel, indirect, regimul mineral al plantelor.

4. *Menținerea și ameliorarea stării de agregare a solului.* Structura stabilă, favorizează activitatea biologică și chimică din sol și ca urmare duce la formarea unor cantități mari de substanțe nutritive sub formă asimilabilă. În plus, reduce imobilizarea unor elemente chimice ca de exemplu, a fosforului.

5. *Rotația culturilor.* Prin consumul diferit, cantitativ și calitativ, al plantelor din rotații se asigură păstrarea unui echilibru în sol între substanțele nutritive; sunt explorate straturi diferite de sol, în funcție de adâncimea la care se dezvoltă masa principală de rădăcini și se evită epuizarea solului pentru o anumită substanță nutritivă.

Cultivarea plantelor în cadrul unor asolamente adecvate, cu rotații raționale, asigură valorificarea efectului prelungit al gunoierului de grajd și folosirea de către anumite plante (muștar, lupin, hrișcă, ovăz, seară, mazăre) a substanțelor nutritive din compușii greu solubili sau îmbogățirea solului în azot. Introducerea în asolament după leguminoase (fabaceae), a culturilor cu cerințe mari față de azot (cereale păioase), asigură producții mari și eficiență economică ridicată.

6. *Folosirea culturilor succesive și intercalate* în zonele cu suficientă umiditate în timpul verii, pe terenuri irigate și în culturile legumicole, oprește de la spălare substanțele nutritive ușor solubile și asigură, o mai bună folosire a lor. Culturile intercalate oferă o mai bună folosire a rezervelor de hrană minerală din sol.

7. *Lucrările solului* - modifică însușirile fizice, termice, chimice și biologice ale solului, cu repercusiuni favorabile asupra absorbției elementelor nutritive; încorporează îngrășăminte și amendamente la adâncimea la care absorbția de către rădăcinile plantelor este maximă; favorizează dezvoltarea sistemului radicular al plantei și acumularea apei în sol, ceea ce conduce la absorbția unor cantități mai mari de elemente nutritive. Aerația, umiditatea mai bună ce se realizează în sol prin lucrări, favorizează activitatea microorganismelor și desfășurarea proceselor chimice și fizico-chimice din sol care duc la eliberarea de substanțe nutritive ușor solubile.

8. *Combaterea buruienilor* - înlătură principalul concurent al plantelor de cultură pentru substanțele nutritive. În medie, buruienile extrag

din sol de două ori mai multe substanțe nutritive (azot, potasiu și fosfor) decât plantele cultivate.

9. *Combaterea eroziunii solului* pe terenurile în pantă, aceasta constituind cel mai drastic proces de îndepărtare a stratului bioacumulativ și de scădere a fertilității solului.

3.3.8 ACTIVITATEA BIOLOGICĂ DIN SOL CA FACTOR DE VEGETAȚIE

Biologia solului are ca obiectiv cunoașterea organismelor care își desfășoară viața în sol, a interacțiunilor dintre acestea, a proceselor biochimice, chimice și fizice conjugate cu intervenția agricolă asupra solului (24). Biologia solului a apărut din necesitatea de a cunoaște în intimitate procesele și legile obiective după care se asigură reciclarea substanțelor din natură. În sol se află un număr mare de microorganisme, dar și macroorganisme, precum și rădăcini și alte organe subterane.

Solul conține 93% partea minerală și 7% partea organică, aceasta fiind reprezentată de: 85% humus, 10% rădăcini de plante, 5% totalitatea viețuitoarelor din sol (edafon). Viețuitoarele din sol sunt reprezentate de (4): 40% bacterii, 40% ciuperci, 12% râme, 8% macro și microfaună.

Totalitatea viețuitoarelor din sol reprezintă cca. 0,35% din greutatea totală a solului, dar importanța ei esențială pentru fertilitatea solului justifică preocupările majore de protejare a echilibrului biologic din sol. Exemple de viețuitoare din sol sunt prezentate în figura 3.5.

Reprezentanții viețuitoarelor din sol aparțin atât florei, cât și faunei și se pot grupa astfel:

- *microflora*: alge, ciuperci, actinomicete și bacterii;
- *macroflora*: plantele prin organele lor subterane (rădăcini, tulpini);
- *microfauna*: protozoare (rhizopode, flagelate, ciliate);
- *macrofauna*: viermi plăți și cilindrici, nematozi, enchitreide, lumbricide, insecte, vertebrate.

În această comunitate de ființe vii se stabilesc relații foarte diverse: conviețuiesc, se succed (metabioză), se sprijină reciproc (simbioză) sau unele parazitează pe altele etc.

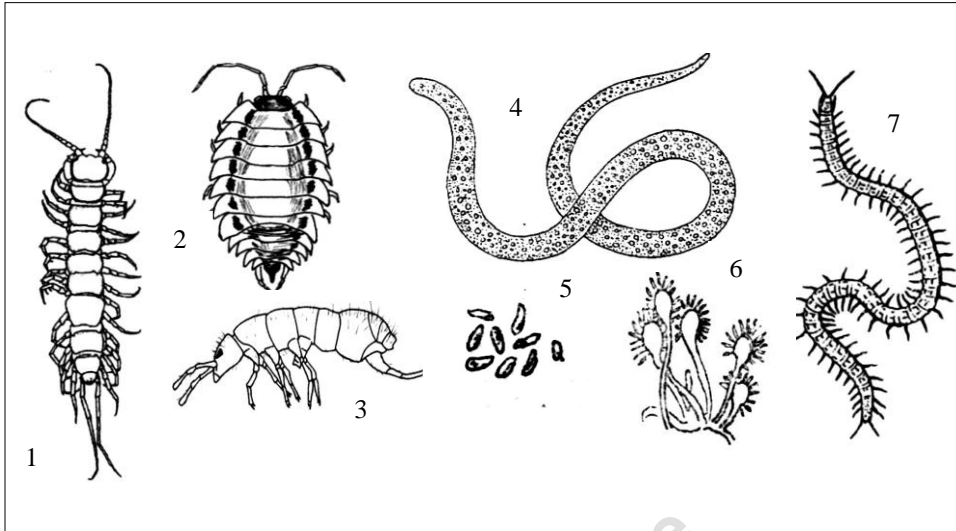


Figura 3.5 - Tipuri de viețuitoare din sol: 1-cilopode, 2-crustacee, 3-colembol, 4-nematod, 5-bacterii, 6-ciuperci, 7-miriapod

Procesele care se petrec ca urmare a activității organismelor din sol au influență hotărâtoare asupra fertilității acestuia și ca urmare asupra producției vegetale. Din multitudinea de procese biologice și biochimice deosebit de dinamice din sol, esențiale din punct de vedere agrotehnic, sunt:

- procesul de formare a humusului (humificare),
- mineralizarea materiei organice și eliberarea de elemente folosite în nutriția plantelor (amonificarea, nitrificarea, denitrificarea),
- activitatea enzimatică a solului,
- relațiile dintre rădăcinile plantelor și microorganismele din sol (fixarea azotului atmosferic),
- relațiile dintre microorganismele din sol (comensualismul, protocooperarea, simbioza, competiția, amensalismul, parazitismul, predatorismul),
- relațiile dintre rădăcinile diverselor plante (favorabile sau antagoniste, alelopatie).

Cunoașterea viețuitoarelor din sol, a proceselor și relațiilor pe care le determină, permite aplicarea măsurilor agrotehnice de dirijare și reglare a factorului biologic și asigură menținerea sau ameliorarea fertilității biologice a solului, prin urmare obținerea unor producții stabile în timp.

3.3.8.1 RELAȚIA AGROTEHNICII CU VIEȚUITOARELE DIN SOL

Microflora din sol, reprezentată de alge, ciuperci, actinomicete și bacterii, participă la diverse procese de transformare din sol. Astfel, microorganismele autotrofe (alge și bacterii chimiosintetizante) participă la transformarea substanțelor minerale în substanțe organice. Microorganismele heterotrofe (bacterii, ciuperci, actinomicete) realizează transformarea substanțelor organice în minerale.

Bacteriile sunt cele mai mici, mai numeroase și mai importante dintre microorganismele din sol. Bacteriile heterotrofe descompun amidonul, celuloza, proteinele, ureea etc., participând atât la mineralizare, cât și la humificare.

Bacteriile autotrofe sunt capabile să folosească energia din oxidarea compușilor minerali simpli cu carbon, să asimileze carbonul din CO₂ prezent în aer și elementele nutritive din compușii anorganici, la fel ca plantele. Rolul acestor bacterii constă în principal în trecerea amoniacului în azot nitric, oxidarea azotului nitros și transformarea în azot nitric.

Algele, având o nutriție autotrofă, în urma fotosintezei, îmbogățesc aerul din sol în oxigen, iar după moartea lor îmbogățesc solul în materie organică, ce poate fi ușor folosită de alte microorganisme.

Ciupercile din sol sunt organisme pluricelulare, heterotrofe, aerobe, care formează în sol o masă voluminoasă. Numărul ciupercilor din sol este inferior bacteriilor. Când într-un sol crește prea mult numărul ciupercilor, scade cel al bacteriilor, stare care nu este de dorit, întrucât însușirile solului devin sau sunt deja nefavorabile bacteriilor și inclusiv plantelor de cultură. Rolul ciupercilor constă în participarea acestora la descompunerea materiei organice de la substanțe ușor degradabile (zaharuri, amidon, proteină), până la cele mai rezistente (celuloză, lignină etc.), pregătind humificarea. Ciupercile din sol contribuie la formarea de agregate structurale stabile prin miceliul lor foarte ramificat, care are acțiune mecanică asupra particulelor foarte mici din sol, grupându-le.

Actinomicetele sunt microorganisme care din punct de vedere morfologic ocupă o poziție între bacterii și ciuperci. Se aseamănă cu ciupercile deoarece au miceliu ramificat, dar mai mult cu bacteriile întrucât, ca și acestea, sunt unicelulare, de mărimi apropiate.

Macroflora din sol, reprezentată prin rădăcinile plantelor și alte organe (rizomi, tuberculi, bulbi), prin volum și procesele la care participă, exercită o mare influență asupra organismelor din sol.

Rădăcinile plantelor îndeplinesc în sol mai multe funcții, fiecare având importanță mai mare sau mai mică, în funcție de specie și de condițiile de mediu ale plantelor respective:

- ancorează plantele în sol;
- absorb apa și elementele nutritive, pe care le transportă către tulpini și frunze;
- secretă substanțe care ajută la solubilizarea și transformarea substanțelor nutritive;
- la unele plante reprezintă organe de depunere a substanțelor nutritive de rezervă;
- la plantele perene asigură înmulțirea vegetativă;
- sursă de aprovizionare a solului cu materie organică;
- fixează solul, îl structurează și ca urmare îl apără împotriva eroziunii;
- îmbunătățește drenajul intern al solului.

Creșterea rădăcinilor plantelor cultivate depinde foarte mult de specia sau soiul și hibridul cultivat, tipul de sol și însușirile acestuia, umiditatea și aerația solului, prezența substanțelor nutritive, temperatura solului și alți factori care trebuie dirijați prin metode agrotehnice în funcție de cerințele fiecărei plante de cultură.

Microfauna solului este reprezentată în special de protozoare, care sunt animale uniceleulare. Protozoarele influențează indirect circuitul materiei organice din sol. Acțiunea lor prădătoare asupra bacteriilor din sol și a ciupercilor patogene contribuie la eliberarea în sol a substanțelor nutritive ușor accesibile și deci favorizează activitatea biochimică din sol. În general, protozoarele, ca și alți microprădători, determină o fluctuație selectivă, locală și diurnă a populației bacteriene, dar nu modifică în permanență flora normală a solului. Nu este încă pe deplin elucidat dacă acțiunea prădătoare a protozoarelor asupra bacteriilor din sol dăunează fertilității solului.

Macrofauna din sol, reprezentată prin viermi plați și cilindrici, nematozi, lumbricide, insecte și vertebrate, prin acțiunea mecanică, contribuie la amestecarea solului, la crearea unei biostructuri stabile, la ameliorarea porozității solului și îmbunătățirea drenajului intern al acestuia. În decursul unui an, cantitatea de sol uscat care trece prin traseul de alimentație al rămelor oscilează între 10-90 t/ha. Animalele din sol readuc în

stratul arabil o parte din elementele nutritive levigate în adâncime, îndeosebi calciul. De asemenea, prin dejecțiile lăsate în sol, acesta se îmbogățește în potasiu, fosfor și magneziu asimilabil.

Cu toate efectele pozitive ale macrofaunei din sol, prezența insectelor și a vertebratelor poate fi dăunătoare plantelor de cultură, în special prin distrugerea rădăcinilor sau chiar a plantulei. Astfel, este de nedorit prezența unor dăunători periculoși ai plantelor de cultură, cum sunt: *Zabrus tenebrioides*, *Agriotes lineatus*, *Leptinotarsa decemlineata*, *Gryllotalpa vulgaris* etc.

3.3.8.2 RELAȚIILE FACTORILOR BIOLOGICI DIN SOL

Activitatea biologică din sol se manifestă printr-o serie de interacțiuni și relații care pot fi sintetizate astfel:

- relațiile dintre rădăcinile plantelor și microorganismele din sol;
- relațiile dintre microorganismele din sol;
- relațiile dintre rădăcinile plantelor;
- activitatea biologică a solului: enzimatică, respiratorie, schimbul de substanțe cu atmosfera, subsolul, apele freatice etc.

Relațiile dintre rădăcinile plantelor și microorganismele. Se desfășoară atât în perioada în care planta trăiește, cât și după moartea acesteia. Primele interacțiuni plantă - microorganismele se realizează prin spermosferă și rizosferă.

Spermosfera este alcătuită din substanțele de la suprafața semințelor, în principal mucilagi, care sunt folosite ca surse de carbon în timpul nutriției microbiene. După hidratarea semințelor, în procesul de germinație se difuzează în sol substanțe care au efect stimulator sau inhibitor pentru microorganismele, realizându-se astfel prima selecție a acestora. Relația care se instalează între microorganismele și semințele plantelor cultivate depinde de calitatea patului germinativ privind umiditatea și aerația, dar și de însușirile solului și natura materiei organice din sol.

Relațiile dintre rădăcini și microorganismele care formează *rizosfera* sunt mai complexe comparativ cu cele din spermosferă. În condiții normale, rădăcinile și microorganismele au acțiuni reciproce. Astfel, secrețiile radiculare (aminoacizi, zaharuri) favorizează înmulțirea rapidă a bacteriilor, îndeosebi a celor care folosesc aminoacizi ca hrană. Totodată, secrețiile

radiculare modifică activitatea enzimatică din sol și ca urmare se limitează dezvoltarea excesivă a bacteriilor care ar deveni dăunătoare plantei. Microflora din rizosferă are și ea acțiune asupra plantei prin: mineralizarea substanțelor organice complexe și trecerea compușilor minerali din sol și îngrășăminte în forme accesibile plantelor; solubilizarea fosfaților de calciu; fixarea azotului atmosferic; absorbția surplusului de elemente nutritive și fixarea temporară a acestora, evitându-se levigarea lor.

Interacțiunile dintre plante și microorganisme se mențin pe parcursul perioadei de vegetație a plantei numai dacă regimul factorilor de vegetație este normal. În caz nefavorabil, microorganismele au influență negativă prin:

- concurența cu planta pentru substanțele nutritive, îndeosebi pentru azot (atunci când solul este sărac în azot, iar resturile vegetale introduse în sol sunt bogate în celuloză);
- descompunerea humusului într-un ritm accelerat (atunci când sursa energetică reprezentată de materia organică lipsește, iar elementele nutritive sunt în exces);
- acumularea de microorganisme fitopatogene și substanțe toxice (în condiții de monocultură, anaerobioză).

După moartea plantei, rădăcinile și resturile vegetale introduse în sol constituie sursă energetică pentru activitatea microorganismelor.

Relațiile dintre microorganismele din sol. Pot fi favorabile (comensualismul, protocooperarea și simbioza) și antagoniste (competiția, amensalismul și parazitismul) (5).

Comensualismul constă în crearea de către microorganism a unui mediu favorabil dezvoltării altuia. Un exemplu este legat de microorganismele facultativ anaerobe care consumă oxigenul din mediu, creând-se astfel condiții pentru microorganismele obligat anaerobe.

Protocooperarea este o asociere trecătoare între două microorganisme, în care ambii parteneri profită de pe urma conviețuirii. Bacteriile care descompun celuloza folosesc compușii cu azot rezultați din activitatea bacteriilor fixatoare de azot, iar bacteriile fixatoare de azot folosesc produșii de descompunere a celulozei ca sursă de carbon.

Simbioza reprezintă conviețuirea dintre două microorganisme care profită reciproc și se limitează în același timp. Spre exemplu lichenii sunt o simbioză între ciuperci și alge.

Competiția este rivalitatea între două specii în lupta pentru un factor limitativ (hrană, apă, aer). Specia cea mai slabă este eliminată.

Amensalismul este relația în care un microorganism (amensalul) este inhibat în creștere sau omorât prin substanțe toxice sintetizate de către alt microorganism. De exemplu antibioticele produse de bacterii sau ciuperci au efecte asupra altor microorganisme.

Parazitismul constă în dezvoltarea unui microorganism pe seama altui organism. Relația este obligatorie și are efect pozitiv pentru parazit și un efect negativ, inhibant, pentru parazitat.

Predatorismul presupune consumarea unui microorganism de către altul. De exemplu protozoarele consumă bacteriile, algele, ciupercile și actinomicetele.

Relațiile dintre rădăcinile plantelor. Rădăcinile plantelor se influențează reciproc, atât direct, prin acțiunea substanțelor stimulative sau inhibitoare asupra rădăcinilor, cât și indirect, prin fitoncide care modifică activitatea microflorei din rizosferă. Întreaga diversitate a influențelor reciproce dintre plante a fost denumită alelopatie. Alelopatia reprezintă proprietatea naturală sau indusă a plantelor de cultură de a secreta anumite substanțe numite „coline” care creează un “mediu chimic rizosferic”, cu efect antagonist, fitotoxic, de inhibare (la concentrații mari) sau avantajos.

Relațiile antagoniste au la bază concurența pentru factorii de vegetație, proprietățile biochimice ale secrețiilor radiculare sau agresivitatea unei specii care devine parazită pe o altă plantă.

Relațiile avantajoase se constată în cazul cultivării în amestec a gramineelor cu leguminoasele, ca urmare a secrețiilor radiculare diferite de la cele două grupe de plante: gramineele elimină glucoză, flavone, nucleotide, iar leguminoasele secretă acid pantotenic, riboflavină și tiamină. Efecte favorabile între plante se manifestă și în cazul rotației culturilor pe sole, rotindu-se și volumul de sol explorat, specificul nutriției și ritmul de acumulare a unor coline specifice.

Activitatea biologică a solului: enzimatică, respiratorie, schimbul de substanțe cu atmosfera, subsolul și apele freatice.

Biologia solului poate fi cunoscută și apreciată după mai multe criterii, unul dintre acestea este și numărul de indivizi dintr-o anumită grupă de organisme (nr. bacteriilor, nr. râmelor etc.). Numărul de indivizi nu poate fi întotdeauna un indicator sigur, deoarece, deseori, o parte dintre aceștia se află în stare de repaus. O evaluare mai exactă se obține dacă pe lângă

numărul organismelor se determină activitatea acestora (enzimatică, respiratorie) și efectele proceselor pe care le induc (schimbul de substanțe).

Activitatea enzimatică a solului. Enzimele din sol sunt produse ale tuturor organismelor care populează solul. În comparație cu parametrii microbiologici, enzimele sunt indicatori mai sintetici care *reflectă trecutul biologic al solului (prin acumularea complexelor humice) și starea biologică prezentă (prin activitatea catalitică)*. Noțiunea de enzimă se conturează încă din anii '30 ai secolului al XIX-lea, când chimistul suedez Berzelius formulează conceptul de catalază, conform căruia un catalizator mărește viteza reacțiilor chimice și rezultă la sfârșitul lor nemodificat cantitativ și calitativ. Natura chimică a enzimelor a rămas însă mult timp necunoscută.

Cercetătorii au evidențiat prin numeroase rezultate, că fertilitatea solului poate fi apreciată cu mai multă precizie prin determinarea activității enzimatică, decât prin alte mijloace. Mai mult decât atât, Ghinea, Eliade, Ștefanic, 1975 (6), pun în evidență corelații sigure între conținutul solului în materie organică și activitatea enzimelor: *dehidrogenază, zaharază, catalază, urează și fosfatază*.

Pornind de la faptul că fertilitatea solului este o însușire complexă a acestuia, cercetătorii au fost preocupați să găsească mijloacele necesare pentru surprinderea unei game largi de procese care să cuantifice fertilitatea și astfel au fost introduși indicatorii globali sau sintetici de apreciere a fertilității biologice a solului. Pentru a aprecia corect valoarea agronomică a solurilor agricole, Gh. Ștefanic și colab., 2017 (24), propun ca mijloc de cuantificare a fertilității solului "Indicatorul Sintetic al Fertilității Solului (ISFS, %), acesta fiind media aritmetică dintre Indicatorul Potențialului Activității Vitale (IPAV, %) și Indicatorul Potențialului Activității pedo-Enzimatică (IPAE, %).

Perpetuarea vieții pe planeta noastră este condiționată de acțiunea mineralizantă a microorganismelor din soluri și ape asupra resturilor organice și a tot ceea ce se introduce sau ajunge în mod accidental în sol, de acțiunea directă efectuată asupra solului și că aceasta acțiune este indisolubil legată de activitatea enzimelor.

Principalele enzime, pe grupe de procese, sunt:

- *hidrolitice: proteaza, ureaza, fosfataza, invertaza;*
- *oxido-reducătoare: catalaza, dehidrogenaza, polifenol-oxidaza, peroxidaza;*

- *mineralizarea compușilor organici cu azot: proteaza, ureaza;*
- *mineralizarea compușilor organici cu fosfor: fosfataza;*
- *transformări ale hidraților de carbon: invertaza;*
- *transformări ale substanțelor aromatice: polifenol-oxidaza, peroxidaza;*
- *reacții de eliberare de oxigen: catalaza;*
- *transfer de hidrogen: dehidrogenaza.*

Activitatea respiratorie din sol. Viteza de eliberare a CO₂ pe unitate de suprafață în unitate de timp constituie „respirația solului”, reprezentând un indice de caracterizare a activității biologice din sol. Fenomenul de degajare de CO₂ rezultă ca urmare a respirației sistemului radicular, activității microorganismelor sau a altor procese chimice sau biochimice care au loc în sol. Respirația solului prezintă variații mari de-a lungul anului, urmând sistematic pe acelea ale numărului și activității microorganismelor, cu un maxim la sfârșitul primăverii și altul toamna.

Cantitatea de CO₂ produsă de toate organismele din sol variază (1-20 kg CO₂/ha/oră) în funcție de condițiile de sol, în special porozitatea și temperatura, particularitățile plantelor, mersul vremii, asociațiile de microorganisme etc. CO₂ rezultat prin respirația solului sporește acțiunea dizolvanță a apei (și deci forța ei de alterare) și constituie o sursă însemnată pentru atmosfera din jurul vegetației, influențând favorabil procesul de fotosinteză. O parte este absorbită direct de rădăcinile plantelor și transportat în frunze, unde se petrece fotosinteza.

În ultimii ani s-a constatat o tendință de *creștere a concentrației de CO₂* în atmosferă, creștere care este atribuită volumului imens de combustibil care se arde în scopul obținerii de energie (transporturi, industrie, agricultură etc.), combustii din care rezultă o cantitate mai mare de CO₂ decât poate utiliza vegetația sau fixa apele de suprafață.

Agricultura contribuie și ea la această creștere, care este în relație, pe de o parte cu consumul de motorină, iar pe de altă parte cu suprafața terenurilor arabile și intensitatea afânării acestora. Creșterea concentrației CO₂ în aerul atmosferic nu este toxică până la valori de 0,07-0,1% (limita de viciere a aerului și necesitatea ventilației în spațiile populate), dar constituie un ecran parțial pentru radiațiile infraroșii reflectate de suprafața solului cu riscul de creștere treptată a temperaturii pământului (*fenomenul de seră*).

O cantitate prea mare de CO₂ produsă în sol și eliminată în atmosferă, rezultată din procesele aerobe de mineralizare a materiei organice (afânări excesive) este considerată nu numai o cale de creștere a CO₂ din atmosferă, dar și o pierdere a fertilității solului pe termen lung. Aceasta arată o accelerare a procesului de mineralizare a materiei organice din sol și a procesului pedogenetic de alterare a solului. Sistemul de lucrare a solului modifică semnificativ cantitatea de CO₂ eliminată în atmosferă, lucrarea conservativă (lucrări minime și semănatul direct), alături de fertilizarea organică și rotația culturilor fiind cele mai importante elemente de tehnologie pentru menținerea echilibrului în sol.

În solurile puternic tasate sau cu exces de apă, producerea de CO₂ poate avea urmări negative deoarece dacă nu se degajă în atmosferă acesta se acumulează în sol în cantități mari și împreună cu alte gaze toxice, dăunează microorganismelor aerobe și rădăcinilor plantelor.

Schimbul de substanțe cu atmosfera, subsolul și apele freatice. Creșterea efectului de seră, chimia atmosferei, poluarea solului și apei sunt probleme actuale mult mediatizate și care preocupă cercetarea din întreaga lume. În practică, Politica Agricolă Comună (PAC) impune an de an cerințe ridicate de ecocondiționalitate pentru fermieri privind *Bunele condiții agricole și de mediu ale terenurilor* (GAEC - Good Agricultural and Environmental Condition), respectiv *Cerințele legale în materie de gestionare* (SMR - Statutory Management Requirements).

Transferul de substanțe din sol (figura 3.6) (1, 25) este implicat în numeroase procese de mediu, în special în ceea ce privește poluarea cu azot. Cercetările din ultimii ani reliefează faptul că schimbul de gaze sol-atmosferă, poluarea subsolului și a apelor freatice, nu sunt numai un proces fizic de transfer, dependent de structura și drenajul solului, ci și unul intim legat de activitatea microbiologică din sol: dinamica și funcționarea populațiilor microbiene, distribuția lor spațială, transferul de substrat asociat funcționării lor etc.

Trebuie menționat, de asemenea, că în timp ce în sol aceste procese sunt relativ mai ușor dirijabile, în subsol și ape freatice controlarea poluării cu azot rămâne foarte dificilă. Apare astfel o certitudine, aceea că este mult mai ușor ca printr-o agrotehnică adecvată să prevenim poluarea nitrică decât să restaurăm calitatea apelor freatice.

Prin creșterea producției fertilizanților de sinteză, intensificarea culturilor de leguminoase și întoarcerea în sol a poluării azotice atmosferice rezultată din combustia carburanților fosili, conținutul de N crește puternic în biosferă. Acestea au condus la o creștere generală a conținutului de azot în sol-subsol și ape freatice, generând situații îngrijorătoare în unele zone ale lumii.

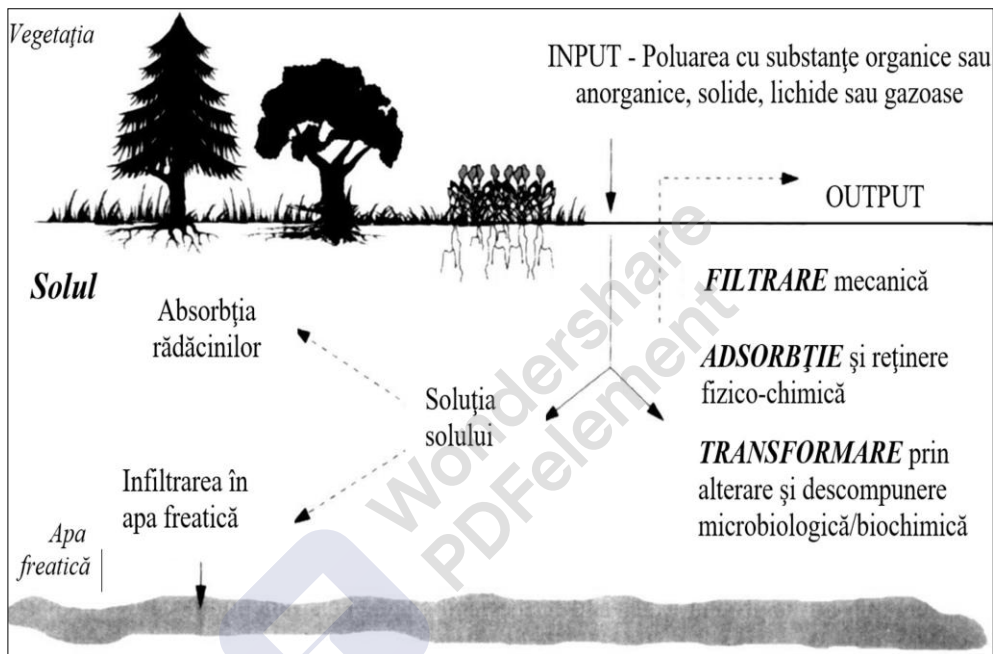


Figura 3.6 - Funcția solului de filtrare, tamponare și transformare între atmosferă, hidrosferă și biosferă

Activitatea biologică din sol (nitrificarea și denitrificarea) conduce la eliminarea în atmosferă a protoxidului de azot (N_2O), gaz implicat în creșterea efectului de seră (26). Implicarea directă a acestuia în creșterea efectului de seră este de cca. 2%.

Agricultura este responsabilă în proporție de cca. 50% de emisiile de N_2O și aceste emisii depind de cantitatea de fertilizanți cu azot folosiți, de hidrofizica solului și de absența microorganismelor capabile să reducă N_2O în N. Fiind cunoscute riscurile asupra sănătății umane, în ultimul timp există preocupări, aproape generale, pentru reducerea conținutului de nitrați din sol-subsol, ape freatice și din recoltele obținute.

Ameliorarea fertilității solului și a condițiilor de nutriție a plantelor de cultură se face printr-un complex de măsuri agronomice: lucrările solului, îngrășăminte, amendamente, rotația culturilor etc. Este important însă, ca prin aceste măsuri, să se regleze în mod conștient procesele de sinteză - descompunere - mineralizare a substanței organice și imobilizare - poluare cu azot. Nu se poate vorbi de o delimitare strictă a acestor procese care au loc în sol și efectele constituie o rezultantă a tuturor acestora (figura 3.7) (22), cu aport mai mare sau mai mic al unuia dintre ele.

Sistemul de lucrare a solului reprezintă principalul instrument de intervenție asupra energiei și potențialului de fertilitate a solului. Sistemele prin care se reduce la minim intervenția asupra solului realizează un echilibru între procesele de intrare a materiei organice (descompunerea resturilor vegetale), de stabilizare entropică (humificare) și transformare a potențialului de fertilitate a solului în producție vegetală (mineralizare). Echilibrul entropic, baza conservării fertilității solului, se realizează prin reducerea intensității afânării solului, creșterea conținutului de humus și a stabilității structurii solului.

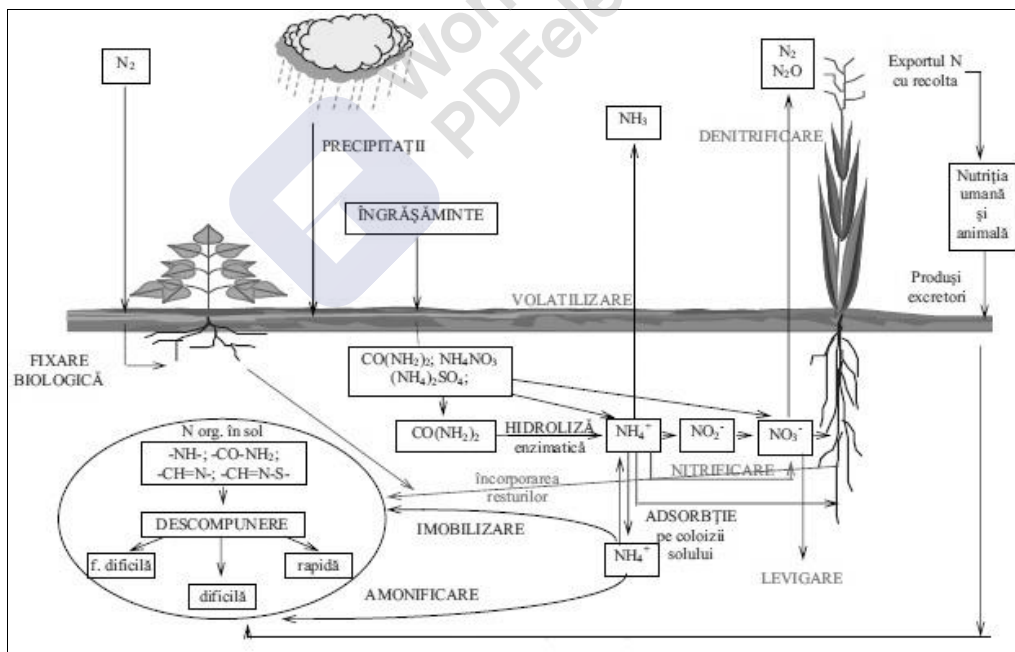


Figura 3.7 - Circuitul azotului în ecosistemele agricole

3.3.8.3 AGROTEHNICA ÎN RELAȚIE CU PROCESELE BIOLOGICE ȘI BIOCHIMICE DIN SOL

Rezultatul prezenței viețuitoarelor din sol, a activității și relațiilor dintre acestea, îl reprezintă procesele de transformare a materiei organice. Materia organică încorporată în sol, în urma activității organismelor, este divers transformată prin procese de sinteză (humificare) și de descompunere (mineralizare).

Humificarea (sinteza, acumularea humusului) este procesul prin care resturile organice existente și introduse în sol sunt descompuse de către microorganisme, prin oxidare biochimică lentă, în substanțe cu masă moleculară redusă, care ulterior sunt transformate prin condensare și polimerizare în substanțe cu greutate moleculară mare, îmbogățite în azot și carbon, ce alcătuiesc *humusul*.

Mineralizarea (descompunerea) substanțelor organice nehumificate, a celor intermediare sau inclusiv a unei părți din humus, are loc prin eliberarea de elemente și compuși sub forme ușor accesibile plantelor. Humusul este o sursă esențială de azot pentru plante. Anual, prin activitate microbiologică se mineralizează în medie 0,5-1,0%, adică 50-100 kg/ha N. În stratul arabil al solurilor din zona temperată conținutul total de N organic este cuprins, în medie, între 1 și 12 t/ha.

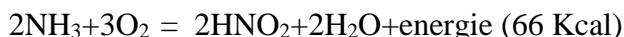
Mineralizarea substanțelor organice cu azot este aflată sub influența condițiilor de sol, aer, umiditate, raportul C/N al substratului organic și cantitatea acestuia, microorganismele existente etc. Acesta este un proces foarte complex, dar schematic el poate fi prezentat prin două trepte (4):

1. **Amonificarea** sau formarea amoniacului (NH_3) și alte produse (CO_2 , H_2O , H_2S etc.) prin descompunere microbiologică treptată a moleculelor în grupe tot mai puțin complexe.

2. **Nitrificarea** este procesul prin care azotul amoniacal este convertit în azot nitric. Nitrații reprezintă principala sursă de azot pentru aprovizionarea plantelor.

Transformarea amoniacului în azot nitric este rezultatul următoarelor reacții de oxidare:

a. amoniacul transformat în azot nitros:



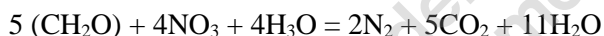
b. azotul nitros este trecut în azot nitric:



Acizii nitros și nitric se combină repede cu diferite elemente formând săruri (azotat de Ca, K, Mg, Na etc.). Bacteriile nitrificatoare sunt strict autotrofe și aerobe, procesul fiind tipic de chimiosinteză, bacteriile procurându-și astfel energia necesară funcțiilor vitale.

Denitrificarea este procesul de reducere a nitraților (NO_3 , NO_2 , N_2O , N_2) de către bacteriile denitrificatoare (anaerobe), fiind un proces endodermic. Aici pot fi menționate bacterii care reduc nitrații în nitriți (27): *Bacterium vulgare*, *Bacterium coli*, *Bacillus mycoides*, *Bacillus pyocyaneus* etc. și bacterii care reduc nitriții în oxizi de azot și azot gazos: *Pseudomonas denitrificans*, *Thiobacillus denitrificans*, *Bacterium denitrificans* etc.

Prin denitrificare, nitraților li se substituie oxigenul, care contribuie la oxidarea materiei organice după schema globală (26):



Exemple de reducere a nitraților (6):



Compușii rezultați NO_2 , N_2O , NO și N_2 se pierd în mare parte în atmosferă.

Între aceste două procese contrare, humificare-mineralizare, trebuie menținut un echilibru și asigurarea energiei solului prin aport de material organic și mineral; materia organică reprezintă substratul energetic, iar îngrășămintele minerale stimulează creșterea sistemului radicular și deci a cantității de resturi vegetale rămase în sol.

Raportul dintre humificarea și mineralizarea materiei organice depinde de o serie de factori, printre care (28, 29): planta cultivată, tehnologia folosită, cantitatea de resturi vegetale rămase, intensitatea lucrării solului, îngrășămintele folosite, tipul de sol, condițiile climatice etc. Menținerea bilanțului de humus necesită cca. 8-10 t/ha resturi vegetale anual, asigurat numai sub culturi de ierburi perene. În condițiile din țara noastră, atât cerealele păioase, cât și prășitoarele, lasă în sol anual 1-4 t/ha resturi vegetale. Ca urmare, bilanțul pozitiv al humusului poate fi asigurat numai prin aport de îngrășămintă organică.

3.3.8.4 METODE AGROTEHNICE DE DIRIJARE A ACTIVITĂȚII BIOLOGICE DIN SOL

Metodele agrotehnice de dirijare și reglare a activității biologice din sol sunt extrem de complexe, efectul acestora se observă doar pe timp mediu și lung și din acest motiv aceste metode sunt uneori neglijate în practica agricolă, mai ales atunci când se urmărește producția din anul curent și nu se ia în considerare și o altă caracteristică a tehnologiei aplicate, anume *conservarea în timp a fertilității solului*.

Deși aceste metode se intercondiționează, iar efectele lor sunt în interdependență, în scop practic reglarea activității biologice din sol prin metode agrotehnice poate fi diferențiată astfel:

- *metode pentru dirijarea dezvoltării viețuitoarelor;*
- *metode pentru dirijarea dezvoltării rădăcinilor plantelor de cultură și a relațiilor cu microorganismele;*
- *metode de dirijare a proceselor biologice din sol.*

Metode agrotehnice pentru dirijarea dezvoltării viețuitoarelor din sol. Dezvoltarea microorganismelor din sol depinde de o serie de factori, dintre care importanță deosebită prezintă: prezența hranei, reacția solului, umiditatea, porozitatea (aerația, conținutul de CO₂ și O₂), temperatura, lipsa substanțelor inhibitoare etc. Dacă numărul de microorganisme din sol este influențat în special de cantitatea de hrană și rădăcinile plantelor (prin rizosferă), calitatea și proporția dintre microorganisme, precum și consecința acestora, adică activitatea enzimatică, sunt influențate mai mult de aerație (inclusiv temperatură și umiditate), reacția solului și calitatea compușilor organici și minerali.

1. *Asigurarea materialului energetic - hrana.* Lipsa de hrană sau sursă accesibilă pentru energie este factorul limitativ principal al dezvoltării microorganismelor. De aceea, orice adaos de material energetic (resturi vegetale, îngrășăminte organice, îngrășăminte verzi etc.) sau îngrășăminte minerale determină intensificarea activității microorganismelor. Esențială este stimularea activității bacteriilor folositoare (simbiotice și a celor nitrificatoare). Activitatea acestora poate fi limitată de insuficiența unuia sau a mai multor elemente nutritive esențiale. Acest fenomen se constată mai ales

în procesul de descompunere a hidraților de carbon sau a resturilor organice cu un raport mare C/N. De aceea, adaosul de elemente minerale (azot, fosfor, sulf etc.) în procesul descompunerii stimulează activitatea microbiologică.

În descompunerea resturilor bogate în hidrați de carbon, elementul principal solicitat de bacterii este azotul. O parte însemnată din resturile organice conțin peste 1,5% N, ceea ce satisface cerințele bacteriilor. În procesul descompunerii substanțelor sărace în azot, cum sunt paie, cocenii etc. (care conțin circa 0,5% N), bacteriile își procură azotul din sol, lipsind plantele de cultură în sezonul respectiv de acest element. În asemenea situații, adaosul de îngrășăminte cu azot este o măsură obligatorie.

2. *Rotația culturilor, aplicarea amendamentelor* etc., au ca scop evitarea fenomenului de “oboseală a solului”. Oboseala solului apare ca urmare a practicării monoculturii și acumulării microorganismelor fitopatogene și dăunătoare (bacterii și ciuperci parazite) în rizosferă. Alte cauze ale fenomenului de oboseală a solului mai pot fi: consumul unilateral al substanțelor nutritive din sol și acumularea de substanțe toxice secretate de către microorganismele inhibitoare sau ca rezultat al descompunerii incomplete a materiei organice (metan, hidrogen sulfurat, indol și alți acizi organici dăunători).

Aplicarea amendamentelor pentru corectarea reacției acide a solurilor și eliminarea excesului de umiditate a solului determină dezvoltarea bacteriilor folositoare, algelor și protozoarelor în detrimentul ciupercilor fitopatogene.

3. *Reglarea regimului de umiditate, a porozității și temperaturii solului.* Pentru majoritatea organismelor din sol, cerințele legate de acești factori sunt aproape aceleași ca și pentru plantele superioare. Activitatea maximă se desfășoară la o umiditate optimă cuprinsă între 50-80% din intervalul umidității active și la o temperatură de 25-35 °C. Porozitatea și aerația solului trebuie să asigure în volumul aerului din sol 10-20% oxigen și 0,5-5% CO₂.

4. *Combaterea organismelor dăunătoare.* Combaterea nematodelor, a insectelor, a microorganismelor fitopatogene etc., dăunătoare plantelor de cultură se face prin diverse metode agrotehnice de ameliorare a însușirilor fizice și hidrice ale solului, prin metode fitopatologice și entomologice specifice.

Metode agrotehnice pentru dirijarea dezvoltării rădăcinilor plantelor de cultură și a relațiilor cu microorganismele. Pentru a realiza funcția de absorbție, rădăcinile plantelor trebuie să fie foarte bine dezvoltate și în contact intim cu solul. Volumul și masa rădăcinilor sunt în general specifice speciei, soiului sau hibridului cultivat. Prin lucrările de ameliorare se pot crea soiuri sau hibrizi cu diferite însușiri ale sistemului radicular. Dezvoltarea acestuia poate fi însă dirijată și prin diferite metode agrotehnice.

1. *Reglarea regimului de umiditate și termic al solului.* Creșterea rădăcinilor are loc când apa este reținută în sol cu o forță care variază între 0,15 și 15 atmosfere. Prin urmare, creșterea rădăcinilor încetează când conținutul de apă depășește capacitatea de apă în câmp sau este sub coeficientul de ofilire. Adâncimea de pătrundere a rădăcinilor poate fi dirijată prin aplicarea irigației. De exemplu, udările dese și cu norme mici determină creșterea unui sistem radicular superficial, iar normele mari de udare, dar aplicate la intervale mai îndepărtate, favorizează creșterea rădăcinilor mai în profunzime.

Mulcirea solului și menținerea unei umidități adecvate la suprafața solului creează condiții pentru dezvoltarea unui sistem radicular superficial, ceea ce are o mare importanță în condițiile în care substanțele nutritive sunt concentrate la suprafața solului.

Temperatura optimă pentru creșterea rădăcinilor este în jur de 20-25 °C la majoritatea plantelor, deci cu câteva grade mai mică decât cea necesară părților aeriene.

2. *Fertilizarea și lucrările solului.* Plantele își dezvoltă sistemul radicular în funcție de abundența substanțelor nutritive. Acestea pătrund în straturile mai fertile unde se ramifică foarte mult. Rădăcinile cresc intens în perioada în care părțile aeriene ale plantelor stagnează sau au o creștere lentă, aceasta deoarece rădăcinile folosesc hidrații de carbon când aceștia nu sunt utilizați de părțile aeriene. Pe solurile fertile efectul îngrășămintelor aplicate este în special asupra părții aeriene, iar pe solurile sărace determină creșterea atât a sistemului radicular, cât și a părții aeriene. S-a dovedit totodată că aplicarea într-un raport echilibrat a îngrășămintelor și în special a celor cu bor și calciu, favorizează dezvoltarea normală a rădăcinilor plantelor cultivate. Astfel, în funcție de adâncimea de încorporare, tipul și dozele de

Îngrășăminte aplicate, se pot dirija adâncimea și volumul sistemului radicular, precum și relațiile rădăcinilor cu microorganismele din sol.

Încorporarea mai adâncă, prin lucrările solului, a îngrășămintelor și în special a celor cu fosfor, determină alungirea rădăcinilor și, prin urmare, sporirea rezistenței plantelor la secetă în anii cu deficit de umiditate.

Prin sistemul de lucrare a solului trebuie să se asigure un grad de afânare corespunzător dezvoltării rădăcinilor pe toată durata perioadei de vegetație a culturii. În general, sistemul radicular la majoritatea plantelor de cultură se dezvoltă bine la o densitate aparentă de $1-1,4 \text{ g/cm}^3$. La aceste valori ale densității aparente se asigură o porozitate corespunzătoare și o compoziție normală a aerului din sol în privința O_2 și a CO_2 .

3. *Tratarea semințelor cu preparate care conțin bacterii simbiotice și stimularea procesului simbiotic.* Este o metodă folosită în practica agricolă, la plantele leguminoase, pentru intensificarea procesului de fixare a azotului atmosferic pe cale biologică. Metoda se folosește atât în cazul în care plantele respective nu au mai fost cultivate pe solul respectiv, cât și pentru a introduce tulpini de bacterii mai active (eficiente) decât cele existente spontan în solul respectiv. Un astfel de produs este Nitraginul, reprezentat de un substrat nutritiv solid care conține un număr mare de bacterii simbiotice. Bacteriile cu însemnătate practică sunt: *Rhizobium phaseoli* pentru fasole, *Rhizobium japonicum* pentru soia, *Rhizobium leguminosarum* pentru mazăre, bob, linte, *Rhizobium trifolii* pentru trifoi etc.

Formarea nodozităților (figura 3.8) și fixarea biologică a azotului este favorizată de existența în sol a unei cantități relative mici de azot ($15-20 \text{ kg N/ha}$). Prezența fosforului asimilabil în sol în cantitate suficientă și a microelementelor (molibden, fier, bor, cobalt) determină dezvoltarea mai intensă a sistemului radicular și a bacteriilor simbiotice.

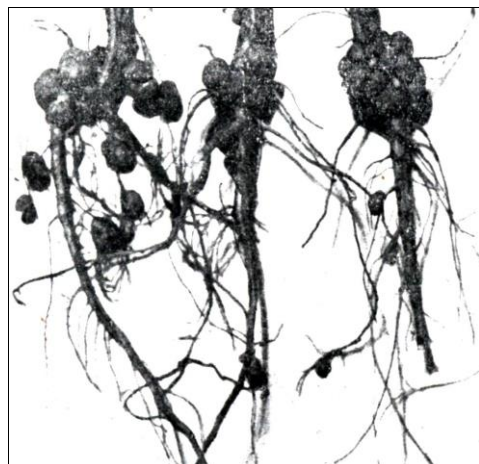


Figura 3.8 - Rădăcini de soia cu nodozități



Corectarea reacției acide a solului și menținerea unei umidități adecvate a solului sunt esențiale pentru favorizarea activității bacteriilor simbiotice.

Metode agrotehnice de dirijare a proceselor biologice din sol.

Anual, solul primește materie organică: rădăcini, frunze, resturi vegetale, animale moarte etc. care se descompun, se transformă într-un proces continuu. Aceste transformări au loc mai mult sau mai puțin rapid, dependente de o serie de factori cu acțiune directă ca: existența microorganismelor, condițiile de mediu (temperatură, umiditate, prezența aerului, a oxigenului etc.), compoziția chimică și structura anatomică a resturilor organice, precum și de factori cu influență indirectă cum sunt cei climatici și agrotehnici care intervin și îi modifică pe cei precedenți; așa sunt: precipitațiile, aportul de fertilizanți azotați, de materie organică, sistemul de lucrare, irigarea etc.

1. *Sistemul de lucrare a solului și aportul de materie organică* modifică procesele biologice din sol. Aceasta se realizează prin factorii fizici, hidrofizici și alte elemente specifice sistemului. Aportul de materie organică trebuie să fie corespunzător producției recoltate.

Sistemul clasic (convențional) de lucrare a solului, cu arătură, aplicat în agricultura convențională, folosește preponderent îngrășarea minerală coroborat cu afânările energice repetate, ceea ce conduce la intensificarea proceselor de oxidare a rezervelor de materie organică, mineralizarea și nitrificarea fiind intense, de asemenea și levigarea nitraților pe profilul solului. Lipsa materiei organice determină organismele din sol să consume și să epuizeze rezerva de humus a solului.

Ionul NO_3^- nu este fixat în sol datorită faptului că sarcinile negative ale acestuia sunt respinse de sarcinile negative ale complexului argilo-humic, fiind supus levigării. Această respingere este relativ redusă sub culturile permanente și mai mare la culturile cu acoperire discontinuă a terenului (sistemul radicular al plantei controlează nitrații din sol). Levigarea este intensificată de lucrarea excesivă a solului în perioada “nudă” a acestuia. Arătura de vară, comparativ cu arătura de toamnă, conduce la o cantitate mai mare de nitrați în sol. Denitrificarea crește mult la culturile irigate unde se întâlnesc mai multe condiții optime, cum sunt: nivelul mai ridicat al umidității, a fertilizanților minerali și a resturilor organice.

Sistemele de conservare a solului (neconvenționale) susțin prelucrarea minimă a solului și creșterea procentului de resturi vegetale rămase și încorporate în sol, la cel puțin 30-50%. Procentul mai mare de resturi vegetale, o stare de așezare mai puțin afânată a solului, o mai bună structurare și deci o creștere a porozității capilare au ca rezultat o echilibrare între humificare și mineralizare, cu creșterea procentului de carbon organic. Mulciul de la suprafața solului favorizează temperaturi mai reduse și diminuarea amplitudinilor (denitrificarea este favorizată de temperaturi în jur de 25 °C, iar nitrificarea de temperaturi de 30-32 °C). Teoretic, aceasta ar însemna o levigare mai redusă a nitraților.

Procesul de nitrificare are o intensitate maximă atunci când valorile densității aparente sunt mici, cuprinse între 1,11 și 1,15 g/cm³, însă conținutul de nitrați se reduce la jumătate când densitatea aparentă este mai mare de 1,4 g/cm³. Activitatea enzimatică a solului, se modifică diferențiat în funcție de sistemul de lucrare a solului.

Numărul de microorganisme și activitatea enzimatică sunt stimulate în grade aproximativ egale de *cantitatea de materie organică și activitatea rădăcinilor plantelor*, iar calitatea populațiilor de microorganisme și procesele biologice sunt controlate mai mult de *aerație, reacția solului și calitatea compușilor organici și minerali din sol*. Pe adâncimea de 0-20 cm, aerația este asigurată la sistemul clasic și minim de o lucrare a solului la un nivel asemănător și nu influențează spectrul microorganismelor.

Reacția solului este ușor modificată în sensul acidifierii la variantele lucrate neconvențional, în special, ca urmare a acumulării fosforului la suprafața solului și ca urmare are influență în creșterea mai importantă a numărului de ciuperci la aceste variante. Calitatea resturilor vegetale este aceeași, deci nu influențează diferențiat calitatea microorganismelor din sol. O alta cauză a creșterii numărului de microorganisme și a activității biologice din sol la variantele lucrate neconvențional poate fi prezența și concentrarea rădăcinilor plantelor la suprafața solului (0-20 cm), aici găsind elemente nutritive și determinând astfel o rizosferă microbiană mai bogată și totodată un conținut sporit de enzime.

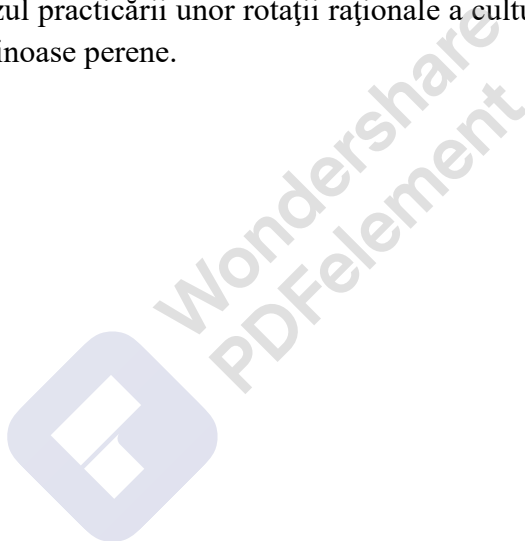
2. *Rotația culturilor, eliminarea excesului de apă, corectarea reacției solului, combaterea eroziunii solului și folosirea îngrășămintelor* sunt măsuri agrotehnice de echilibrare a raporturilor dintre humificare și mineralizare, de dirijare a activității enzimatică din sol.



Folosirea îngrășămintelor cu eliberare lentă a azotului (ureoform, izodur, crotodur) sunt măsuri de evitare a poluării cu azot. Textura solului are influență mare asupra acumulării azotului din sol. Un sol argilos sau luto-argilos conține în general de trei-patru ori mai mult azot decât conține un sol nisipos, în aceleași condiții climatice.

Aplicarea amendamentelor cu calciu pentru corectarea reacției acide până la slab acid-neutru, are ca urmare creșterea activității ureazei, proteazei, dehidrogenazei, polifenoloxidazei și scăderea activității invertazei și peroxidazei.

Aplicarea îngrășămintelor organice determină sporirea activității enzimelor hidrolitice și a enzimelor oxido-reducătoare, prin urmare și a proceselor biochimice care participă la sinteza humusului. Efecte similare se constată și în cazul practicării unor rotații raționale a culturilor, mai ales când se cultivă leguminoase perene.



BIBLIOGRAFIE

1. Rusu, T., 2005 - *Agrotehnica*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
2. Guş, P., Rusu T., Stănilă S., 2003 - *Lucrările neconvenţionale ale solului şi sistema de maşini*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
3. Florea, N., 2003 - *Degradarea, protecţia şi ameliorarea solurilor şi a terenurilor*. Editura Bucureşti.
4. Guş, P., Rusu, T., Bogdan, Ileana, 2004 - *Agrotehnica*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
5. Guş, P., Lăzureanu, A., Săndoiu, D., Jităreanu, G., Stancu, I., 1998 - *Agrotehnică*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
6. Budoii, Gh., Penescu, A., 1996 - *Agrotehnică*. Editura Ceres, Bucureşti.
7. Penescu, A., Ciontu, C., 2001 - *Agrotehnică*. Editura Ceres, Bucureşti.
8. Jităreanu, G., 2015 - *Agrotehnică*, Vol. I., Editura Ion Ionescu de la Brad, Iaşi.
9. Lăzureanu, A., 1994 - *Agrotehnică*. Editura Helicon, Timişoara.
10. Onisie, T., Jităreanu, G., 1999 - *Agrotehnica*. Editura Ion Ionescu de la Brad Iaşi.
11. Dosmann, M., Hird, A., Pfeiffer, S., Port, K., Richardson, K., 2010 - *Plant inventory operations manual*. The Arnold Arboretum of Harvard University.
12. Cerdán, P.D., Chory, J., 2003 - *Regulation of flowering time by light quality*. Nature, n. 423, p. 881-885.
13. Bogdan, Ileana, Guş, P., Rusu, T., 2003 - *Agrotehnică diferenţiată*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
14. Davidescu, D., Davidescu, V., 2002 - *Secolul XX - Performanţe în agricultură*. Editura Ceres, Bucureşti.
15. Bâlţeanu, Gh., Salontai, A., Vasilică, C., Barnaure, V., Borcean, I., 1991 - *Fitotehnie*. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
16. Guş, P., Cernea, S., Rusu, T., Bogdan, Ileana, 2004 - *Sisteme de semănat, fertilizat şi întreţinere a culturilor*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
17. Staicu, I., 1969 - *Agrotehnica*. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.
18. Guş, P., Rusu, T., Bogdan, Ileana, 2001 - *Agrotehnică (Vol. I) - Determinări specifice şi calitatea lucrărilor solului*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.

19. Rusu, T., Bogdan, Ileana, Pop, A.I., 2012 - *Îndrumător de lucrări practice la Agrotehnică*. Editura Grinta, Cluj-Napoca.
20. Catherine de Silguy, 1994 - *L'agriculture biologique - des techniques efficaces et non polluantes*. Terre Vivante, France.
21. Criveanu, H., Luca, E., Hărșan, M., 2001 - *Observații privind temperatura aerului, precipitațiile și consumul de apă în Transilvania*. Revista *Bioterra*, anul III, nr. 3, p. 12-14.
22. ICPA (Dumitru, M., și colab.) - *Cod de bune practici agricole*, 2003., Vol. I și II. Editura Expert, București.
23. Berca, M., 2011 - *Agrotehnică: transformarea modernă a agriculturii*. Editura Ceres.
24. Ștefanic, Gh., Săndoiu, D.I., Dincă, L., Malancu, A.M., 2017 - *Biologia solurilor agricole* (Ediția a -III-a). Editura Printech, București.
25. Blum, W.E.H., 1998 - *Soil degradation caused by industrialization and urbanization. Towards Sustainable Land Use*, Vol.I. *Advances in GeoEcology*, n. 31, p.755-766. Ed. Catena Verlag, Germany.
26. Germon, J.C., Couton, Z., 1999 - *La dénitrification dans les sols: regulation de son fonctionnement et applications a la depollution. Le Courrier de l'environnement de l'INRA*, n. 38, p. 67-74.
27. Hénault, C., Germon, J.C., 1995 - *Quantification de la dénitrification et des émissions de protoxyde d'ayote par les sols. Agronomie*, n. 15, p. 321-355.
28. Zech, W., Senesi, N., Guggenberger, G., Kaiser, K., Lehmann, J., Miano, T. M., Miltner, A., Schroth, G., 1997 - *Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. Geoderma*, n. 79, p. 117-161.
29. Domuța, C., 2005 - *Agrotehnica terenurilor în pantă din Nord-Vestul României*. Editura Universității din Oradea.

CAPITOLUL 4

LUCRĂRILE SOLULUI

4.1 ISTORIC

Lucrarea solului a avut din cele mai vechi timpuri un rol important în asigurarea hranei oamenilor, fapt atestat de numeroase descoperiri arheologice. Astfel, pe o tăbliță de lut descoperită la Uruk-Warka (figura 4.1), fostul teritoriu al Mesopotamiei, datată 3000 î.d.C., este reprezentat un plug primitiv, iar picturile pe piatră descoperite în peșteri din Suedia, în Alpi sau cele simbolice descoperite în Grecia, sugerează ideea că dintotdeauna, arătura a fost considerată o lucrare care a stat la baza obținerii recoltelor, un adevărat simbol al fertilității. Această reprezentare a plugului primitiv de la Uruk-Warka a fost adoptată ca siglă de către cel mai prestigios for științific care se ocupă cu studierea lucrărilor solului, International Soil Tillage Research Organisation, care are filială și în România.

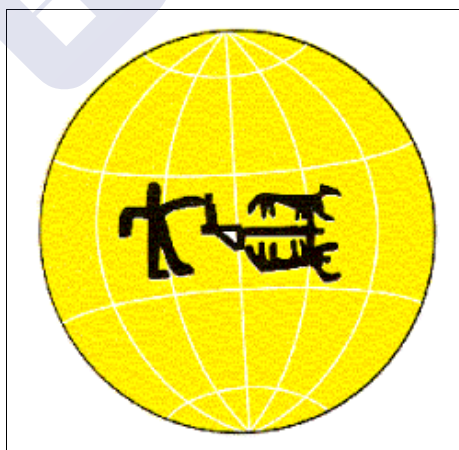


Figura 4.1 – Sigla International Soil Tillage Research Organisation

De-a lungul timpului, mii de ani oamenii au lucrat solul cu scopul de a crește producția de hrană. Dovezile antice indică faptul că plugurile simple, ușoare, din lemn, au fost folosite pe scară largă în zonele agricole ale văilor râurilor Eufrat și Nil, începând cu anul 3000 î.H. Animalele, de regulă boii, asigurau tracțiunea necesară pentru tractarea plugurilor, pregătind solul în vederea însămânțării culturilor de orz, grâu și in. Plugurile folosite în acea perioadă nu aveau roți sau cormane pentru a întoarce solul și a pregăti o brazdă adevărată, cu toate acestea, ele au servit pentru a efectua o afânare inițială a solului la o adâncime mică (figura 4.2).

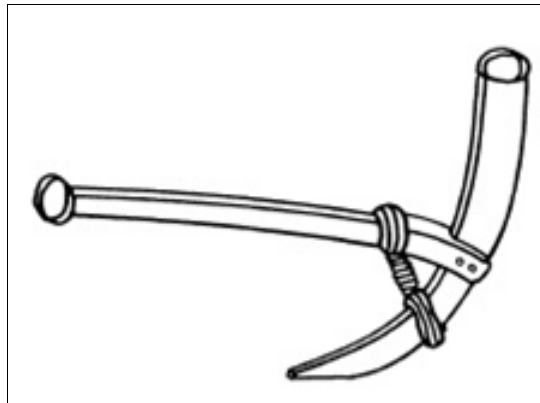


Figura 4.2 - Plug din lemn - Egipt, vechime aprox. 3000 ani î.H. (1a)

Un rol important în dezvoltarea lucrărilor solului în perioada antică l-a avut și transportul materialului necesar pentru construirea sistemelor de irigații. Într-una din cele mai vechi reprezentări grafice, descoperită într-o peșteră din Europa Centrală, aratul apare combinat cu semănatul, fapt care sugerează că unul dintre considerentele practice pentru care solul era arat, era probabil distrugerea și încorporarea vegetației existente și acoperirea cu sol a semințelor noii culturi.

În Epoca Bronzului (2000 – 1000 î.d.C.) s-a folosit plugul primitiv din lemn iar în Epoca Fierului (1000 î.d.C. - începutul erei noastre) s-a folosit plugul din lemn cu brăzdar de fier. Alte unelte specifice acestei perioade sunt grapele cu mărăcini, tăvălugii de piatră, secera, coasa, săpăliga ș.a. (1b).

Desene rămase din secolul al XVIII-lea arată că utilizarea plugurilor cu cormană, care pot inversa straturile de sol, era foarte limitată, predominante fiind plugurile așa-numite “Rynsburse”.

Începând cu secolul al XVIII-lea și până în prezent, în literatura de specialitate au apărut numeroase teorii și lucrări privind nutriția plantelor și metodele de cultivare a acestora, care au avut o influență importantă și asupra evoluției uneltelor utilizate pentru executarea lucrărilor solului.

Astfel, în 1802, Albert Thaer (Germania), cel care a elaborat “teoria humusului”, a consacrat un capitol în una din cărțile sale, lucrărilor solului.

El arată că într-o fermă pentru culturi de câmp, utilizând o rotație obișnuită pentru perioada respectivă, cereale de toamnă-cereale de primăvară-ogor negru, minim 25% din timpul total al fermierului și 50% din cel al animalelor era utilizat pentru arat. Alte teorii, legate de chimia solului, au fost elaborate de Stoexhardt și Wolf, iar în 1848, Sprengel și Liebig au elaborat “teoria nutriției minerale a plantelor”. Contribuții importante la dezvoltarea științelor agricole și a teoriilor legate de fizica solurilor au adus Attenberg, Mitscherlich, Schuler ș.a.

La sfârșitul secolului al XIX-lea, trei importanți oameni de știință și-au publicat rezultatele obținute în domeniul lucrărilor solului.

F.H. King (2) a urmărit modul în care lucrările solului influențează asupra dezvoltării plantelor, în condițiile din Wisconsin, SUA. El a arătat că apa din sol și temperatura acestuia pot fi influențate prin tăvălugit, afânare superficială, epoca și adâncimea arăturii.

P.P. Dehérain (3, 4) a studiat factorii care influențează creșterea plantelor și care pot fi influențați de lucrările solului, în condițiile climatului umed al Franței. El a urmărit efectul acestor lucrări asupra aerației solului și a definit primul noțiunile de “porozitate totală” și “porozitate de aerație” ale solului. De asemenea, a efectuat experiențe cu lizimetre și a constatat că în solul lucrat, rezerva de apă a fost întotdeauna mai mare decât în solul nelucrat.

M.E. Wollny (Germania) (5) a abordat problema lucrărilor solului dintr-o direcție mult mai practică, urmărind efectul diferitelor lucrări executate pe parcele experimentale mici și a descoperit că prin creșterea adâncimii arăturii se obțin producții mai mari. Este considerat fondatorul fizicii solurilor agricole.

Între 1900-1930 principalul subiect asupra căruia s-au axat cercetările l-a constituit fertilizarea chimică, iar ca rezultat s-a publicat mai puțin în domeniul lucrărilor solului, însă între anii 1930 și 1940 s-a manifestat o revigorare a cercetărilor și publicațiilor în domeniu.

În cadrul școlii germane de știința solului, structura acestuia și influența ei asupra producției au constituit subiectul central. Contribuții de seamă au adus, prin lucrările publicate, Th. Roemer (6), Von O. Tornau (7), J. Görbing (8) și W. von Nitzsch (9).

Școala britanică, ai cărei principali reprezentanți au fost B.A. Keen (10), W.B. Haines (11) și E.W. Russel (10,12), a urmărit, în special, influența lucrărilor solului asupra combaterii buruienilor. Ideea centrală pe care s-au

focusat cercetările a fost că distrugerea buruienilor trebuie să fie scopul principal al lucrărilor solului.

După 1950, s-au executat numeroase experimente, în toate țările cu agricultură dezvoltată, pentru a determina influența adâncimii arăturii, epocii de executare, tipului de organ activ etc. asupra producției, consumului de combustibil și eficienței economice.

În același timp, mecanizarea lucrărilor agricole a cunoscut o dezvoltare fără precedent, alături de utilizarea unor cantități tot mai mari de îngrășăminte chimice, a irigațiilor, soiurilor sau hibridilor tot mai productivi, motiv pentru care această etapă a fost denumită “agricultura mecanizată”, “convențională” sau “clasică”.

A doua jumătate a secolului al XX-lea a marcat apariția tehnologiilor în care s-a redus numărul de treceri ale mijloacelor mecanice și intensitatea lucrărilor solului, cu scopul de a micșora costurile de producție și impactul acestora asupra calității solului, dezvoltându-se sistemele denumite "*minimum tillage*", "*reduced tillage*" și "*no-tillage*" (foto 4.1), care au pus bazele "*agriculturii conservative*".



Foto 4.1 – Semănat direct în miriște – USAMV Iași

De la o lucrare în câmp, însoțită de ritualuri magice și religioase pentru creșterea fertilității, lucrările solului s-au dezvoltat și au devenit unul din factorii de producție care a început să fie evaluat pe baze economice.

Creșterea plantelor nu mai este considerată factorul decisiv, întrucât obiectivul fermierului este obținerea unui profit.

4.2 OBIECTIVE ALE LUCRĂRILOR SOLULUI

Conform *Soil Science of America Journal*, lucrările solului sunt considerate intervenții, de regulă mecanice, cu unelte sau mașini, având ca scop modificarea însușirilor acestuia și crearea condițiilor pentru creșterea și dezvoltarea plantelor de cultură (12).

Aceste intervenții au ca scop modificarea și dirijarea factorilor de vegetație, pe de o parte în vederea asigurării unor condiții optime pentru creșterea și dezvoltarea plantelor cultivate, iar pe de altă parte pentru efectuarea lucrărilor ulterioare, de semănat, întreținere și recoltare la standarde ridicate de calitate.

În toate sistemele de agricultură, prin efectele lor asupra însușirilor fizice, care ulterior determină modificări ale proprietăților chimice și biologice, lucrările solului au reprezentat o verigă importantă de sporire a producției, cu condiția ca epoca lor de executare să fie în concordanță cu cerințele plantelor cultivate, specificul climei și solurilor zonei.

Principalele obiective care se urmăresc prin executarea lucrărilor solului sunt următoarele:

- realizarea unui strat arabil cu proprietăți fizice corespunzătoare din punct de vedere al tipurilor de porozitate, densității aparente, structurii, ca urmare a proceselor tehnologice care au loc în sol în timpul efectuării lucrărilor;
- activarea proceselor biochimice, având ca efect îmbunătățirea regimului substanțelor nutritive din sol;
- încorporarea în sol a resturilor vegetale, a îngrășămintelor chimice și organice;
- combaterea buruienilor, a unor boli și dăunători ai plantelor cultivate;
- prevenirea și combaterea proceselor de eroziune, reducerea pierderilor de apă și substanțe nutritive din sol;
- crearea unor condiții optime pentru un semănat uniform și de calitate.

Prin lucrările solului trebuie să se realizeze un strat afânat, în care plantele să găsească condiții optime pentru creștere și dezvoltare. Într-un sol afânat rădăcinile pătrund mai ușor și se dezvoltă explorând un volum mai mare de sol, începând cu primele faze de vegetație, spre deosebire de solurile compacte, tasate, unde adâncimea de pătrundere a rădăcinilor este restricționată (14).

În acest scop este necesară realizarea, prin lucrări adecvate ale solului, a unui raport echilibrat între faza solidă și spațiul lacunar al solului, optim de 1/1. Lucrarea cu cel mai pronunțat efect asupra porozității solului este arătura, care determină o creștere a procentului de pori cu 20-30%.

În urma executării lucrărilor solului are loc și o reducere a valorilor densității aparente. Majoritatea plantelor de cultură se dezvoltă normal în condițiile în care densitatea aparentă are valori cuprinse între 1,07 și 1,45 g/cm³ (15). Între densitatea aparentă a solului și producție există o corelație liniară, pentru fiecare creștere cu 0,01 g/cm³ a densității aparente, înregistrându-se o scădere a producției cu circa 1,80% (16).

Efectuarea lucrărilor solului la momentul optim influențează favorabil starea structurală, în timp ce efectuarea acestora la un conținut de umiditate necorespunzător, fie prea ridicat, fie prea redus, determină repetarea lucrărilor, având ca efect reducerea procentului de agregate stabile (17).

Introducerea în producție a unor noi mașini de lucrare a solului trebuie să fie precedată de cercetări privind influența pe care o au asupra proprietăților fizice ale acestuia. Perfecționarea frezelor pentru pregătirea patului germinativ, prin cercetări efectuate la I.C.C.P.T. Fundulea (18), a permis extinderea acestora în producție, întrucât s-a ajuns la concluzia că aceste mașini, exploatate corect, nu au o influență negativă majoră asupra structurii, comparativ cu alte mijloace mecanice.

De asemenea, plugurile cu lățime de lucru variabilă pe trupiță (P-2V, P-3V, P-5V), au fost încercate întâi la Universitatea Agronomică Iași (19) și apoi, pe baza rezultatelor obținute în condiții de sol diferite, au fost extinse în producție.

În regiunile secetoase, prin lucrările solului trebuie create condiții favorabile pentru acumularea și reținerea apei în sol, iar în zonele umede atât pentru acumularea cât și pentru drenarea acesteia în adâncime, evitându-se menținerea unui exces de umiditate în stratul arabil sau pe profilul de sol.

Lucrările solului trebuie să contribuie la accentuarea procesului de nitrificare, care atrage după sine intensificarea unor procese chimice favorabile, prin care fosforul, potasiul, calciul și alte elemente nutritive trec din forme greu solubile în forme ușor accesibile plantelor.

Un exemplu tipic îl reprezintă solubilizarea fosforului, proces care se desfășoară conform reacției:



Lucrările solului sunt necesare și pentru a stimula activitatea microorganismelor, deoarece descompunerea materiei organice de către bacteriile heterotrofe până la compuși simpli și elemente ca H_2O , CO_2 , NH_3 , SH_2 , P, Ca, Mg, Fe etc., are loc cu intensitate normală numai în solurile lucrute și bine afânate.

Între gradul de afânare al solului și capacitatea sa de nitrificare există o relație foarte strânsă, procesul de nitrificare având intensitate maximă atunci când valorile densității aparente sunt cuprinse între 1,11 și 1,15 g/cm^3 , iar umiditatea momentană a acestuia este în jurul capacității de câmp (15).

Prin lucrările solului se urmărește și combaterea buruienilor, acestea păstrându-și importanța inclusiv în cazul utilizării erbicidelor. Mulți autori apreciază chiar că scopul principal al lucrărilor solului îl reprezintă combaterea buruienilor.

Totodată, unii dăunători precum și unele boli ale plantelor cultivate se pot combate prin lucrări adecvate ale solului. Prin efectuarea arăturii cu plugul cu cormană, formele sub care aceștia rezistă în timpul iernii sunt încorporate odată cu resturile vegetale și distruse. De exemplu, *Ostrinia nubilalis*, dăunător al porumbului, rezistă în timpul iernii sub formă de larvă în tulpinile care rămân pe câmp. Prin încorporarea acestora în sol, odată cu arătura, mare parte din larve sunt distruse. Tot prin lucrările solului, sunt distruse cuiburile de insecte, de rozătoare ș.a.

Lucrările solului au un rol important în prevenirea proceselor de eroziune. Prin adâncimea de executare, direcție, epocă, alternanță, lucrările solului pot contribui la prevenirea sau reducerea fenomenului de eroziune.

Diferențierea lucrărilor solului se face în funcție de tipul de sol, umiditatea acestuia, starea culturală a terenului, cerințele specifice ale culturii pentru care se pregătește patul germinativ ș.a.

4.3 PROCESE TEHNOLOGICE CARE AU LOC ÎN SOL ÎN TIMPUL EFECTUĂRII LUCRĂRILOR

În timpul efectuării lucrărilor, în sol se produc o serie de procese, ca efect imediat al acțiunii uneltelor și mașinilor agricole. Principalele procese tehnologice care au loc în sol în timpul efectuării lucrărilor sunt întoarcerea, mărunțirea, afânarea, amestecarea, tasarea, nivelarea și modelarea. Fiecare lucrare în parte determină unul sau mai multe din aceste procese și, în funcție de necesități, se alege lucrarea sau succesiunea lucrărilor care urmează a fi executate.

Întoarcerea (inversarea) stratului arabil se realizează în principal prin intermediul arăturii executate cu plugul cu cormană; o întoarcere, dar incompletă, a stratului de sol se poate face și cu alte mașini sau unelte, cum sunt plugul cu discuri, grapa cu discuri sau cultivatorul. Prin inversarea stratului arabil sunt încorporate în sol resturile vegetale, îngrășămintele și amendamentele, precum și stratul de sol cu structură distrusă și este adus la suprafață sol din partea inferioară a stratului arabil, cu structură mai bună.

Întoarcerea este un proces tehnologic cu rol important în zonele cu precipitații bogate, unde odată cu apa care se infiltrează sunt antrenați în profunzime coloizii și elementele nutritive, iar prin întoarcerea solului aceștia sunt aduși din nou la suprafață, în zona activă a rădăcinilor, de unde pot fi folosiți din nou de către plante și în zona patului germinativ, unde asigură nutriția corespunzătoare a tinerelor plante (20).

Neîncorporarea complet sub brazdă a resturilor de buruieni (foto 4.2 A), ca urmare a unor reglaje neconforme ale trupițelor plugului, poate duce frecvent la apariția unor zone cu un grad ridicat de îmburuienare (foto 4.2 B), ceea ce va crea ulterior probleme privind adoptarea măsurilor de combatere a buruienilor.

Întoarcerea orizontului arabil se recomandă și atunci când stratul superficial al solului are un conținut ridicat în săruri, iar prin întoarcere este adus la suprafață, în interiorul patului germinativ, sol cu un conținut mai redus de săruri, ce asigură condiții bune de germinare.

Mărunțirea este un proces care se realizează odată cu răsturnarea și afânarea brazdei, dar care poate fi continuat prin lucrări efectuate cu grape, cultivatoare, combinatoare, freze ș.a. Într-un sol bine mărunțit, semănatul se poate face la adâncimea optimă, se mărește suprafața de contact între semințe și sol, rezultând o răsărire uniformă.



Foto 4.2 A - Zonă cu resturi vegetale incomplet încorporate în sol (buruieni sau miriștea culturii anterioare) (40)



Foto 4.2 B - Îmburuienarea culturii în zona cu resturi vegetale incomplet încorporate în sol (40)

Mărunțirea excesivă are însă urmări nefavorabile pentru starea culturală a solului, determinând distrugerea agregatelor de structură și formarea crustei. Crusta formată la suprafața solului determină o evaporare rapidă a apei din sol și face dificilă răsărirea plantelor.

Afânarea se realizează în timpul efectuării arăturii, a lucrărilor de scarificare, subsolaj, afânare adâncă, cu cizelul sau a celor superficiale, executate cu grape, freze sau agregate complexe. Ca efecte, are loc creșterea porozității de aeratie, infiltrarea apei, stimularea activității microorganismelor aerobe și mobilizarea fertilității potențiale a solului, determinând eliberarea de substanțe nutritive accesibile plantelor, provenite din descompunerea humusului. Aceste procese sunt mai evidente când solul este cultivat cu plante prășitoare, întrucât tehnologia de cultură a acestora include un număr mai mare de lucrări ale solului.

Amestecarea stratului arabil se poate face cu plugul, cultivatorul, freza sau alte mașini agricole, cu scopul de a crea un strat de sol omogen ca fertilitate, prin distribuirea uniformă în sol a îngrășămintelor chimice și organice, a erbicidelor, amendamentelor și a resturilor vegetale. Amestecarea straturilor de sol nu este recomandată în cazul desțelenirii, când stratul superficial, cu un conținut ridicat de materie vegetală, trebuie încorporat în profunzime în vederea

descompunerii anaerobe sau în cazul sărăturilor, unde straturile inferioare, cu un conținut ridicat în săruri, nu trebuie aduse la suprafață.

Tasarea sau *compactarea* solului are ca scop reducerea gradului de afânare, în special înainte de semănat, creșterea porozității capilare și reducerea celei necapilare, reducerea evaporării apei prin diminuarea procesului de aerisire al solului și crearea unui pat germinativ corespunzător. Se folosește mai frecvent în zonele secetoase.

Nivelarea are ca scop reducerea pierderilor de apă prin evaporare, executarea în condiții bune a lucrărilor de semănat, îngrijire și recoltare, precum și distribuirea uniformă a apei provenită din precipitații sau irigații, a erbicidelor și a îngrășămintelor. Nivelarea se realizează cu ajutorul grapelor, nivelatoarelor și uneori a tăvălugului.

Alte procese tehnologice care pot avea loc în sol, ca urmare a executării unor lucrări speciale ale solului, în funcție de cerințele plantelor cultivate și condițiile pedoclimatice, sunt *crearea de brazde*, pentru irigat sau pentru eliminarea excesului de apă, *formarea de biloane*, *coame* sau *modelarea terenului în vederea cultivării legumelor* ș.a.

Pe terenurile înclinate, brazdele și coamele executate paralel cu direcția generală a curbelor de nivel, rețin și favorizează infiltrarea unei cantități importante din apa care se scurge pe versant și reduc implicit eroziunea solului. Formarea de biloane, coame și modelarea terenului determină o încălzire mai rapidă a solului, mai ales în primăvară, datorită scurgerii apei, ceea ce permite executarea mai timpurie a semănatului.

4.4 CLASIFICAREA LUCRĂRILOR SOLULUI

Lucrările solului se pot clasifica în funcție de mai multe criterii:

a. *scop*: lucrări anuale sau curente, lucrări de punere în valoare a anumitor terenuri ș.a.;

b. *uneltele cu care se execută*: cu plugul, cizelul, grapa, cultivatorul, combinatorul, freza etc.;

c. *adâncimea de executare*: lucrări superficiale, adânci, foarte adânci, de desfundare;

d. *epoca de executare*: vara, toamna, iarna sau primăvara;

e. *tehnologia culturii pentru care se execută*:



- lucrări de bază: arătura, afânarea fără întoarcerea brazdei (paraplow, cizel, scarificare, afânare adâncă), arătura de desfundare; se numesc lucrări de bază datorită ordinii de executare, înaintea celorlalte lucrări, reprezentând baza de aplicare a tuturor verigilor tehnologice.

- lucrări de întreținere a ogoarelor, sunt efectuate cu grape, combinatoare, cultivatoare, tăvălugi, agregate complexe; acestea au ca scop mărunțirea și afânarea superficială a solului, nivelarea, mărunțirea resturilor vegetale, dezmiriștirea și distrugerea buruienilor.

- lucrări de pregătire a patului germinativ, executate cu grape, cultivatoare, combinatoare, freze, tăvălugi, nivelatoare sau agregate complexe; acestea au rolul de a mobiliza solul pe adâncimea de semănat, în vederea pregătirii patului germinativ, semănatului și dezvoltării plantelor în primele stadii.

- lucrări de îngrijire a culturilor după semănat, care pot fi executate cu cultivatoare (prașile mecanice, bilonat), grape, freze, sape rotative etc.

f. *funcție de plantele pentru care se execută*: lucrări pentru cereale de toamnă sau cereale de primăvară, pentru prașitoare, pajiști etc.

4.5 ARĂTURA

4.5.1 OBIECTIVE

Prin arătură se înțelege lucrarea de tăiere, desprindere, comprimare, întoarcere, deplasare laterală, mărunțire, amestecare și afânare a unui strat de sol de la suprafață, cu secțiune determinată, numit brazdă.

Arătura este considerată cea mai importantă lucrare a solului, fiind numită și lucrarea de bază. Prin arătură se urmărește încorporarea stratului de sol pulverizat de la suprafață, cu structura distrusă, în adâncime, unde sunt condiții pentru refacerea agregatelor structurale și se aduc în stratul superficial, din profunzime, sol structurat, săruri și coloizi levigați.

Aceasta asigură prin lucrările ulterioare, crearea condițiilor optime pentru realizarea unui pat germinativ corespunzător, a unui semănat uniform și de calitate.

Prin arătură se încorporează miriștea, resturile vegetale, buruienile și semințele scuturate pe sol, contribuind la combaterea acestora și în special a

celor perene, cu înmulțire vegetativă. Prin încorporarea resturilor vegetale, pe care se dezvoltă formele de înmulțire ale diferiților agenți patogeni, se contribuie la reducerea atacului de boli și dăunători în anul următor; în același timp, sunt distruse cuiburile de rozătoare și insecte.

Resturile vegetale și îngrășămintele organice încorporate asigură hrana pentru microorganismele, condiții mai bune pentru dezvoltarea rădăcinilor, contribuind la păstrarea și sporirea chiar a fertilității solului.

Arătura afânează solul și îi mărește volumul cu 20-30%, în funcție de construcția plugului, natura terenului, conținutul în apă, structură ș.a. Odată cu afânarea, se intensifică și schimbul de aer sol - atmosferă, se favorizează circulația aerului și ca urmare se produce o încălzire a straturilor mai adânci, fapt important mai ales în zonele umede și reci.

Un alt obiectiv este înmagazinarea și păstrarea apei în sol. Din analiza datelor prezentate în tabelul 4.1 (21), se constată înmagazinarea unei cantități mai mari de apă în sol la semănat, în primăvară, în cazul efectuării arăturii și a unei umidități mai reduse în cadrul variantelor lucrate cu grapa cu discuri sau nelucrate, indiferent de suma precipitațiilor înregistrate în perioada sezonului rece.

Tabelul 4.1

Rezerva de apă a solului la semănat, repartitia precipitațiilor în cursul vegetației și producția de porumb (10)

Specificare	Varianta	Metoda de lucrare	Anii de experimentare					Media multi-anuală
			1	2	3	4	5	
Suma precipitațiilor (mm) în perioada 1.09 - 31.03			163	278	209	238	290	254
Rezerva de apă utilă (m ³ /ha) a solului din stratul 0-150 cm, în funcție de sistemul de lucrare, la semănat	Arat	Arat	2612	2540	2181	1805	2379	2303
	Cizel	Cizel	2538	2305	2191	1632	2364	2206
	Plug cizel	Plug cizel	2438	2357	2164	1442	2392	2158
	Disc	Disc	2388	2209	2109	1471	2258	2087
	Nelucrat	Nelucrat	2210	2205	1904	1252	2302	1975
Suma precipitațiilor aprilie - august (mm)			637	228	257	238	213	312
Suma precipitațiilor anuale (mm)			800	506	466	576	503	566
Producția medie (t/ha)			9,58	7,21	6,66	6,07	6,34	7,17

Cantitățile de apă înmagazinate în variantele tehnologice de lucrare a solului cu unelte fără răsturnarea brazdei (cizel, plug-cizel) au valori intermediare între arătură și lucrarea superficială a solului cu grapa cu discuri.

Variația umidității solului în perioada luată în studiu este în strânsă legătură cu metoda de lucrare a solului, fapt care explică și variația producției de porumb în funcție de rezerva de apă acumulată în sol, la semănat.

Pe terenurile înclinate, arăturile executate de-a lungul curbelor de nivel reduc cantitatea de apă scursă spre aval cu 40 – 60%, determină creșterea cantității de apă care se infiltrează, contribuind la reducerea fenomenului de eroziune precum și a pierderilor de substanțe nutritive.

Arătura, prin modificarea regimului de apă, aer și temperatură determină crearea unor condiții favorabile pentru activitatea microorganismelor utile. Prin intensificarea activității microorganismelor aerobe, crește cantitatea de materie organică descompusă până la compuși simpli și elemente ca NH_3 , H_2O , CO_2 , H_2S , P, Ca, Fe, Mg ș.a., care sunt apoi transformate în săruri solubile, accesibile plantelor.

De exemplu, amoniacul este oxidat de bacteriile nitrificatoare până la acid azotic care împreună cu bazele din sol, formează nitrații care pot fi utilizați de către plante. Din acest motiv, conținutul în nitrați al solurilor arate este mult mai mare în comparație cu cel al solurilor nearate (15) (tabelul 4.2).

Tabelul 4.2

Influența arăturii asupra conținutului în nitrați al solurilor (mg/kg sol)

Adâncimea (cm)	Cernoziom		Lăcoviște		Luvisol albic	
	nelucrat	lucrat	nelucrat	lucrat	nelucrat	lucrat
0-20	0,58	36,42	0,35	34,44	0,26	33,82
20-40	0,34	14,94	0,11	30,79	0,10	14,14

În urma descompunerii materiei organice în condiții aerobe, precum și în urma procesului de nitrificare, în sol au loc și alte procese chimice favorabile, care îmbogățesc solul și în alte elemente nutritive, prin solubilizarea compușilor greu solubili cu calciu, fosfor, potasiu ș.a.

Prin afânarea solului se creează condiții favorabile pentru intensificarea activității și a altor microorganisme folositoare cum sunt cele simbiotice (*Rhizobium* sp.) și nesimbiotice (*Azotobacter* sp.).

4.5.2 FACTORII CARE DETERMINĂ CALITATEA ARĂTURII

Calitatea arăturii depinde de o serie de factori, între care mai importanți sunt construcția plugului, tipul de sol, însușirile fizico-mecanice, gradul de structurare și starea culturală a solului, umiditatea, clima și mersul vremii, relieful, adâncimea arăturii, viteza de lucru, raportul între adâncimea și lățimea brazdei ș.a.

a. *Construcția plugului.* Construcția plugului are un rol foarte important asupra calității arăturii. Cea mai bună calitate a arăturii se obține prin utilizarea plugurilor cu cormană. Principalele părți componente ale plugurilor sunt: organele de lucru, reprezentate de cuțit, brăzdar, cormană, antetrupiță și scormonitori și organele auxiliare, cadrul, organele de deplasare, de prindere, reglare, conducere etc. (figura 4.3).

Brăzdarul, cormană, plazul și prelungitorul de cormană se fixează pe un suport numit bârsă și formează împreună trupița sau corpul de plug.

Trupița reprezintă organul principal de lucru al plugului și ca urmare a acțiunii acesteia, brazda de sol este mărunțită, afânată și răsturnată.

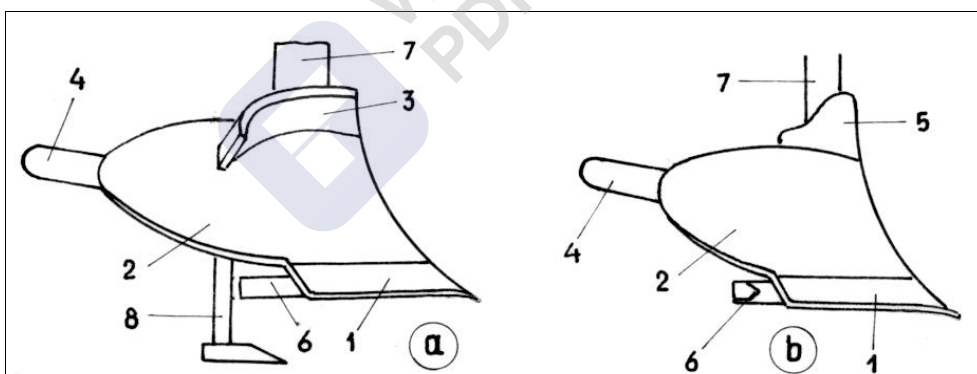


Figura 4.3 - Părțile componente ale trupiței

a - cormană culturală; b - cormană cilindrică; 1- brăzdar; 2- cormană; 3- cormană suplimentară; 4- prelungitorul aripii cormană; 5- prelungitorul pieptului cormană; 6- plaz; 7- bârsă; 8- scormonitor.

După forma și domeniul de utilizare, cormanele se pot grupa în cilindrice, elicoidale, lamelare și intermediare; cele din urmă pot fi culturale și semielicoidale (figura 4.4).

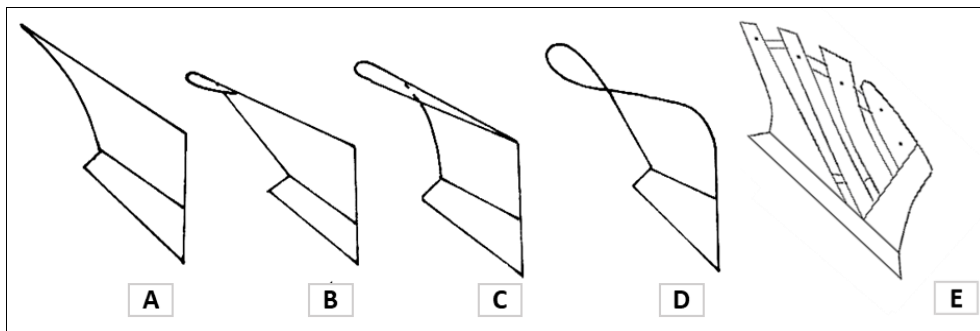


Figura 4.4 - Principalele tipuri de cormane
a-cilindrice; b-culturale; c-semielicoidale; d elicoidale; e-lamelare

Cormanele cilindrice. Acestea fac ca solul ridicat pe cormană să fie supus unui proces de mărunțire continuă. Aceste cormane nu răstoarnă complet brazda, dar o mărunțesc foarte bine, motiv pentru care sunt utilizate mai ales pe solurile afânate, nisipoase, neîntelenite.

Cormanele elicoidale asigură o răsturnare foarte bună a brazdei, cu aproape 180°, dar fără o mărunțire corespunzătoare, care se desăvârșește prin lucrări ulterioare executate cu alte unelte și mașini agricole, grape, combinatoare sau agregate complexe. Se utilizează pe soluri grele și pe terenuri cu resturi vegetale în cantitate mare, pentru o bună încorporare a acestora.

Cormanele intermediare. Datorită deficiențelor menționate, cormanele complet cilindrice și complet elicoidale se folosesc rar, mai utilizate fiind cormanele cu o formă intermediară între cele două, de tip culturale, semielicoidale ș.a.

Cormanele culturale sunt cilindrice în prima parte, iar aripa terminală este răsucită elicoidal, rezultând o răsturnare a brazdei mai bună decât la cele cilindrice. Acestea lucrează bine pe toate tipurile de sol, cu excepția celor nisipoase, fiind utilizate în mod obișnuit în construcția plugurilor de destinație generală.

Cormanele semielicoidale se caracterizează prin variații mai mari ale unghiurilor, rezultând un efect de răsturnare pronunțat dar o capacitate de mărunțire mai redusă. Aceste cormane sunt recomandate pe terenurile întelenite, unde răsturnarea brazdei este mai dificilă. În vederea creșterii calității arăturii, s-au combinat diferite tipuri de cormane, îmbinând capacitatea de mărunțire a cormanelor cilindrice cu efectul de răsturnare al cormanelor culturale și semielicoidale. Au rezultat astfel, *cormane combinate*, de tip cultural-semielicoidale, la care partea inferioară a suprafeței

este de tip cultural, cu efect pronunțat de mărunțire, iar partea superioară este de formă semielicoidală, cu efect mai pronunțat de răsturnare.

Cormanele lamelare - pentru soluri cu un conținut mare de argilă, sau soluri de tip lăcoviște.

b. Tipul de sol influențează în primul rând prin *textura* acestuia.

Molisolurile, clasă din care fac parte cernoziomurile, solurile cenușii, determină o arătură de calitate, deoarece au o textură mijlocie, o structură bună, alături de o permeabilitate pentru apă și o capacitate de reținere ridicate. Aceste soluri au un interval optim de arat mult mai larg comparativ cu alte clase texturale, iar calitățile lor tehnologice bune reduc efectele negative care se manifestă atunci când sunt lucrate în afara intervalului optim de umiditate.

Argiluvisolurile, clasă din care fac parte solurile brun roșcate, brune luvice, brune argiloiluviale, datorită conținutului mai ridicat în argilă, redus în humus și calciu, cu valori reduse ale stabilității hidrice, determină o calitate mai slabă a arăturii. Intervalul optim de umiditate al acestor soluri este mai restrâns și formează frecvent hardpan.

Pe solurile halomorfe, de tip solonceac, soloneț, adâncimea arăturii, răsturnarea brazdei și epoca de executare sunt limitate datorită conținutului ridicat de săruri și de argilă. La umiditate scăzută, aceste soluri sunt foarte compacte, arătura rezultând cu bulgări de dimensiuni mari, iar când sunt în stare umedă se formează *curele*, brazde care se răstoarnă dar nu se mărunțesc, operație care necesită ulterior treceri repetate cu grape, cultivate, tăvălugi sau agregate complexe (1b).

c. Însușirile fizico-mecanice ale solului. Calitatea arăturii este influențată și de proprietățile fizico-mecanice ale solului - coeziunea, adeziunea, plasticitatea ș.a. – ale căror valori depind de umiditatea solului, compoziția mecanică, structură, natura cationilor adsorbiți etc.

La solurile argiloase, conținutul în apă influențează foarte mult asupra valorilor coeziunii, adeziunii și plasticității. Aceste soluri se lucrează în condiții optime când umiditatea reprezintă 20-22% din greutatea solului absolut uscat, sau 40-60% din valoarea capacității pentru apă capilară. Dacă solul se lucrează la o umiditate mai ridicată decât cea menționată, brazdele nu se mărunțesc, iar executarea arăturii la o umiditate prea scăzută, determină apariția bolovanilor, pentru a căror mărunțire este nevoie ulterior de un număr mare de treceri cu grape, tăvălugi etc.

În consecință, intervalul de timp în care aceste soluri au umiditatea optimă pentru a fi lucrate, este foarte scurt, iar executarea lucrărilor în afara intervalului de umiditate recomandat are ca rezultat formarea unui pat germinativ necorespunzător, care determină o răsărire cu goluri și evident o producție mai mică.

Solurile nisipoase, la care valorile coeziunii, adeziunii și plasticității sunt reduse, deci mai puțin influențate de umiditate, se lucrează bine în condiții foarte variate. Aceste soluri se pot ara bine la un conținut de umiditate de 12-30% din greutatea solului absolut uscat sau 20-85% din capacitatea pentru apă capilară. Se poate afirma că solurile nisipoase se lucrează bine atât în stare umedă cât și în stare uscată.

d. Gradul de structurare a solului. Cu cât un sol este mai bine structurat, cu atât intervalul de umiditate la care se poate lucra în condiții bune, este mai mare, iar coeziunea, adeziunea și plasticitatea au valori medii, având drept consecință, o rezistență mică la efectuarea arăturii.

e. Starea culturală a solului. Solurile care au o stare culturală bună, care au fost lucrate rațional și fertilizate în anii anteriori, în special cu îngrășăminte organice, se lucrează mai ușor și mai bine, în comparație cu cele aflate într-o stare culturală necorespunzătoare. Miriștea înaltă, buruienile mari și numeroase, prezența resturilor vegetale în cantitate mare la suprafața solului, determină o arătură de calitate necorespunzătoare. Din acest motiv, înainte de efectuarea arăturii, se recomandă o lucrare cu grapa cu discuri, una sau două treceri pe direcții perpendiculare sau oblice, pentru a fragmenta resturile organice și a facilita încorporarea lor completă în sol.

f. Prezența grapei în agregatul de arat contribuie la obținerea unei arături de calitate, realizează mărunțirea bulgărilor și nivelarea terenului. Pentru aceasta, în agregat cu plugul se utilizează grapele stelate sau grapele cu colți. Utilizarea grapelor dă rezultate foarte bune în cazul arăturilor de vară executate pentru înființarea culturilor de toamnă, deoarece mărunțirea ulterioară a bulgărilor rezultați necesită treceri repetate, care în același timp, contribuie la ridicarea costului lucrării.

În condiții de producție, mulți fermieri renunță la utilizarea grapelor stelate în agregat cu plugurile, pentru a realiza o productivitate mai ridicată a agregatelor de arat, mărunțirea și nivelarea arăturii făcându-se cu ajutorul cultivatoarelor sau agregatelor complexe, pe toată suprafața arată pe parcursul unei jumătăți de zi sau a unei zile întregi de lucru.

Pe terenurile situate pe pante sau pe cele cu textură nisipoasă, arăturile de toamnă nu se recomandă a fi executate în agregat cu grapele, pentru a le păstra denivelate și a favoriza prin prezența coamelor și a rigolelor, infiltrarea în sol a apei provenite din precipitații sau topirea zăpezii, reducând astfel riscul eroziunii hidrice.

g. Clima și mersul vremii. În zonele cu climat umed, în special în zona forestieră, unde levigarea solurilor este accentuată și acestea au aproape în permanență o umiditate ridicată, arăturile se execută mai greu și sunt de calitate mai slabă. În zonele secetoase, de stepă, sau în anii secetoși, la efectuarea arăturii cu întoarcerea brazdei rezultă bolovani iar arătura este de slabă calitate. Cel mai bine se ară solurile din zonele de silvostepă, deoarece se mențin o perioadă mai îndelungată de timp la o umiditate potrivită acestei lucrări.



Foto 4.3 – Arătură executată la o umiditatea prea ridicată - “curele”

h. Umiditatea solului, în funcție de categoriile texturale, are valori optime pentru executarea arăturii cuprinse între 8-26% la solurile cu textură nisipoasă, 12-22% la solurile cu textură mijlocie și de 18-22% la solurile cu textură fină. Limitele optime ale umidității solului, inclusiv intervalul optim de umiditate pentru efectuarea arăturii, se restrâng odată cu creșterea conținutului solului în argilă. Umiditatea influențează în special asupra gradului de întoarcere al brazdei și a mărunțirii solului.

Dacă umiditatea este redusă, în condiții de secetă, rezultă bulgări, bolovani, brazda nu se mărunțește, cresc valorile rezistenței la arat și consumul de energie. Pentru definitivarea patului germinativ în astfel de situații, va fi nevoie de un număr mare de lucrări ulterioare și de un consum mare de combustibil, dar costurile sunt întotdeauna mai mici în comparație cu executarea arăturii pe sol umed.

Dacă umiditatea este ridicată, resturile vegetale nu sunt încorporate în totalitate iar brazdele se întorc dar nu se mărunțesc și rămân sub forma unor fâșii, numite “*curele*” (foto 4.3). Prin uscarea acestora se pierd prin evaporare cantități mari de apă, solul se tasează și adesea se formează hardpan.

Hardpanul este un strat foarte tasat (figura 4.5), care se formează la partea inferioară a stratului arabil, având o grosime de 7-20 cm, foarte greu permeabil pentru aer, apă precum și pentru pătrunderea rădăcinilor plantelor.

Costurile arăturii executate în aceste condiții sunt mai ridicate datorită creșterii adeziunii solului, a rezistenței la tracțiune și a patinării, iar ulterior acestea cresc datorită numărului mare de treceri necesare pentru prelucrarea patului germinativ.

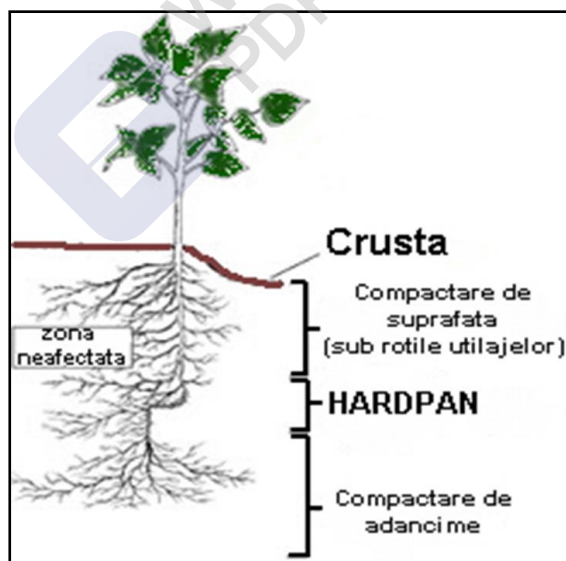


Figura 4.5 - Evidențierea hardpan-ului, a compactării de adâncime și a compactării de suprafață

i. Relieful. Cele mai bune condiții pentru efectuarea unor arături de calitate se întâlnesc pe terenurile plane. Cu cât panta terenului este mai mare, cu atât solul este mai neuniform din punct de vedere textural, iar realizarea unor arături de calitate este mai dificilă. Pe aceste terenuri este necesară efectuarea arăturii de-a lungul curbelor de nivel și folosirea plugurilor reversibile.

j. Adâncimea arăturii trebuie să fie corelată cu grosimea orizontului arabil, pentru a nu fi aduse la suprafață material nefertil, săruri sau pietriș.

Arăturile adânci sunt necesare pe terenurile îmburuinate, pe cele cu resturi vegetale bogate, în timp ce pe terenurile neinfestate, pentru culturi de cereale păioase sau alte plante fără înrădăcinare profundă, se pot executa arături superficiale.

Pe terenurile argiloase sunt recomandate arături adânci, deoarece acestea contribuie la aerisirea solului, dezvoltarea în profunzime a rădăcinilor plantelor și îmbunătățirea activității microorganismelor.

Adâncimea arăturii trebuie să difere de la un an la altul pentru a se preveni formarea hardpanului, care are o influență negativă asupra pătrunderii apei și rădăcinilor în sol.

k. Viteza de lucru influențează asupra calității arăturii și depinde de rândul ei de tipul de sol, panta terenului, umiditatea momentană a solului, gradul de acoperire cu resturi vegetale, construcția plugului ș.a. În mod obișnuit și având în vedere factorii menționați, viteza de lucru este cuprinsă între 4-5 și 8-9 km/oră, fiind mai mică pe solurile îmburuinate, cu numeroase resturi vegetale și mai mare pe solurile cu textură ușoară, stare culturală bună, cu o îmburuinare redusă și resturi vegetale puține, unde poate ajunge, în funcție de tipul plugului și puterea tractorului la 10-12 km/oră.

La o viteză de lucru ridicată, încorporarea resturilor vegetale este parțială și apar variații mari ale uniformității adâncimii de lucru.

Ca regulă generală, se recomandă ca prin încercări repetate să se determine viteza de lucru maximă la care se obțin indicii de calitate recomandați pentru lucrarea de arat.

l. Raportul între adâncimea și lățimea brazdei. O arătură de calitate se obține atunci când se respectă un anumit raport între adâncimea și lățimea brazdei. Dacă lățimea acesteia este prea mică în raport cu adâncimea, solul se întoarce necorespunzător, adică incomplet, iar dacă lățimea este prea mare solul nu se mărunțește suficient.

4.5.3 CLASIFICAREA ARĂTURILOR

Arăturile se clasifică după mai multe criterii și anume:

- *construcția plugului*: arături executate cu plugurile cu cormană, cu cormană și subsolier, cu antetrușiță, cu discuri, fără cormană;
- *adâncimea de executare*: superficiale, normale, adânci, foarte adânci și de desfundare;
- *epoca de executare*: arături de vară, toamnă, iarnă și primăvară;
- *sensul de răsturnare a brazdelor (metoda de executare)*: arătură cu întoarcerea brazdei spre dreapta (normală), cu întoarcerea brazdei succesiv spre dreapta și spre stânga (netedă) și arătură cu întoarcerea brazdei concomitent spre dreapta și spre stânga.

4.5.3.1 CLASIFICAREA ARĂTURILOR DUPĂ CONSTRUCȚIA PLUGULUI

În funcție de construcția plugului, arăturile se clasifică în arături executate cu plugul obișnuit cu cormană, arături cu plugul prevăzut cu cormană și subsolier, arături cu plugul cu antetrușiță, cu plugul cu discuri și cu plugul fără cormană (paraplow).

a. Efectuarea arăturii cu plugul obișnuit cu cormană, la care răsturnarea brazdelor se face într-o singură parte, spre dreapta, este arătura executată cu plugurile de destinație generală, care se practică pe suprafețe mari în cadrul sistemului convențional/clasic de lucrare a solului. În timpul aratului, cuțitul disc taie brazda în plan vertical și delimitează zona arată de cea nearată iar brăzdarul taie brazda în plan orizontal, la nivelul adâncimii de lucru. Pe măsura înaintării plugului, brazda se ridică pe suprafața curbată a cormanei, unde se fragmentează, se mărunțește, se amestecă și se întoarce, iar solul arat devine afânat. Elementele principale care condiționează calitatea arăturii executate cu plugul cu cormană sunt reglajele plugului, viteza de lucru, umiditatea solului și starea culturală a terenului.

Cormanele cilindrice dau rezultate bune pe solurile ușoare, cormanele intermediare (culturale) se recomandă pe solurile cu textură mijlocie iar cele combinate (cultural-semielicoidale) pe solurile grele și compactate.

Pe terenurile cu resturi vegetale bogate se recomandă utilizarea plugurilor cu cormană semielicoidală iar pe solurile înțelenite, cele mai bune rezultate se obțin prin folosirea plugurilor cu cormană elicoidală.

Calitatea arăturii executată cu plugul cu cormană se îmbunătățește prin montarea unei aripi suplimentare a cormanei, a unui prelungitor al aripii cormanei sau a unui prelungitor al pieptului cormanei; acestea sunt piese detașabile, care îmbunătățesc performanțele cormanei și în același timp pot fi schimbate ușor în caz de uzură, cu costuri mai reduse în comparație cu schimbarea în întregime a cormanei.

b. Efectuarea arăturii cu plugul cu cormană și subsolier (scormonitor). Subsolierul (scormonitorul) este un organ de lucru care are formă de daltă sau săgeată dublă și poate fi fixat pe un suport în spatele fiecărei trupițe.

Rolul subsolierului este de a afâna stratul subarabil pe o adâncime suplimentară de 10-15 cm, sub adâncimea de lucru a brăzdarului, fără ca acest strat să fie întors și adus la suprafață (figura 4.6).

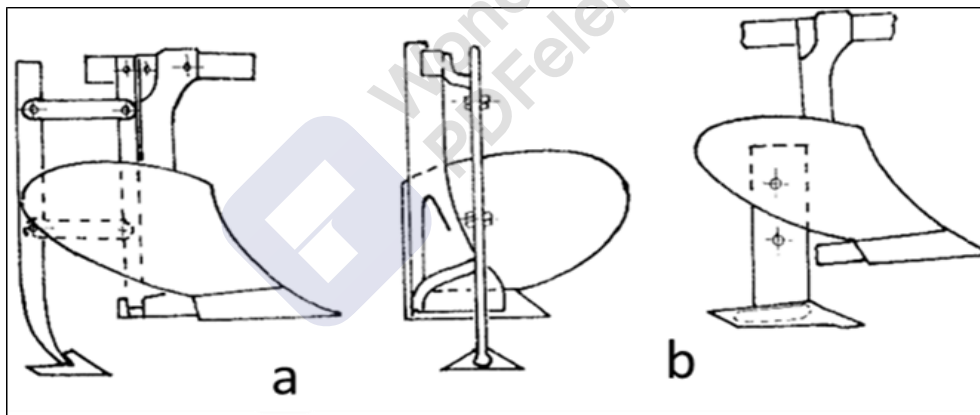


Figura 4.6 - Trupițe prevăzute cu subsolier (scormonitor)

a - fixați în spatele trupiței; b - fixați lateral.

Cormana execută întoarcerea și mărunțirea brazdei, iar subsolierul distruge hardpanul format la adâncimea de 25-35 cm, favorizând pătrunderea aerului, apei și a rădăcinilor în straturile mai profunde ale solului, îmbunătățind astfel proprietățile fizice, chimice și biologice ale acestuia (figura 4.7).

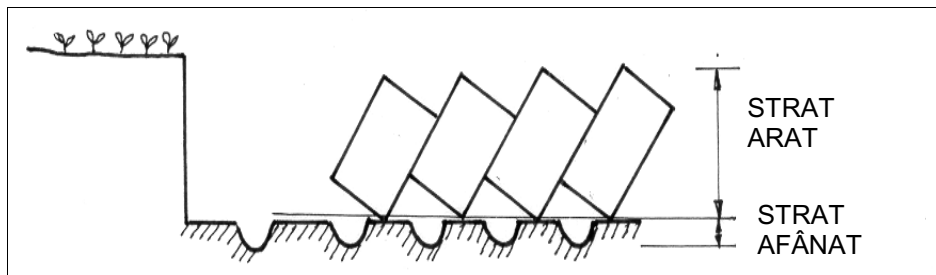


Figura 4.7 - Executarea arăturii cu plugul cu subsolier (scormonitor)

Acest tip de arătură se recomandă pe solurile grele, care au tendința de a forma hardpan, pe solurile acide, pe cele sărurate, cu strat arabil subțire, pentru a nu aduce la suprafață, în zona viitorului pat germinativ, sol nefertil sau săruri nocive din orizontul subarabil, sau pe terenuri în pantă supuse eroziunii, care au orizontul A subțire.

Arătura cu subsolier se recomandă să se execute odată la 2-4 ani, vara pentru culturile de toamnă și toamna pentru culturile de primăvară.

c. *Efectuarea arăturii cu plugul cu antetrupiță.* Antetrupița are aceeași formă ca și trupița, numai că are dimensiuni mai reduse; aceasta se fixează în fața trupiței și lucrează în mod obișnuit la 1/2 din adâncimea și 2/3 din lățimea de lucru ale acesteia.

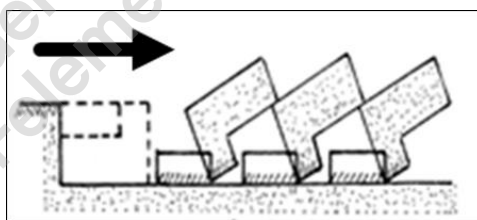


Figura 4.8 - Procesul de lucru al plugului cu antetrupiță

Are rolul de a îmbunătăți calitatea arăturii prin întoarcerea/răsturnarea stratului superficial, cu structură distrusă sau cu resturi vegetale, pe fundul brazdei, unde va fi acoperit de stratul de sol structurat, adus la suprafață de trupița principală, care lucrează la o adâncime de 25-30 sau 40 cm (figura 4.8).

Concomitent, sunt încorporate la o adâncime de unde nu mai pot să răsară, semințele de buruieni, precum și larve, ciuperci sau buruieni aflate în diferite faze de dezvoltare.

Plugul cu antetrupiță (foto 4.4) se recomandă a fi folosit în cazul luării în cultură a terenurilor înțelenite, la desființarea lucernierelor, pajiștilor naturale sau trifolienelor. Prin folosirea antetrupiței crește rezistența la arat și în consecință consumul de combustibil, compensate însă de calitatea mai

bună a arăturii. Acest tip de plug, trebuie exploatat cu atenție, pentru că în terenuri cu multe resturi vegetale, îmburuienate, se înfundă ușor.

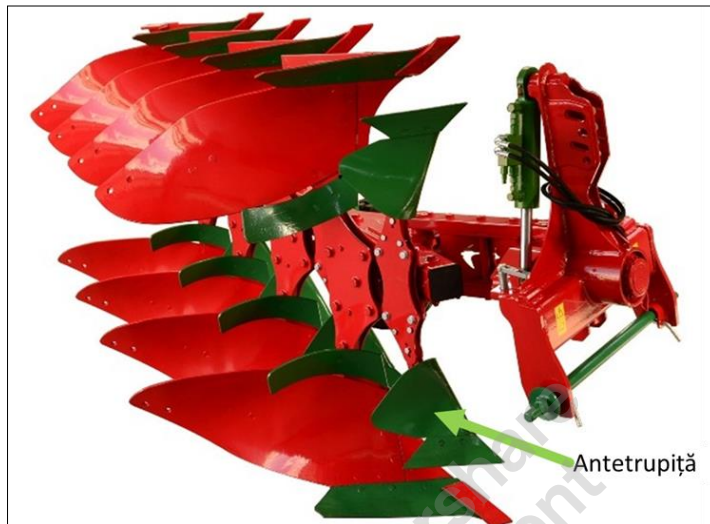


Foto 4.4 - Plugul reversibil cu antetrușiță

d. Efectuarea arăturii cu plugul cu discuri. Plugurile cu discuri au organele active sub forma unor discuri concave, cu diametrul de 650-850 mm, grosimea 6-7,5 mm, dispuse înclinat față de direcția de înaintare cu unghiuri de 40-45° (figura 4.9) și față de planul vertical cu unghiuri de 15-25° (figura 4.10).

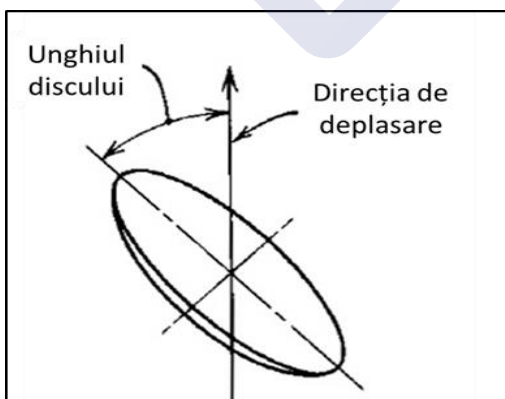


Figura 4.9 – Unghiul de înclinație față de direcția de înaintare

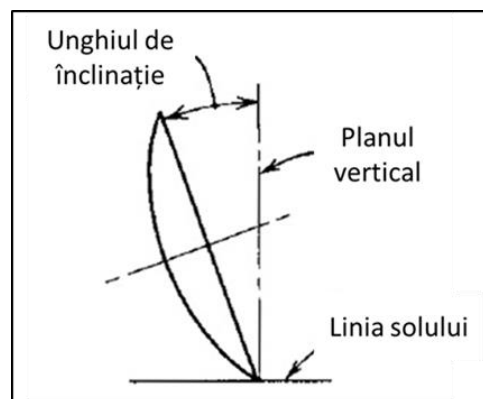


Figura 4.10 – Unghiul de înclinație față de planul vertical

Aceste pluguri au următoarele avantaje:

- pot fi utilizate fără nici un risc pe solurile cu pietre și rădăcini;
- au o uzură lentă a pieselor active datorită rotației discurilor;
- forța de tracțiune necesară este mai mică cu 15-20% față de plugurile cu cormană;
- încorporarea rapidă în sol a resturilor vegetale (paie, îngrășăminte verzi etc.);
- întreținerea este simplă, fiind mai economice în exploatare decât plugurile cu cormană.



Foto 4.5 – Plug cu discuri

Plugurile cu discuri (foto 4.5) au ca dezavantaje față de plugurile cu trupiță, tendința mai redusă de pătrundere în sol, motiv pentru care sunt necesare modele cu masă mare, ceea ce le afectează prețul, adâncimea de lucru este relativ limitată iar întoarcerea solului este incompletă, motiv pentru care acesta se îmburuienează mai puternic și lasă arătura mai bolovănoasă comparativ cu plugul de destinație generală.

e. Efectuarea arăturii cu plugul cu cormană lamelară

Pe solurile formate în zonele cu exces de apă, de tip lăcoviște, la umiditate ridicată cormanele clasice nu realizează o arătură de calitate. Pentru a elimina acest neajuns, se apelează la cormanelor lamelare, care s-au dovedit că lucrează foarte bine astfel de soluri. De asemenea, se pretează și pentru

solurile cu un conținut mare de materie organică sau argilă, fracțiuni aderente la piesele metalice ale utilajelor agricole de prelucrat solul.



Foto 4.6 – Plug reversibil cu cormane lamelare

Viteza de lucru a plugurilor cu astfel de cormane (foto 4.6) poate fi mărită până la 11-12 km/h.

Avantaje ale utilizării plugurilor cu cormane lamelare:

- consum de energetic redus în comparație cu plugurile clasice, de destinație generală;

- o mărunțire mai bună a solului și un procent redus de bulgări;

- realizează o arătură de o mai bună calitate pe solurile cu un conținut ridicat de argilă și la umidități mai ridicate;

- viteză de lucru superioară plugurilor cu cormane normale;

- forța de tracțiune necesară mai mică;

- uzură mai redusă ș.a.

Marea majoritate a firmelor producătoare de pluguri din lume oferă în prezent și variante cu cormane lamelare (foto 4.7), care lucrează în bune condiții pe toate tipurile de sol.



Foto 4.7 – Cormană lamelară

f. *Efectuarea arăturii cu plugul fără cormană (paraplow)*. Aceste pluguri au caracteristic faptul că trupițele au fost înlocuite cu organe active destinate să afâneze fără întoarcerea solului. Organele active pătrund în sol și prind deplasare, determină fragmentarea masei acestuia, afânarea, mărunțirea și distrugerea hardpanului (figura 4.11).

Arăturile fără întoarcerea brazdei, executate cu plugul paraplow, se recomandă a fi utilizate în următoarele situații:

- pe terenurile în pantă, unde afânează solul în profunzime dar păstrează resturile vegetale la suprafață, în vederea reducerii vitezei de scurgere a apei și a cantității care se scurge, determinând creșterea cantității de apă care se infiltrează sol și reducerea fenomenului de eroziune;

- pentru pregătirea patului germinativ în condiții de secetă, înlocuind arătura executată cu plugurile cu cormană și evitând formarea de bolovani, pentru a căror mărunțire sunt necesare ulterior numeroase treceri cu grapele, tăvălugi sau alte mașini agricole;

- pe terenurile sărăturate, evitând aducerea la suprafață a sărurilor nocive din straturile mai profunde;

- pe terenurile tasate, pe care s-a format hardpan, unde asigură fragmentarea acestuia, afânarea solului în profunzime și evită formarea de bolovani;

- pe terenurile nisipoase, unde afânează solul în profunzime, dar se menține miriștea și resturile vegetale la suprafață, cu rol în reducerea eroziunii eoliene.

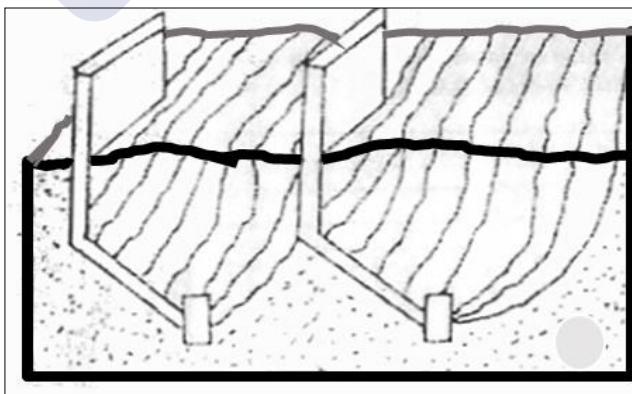


Figura 4.11 – Procesul de afânare a solului, fără întoarcerea brazdei, cu plugul paraplow

g. *Efectuarea arăturii cu plugul pentru arat în vii* - are ca destinație executarea lucrării de arat în plantațiile viticole. Aceste pluguri sunt echipate cu 1-2 trupițe care răstoarnă brazdele spre stânga, 1-2 trupițe care răstoarnă brazdele spre dreapta și o trupiță de tip rariță, amplasată central, care răstoarnă brazdele concomitent în ambele părți.

Lucrarea de arat toamna în plantațiile viticole are ca scop protejarea butucilor de viță de vie împotriva înghețului, de aceea arătura se execută în părți (cu răsturnarea brazdelor spre rândurile de viță). În zona centrală rămâne o rigolă, realizată de trupița de tip rariță, în care se colectează apa rezultată din precipitații pe timpul iernii (figura 4.12.a).

Lucrarea de arat în vii primăvara are ca scop deplasarea solului dinspre butucii de viță de vie, deci zona rândului, spre centrul intervalului dintre rânduri, cu scopul de a se acoperi rigola rezultată în toamnă și a se dezveli butucii de viță de vie (figura 4.12.b). În această situație se renunță la trupița de tip rariță, iar celelalte se montează pe cadru în așa fel încât să rezulte o arătură la cormană (23b).

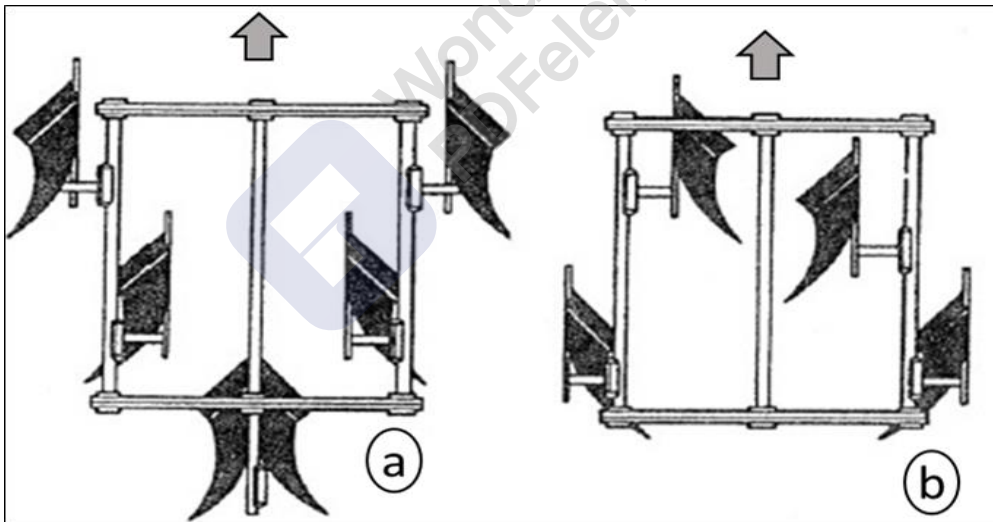


Figura 4.12 –Amplasarea trupițelor pe cadrul plugului pentru arat în vii
a – plugul pregătit pentru arătura de toamnă (în părți);
b - plugul pregătit pentru arătura de primăvară (la cormană) (23b)

4.5.3.2 CLASIFICAREA ARĂTURILOR DUPĂ ADÂNCIMEA DE EXECUTARE

Adâncimea arăturii are două componente, una agrotehnică și una energetică, iar aprecierea se face având în vedere ambele elemente (9).

Din punct de vedere agrotehnic, adâncimea arăturii trebuie să asigure formarea unui strat afânat, cu o bună permeabilitate pentru apă și aer, care să permită înmagazinarea apei, dezvoltarea normală a rădăcinilor, încorporarea semințelor de buruieni și a resturilor organice etc.

Adâncimea arăturii trebuie să difere în cadrul aceleiași parcele de la un an la altul, de la o parcelă la alta, în funcție de condițiile pedoclimatice, starea culturală a terenului și cerințele plantelor cultivate.

Pe fiecare parcelă, se recomandă modificarea adâncimii de executare a arăturii de la un an la altul, pentru a se evita formarea hardpanului, sub zona pe care se sprijină plazul plugului, ca urmare a executării arăturii an după an la aceeași adâncime.

Pe solurile podzolice, la care stratul de humus este subțire, arătura adâncă are consecințe nefavorabile, determinând încorporarea stratului fertil și aducerea la suprafață, în zona patului germinativ, a unui strat sărac în elemente nutritive, cu reacție acidă și cu structură distrusă.

Pe aceste soluri, arătura se execută până la nivelul stratului cu humus, iar orizontul inferior se afânează cu subsolierul, montat în spatele fiecărei trupițe. În acest strat afânat vor pătrunde aerul și rădăcinile plantelor și se va intensifica activitatea microbiologică, având ca efect creșterea fertilității.

Creșterea adâncimii arăturii se va face treptat, în cursul anilor următori, concomitent cu aplicarea de îngrășăminte organice și amendamente.

Pe solurile halomorfe, la care conținutul de săruri este mai mare la suprafață, se recomandă arăturile adânci, cu întoarcerea brazdei, pentru a încorpora în profunzime stratul de sol bogat în săruri.

Dacă stratul bogat în săruri se află în profunzime, se recomandă executarea de arături superficiale și afânarea stratului subarabil cu ajutorul subsolierilor fixați pe plug, pentru a nu aduce aceste săruri la suprafață.

Din punct de vedere energetic, stabilirea adâncimii optime de executare a arăturii este foarte importantă, întrucât creșterea adâncimii cu 1 cm, determină un consum suplimentar de combustibil, care în funcție de tipul de sol, oscilează în jurul valorii de 1 l/ha, la care se adaugă uzura

suplimentară a pieselor active ale plugurilor, a tractoarelor, scăderea productivității ș.a.

Este deci necesar, ca în funcție de condițiile pedoclimatice locale și cerințele plantelor de cultură, arătura să se execute la o adâncime care să corespundă cerințelor agrotehnice ale plantelor și cu un consum energetic minim.

În funcție de adâncimea de executare, arăturile se clasifică în: dezmiriștiri, superficiale, normale, adânci, foarte adânci și de desfundare.

Dezmiriștirea se execută la adâncimea de 10-12 cm, pe suprafețele acoperite cu miriște, rămase după recoltarea cerealelor păioase sau a altor culturi, în condiții de secetă, când datorită umidității reduse din sol nu se poate executa arătura de vară.

Între avantajele dezmiriștirii amintim faptul că afânează solul, favorizează pătrunderea și păstrarea în sol a apei provenite din precipitații, reduce pierderile de apă prin evaporare, prin întreruperea capilarelor la suprafața solului, distruge buruienile deja răsărite și stimulează germinația semințelor de buruieni din stratul superficial, facilitând distrugerea acestora prin arătura de vară sau de toamnă.

Epoca optimă de executare a dezmiriștirii este imediat după recoltarea plantei premergătoare, când solul are încă umiditate și se lucrează ușor.

Arăturile superficiale se execută la adâncimea de 15-18 cm având rolul de a distruge buruienile răsărite, de a favoriza infiltrarea apei provenite din precipitații, încorporarea în sol a resturilor vegetale și a îngrășămintelor împrăștiate în prealabil pe suprafața solului.

Arăturile superficiale se recomandă a fi executate:

- după recoltarea culturilor timpurii, vara, în condiții de secetă, când nu se pot executa arături adânci;
- în toamnele secetoase, în vederea semănatului cerealelor păioase de toamnă, după premergătoare târzii;
- primăvara devreme, când din anumite motive nu s-au putut executa arături de toamnă;
- la pregătirea terenului pentru culturile succesive;
- pe terenurile pe care culturile au fost compromise și este necesară pregătirea unui nou pat germinativ pentru o altă plantă;
- pe suprafețele care nu au fost dezmiriștite la timp și pe care nu se poate executa arătura de vară;

- în toamnele secetoase, pe terenuri grele, în vederea semănatului culturilor de toamnă;

- la întoarcerea lucernierelor, pajiștilor naturale sau cultivate, pentru a crea condiții de uscare pentru coletele leguminoaselor perene și rizomii unor ierburi;

- în cadrul sistemului de lucrări pentru combaterea pirului.

În toate situațiile, arătura superficială se execută în agregat cu grapa stelată sau cu grapa cu colți reglabili.

Arăturile normale, se efectuează la adâncimea de 18-20 cm, imediat după recoltarea plantei premergătoare. Se execută pe toate tipurile de sol, cu și fără resturi vegetale, dar întotdeauna în agregat cu grapa stelată sau cu colți.

Arăturile normale se recomandă a fi utilizate în următoarele situații:

- după premergătoare timpurii (mazăre, in, cereale păioase, cartofi timpurii, borceag ș.a), vara, pentru culturi care se vor semăna toamna sau în primăvara următoare;

- după premergătoare târzii, de toamnă (soia, porumb, sfeclă pentru zahăr, floarea-soarelui, cartof), pe suprafețe care urmează a fi semădate cu grâu, orz sau secară de toamnă;

- pentru culturi succesive.

Arăturile adânci se execută la o adâncime de 21-30 cm, în funcție de condițiile concrete din teren.

Adâncimea se recomandă a fi de 21-25 cm, în următoarele condiții:

- pe terenurile afânate, cu o stare culturală bună, cu puține resturi vegetale la suprafață;

- pentru culturile de primăvară (soia, fasole etc.).

Adâncimea va oscila între 26 și 30 cm în următoarele situații:

- pentru culturile de rădăcinoase, tuberculifere, lucernă, porumb etc.

- pe solurile cu textură argiloasă, compacte;

- pe terenurile îmburuinate, cu resturi organice la suprafață;

- arături de toamnă, pentru culturi care vor fi semădate primăvara;

- pentru combaterea unor buruieni care se înmulțesc puternic pe cale vegetativă, ca pirul (*Cynodon dactylon*), volbura (*Convolvulus arvensis*) etc.

- de asemenea, acest tip de arătură se recomandă pentru încorporarea în sol a gunoiului de grajd.



Se recomandă ca adâncimea arăturii adânci să alterneze de la un an la altul, evitându-se formarea hardpanului și consumurile mari de combustibil.

Efectul arăturii adânci durează 2-3 ani, interval după care se impune repetarea acesteia, concomitent cu aplicarea de materie organică, pentru a exista un echilibru între procesele de mineralizare și humificare din sol.

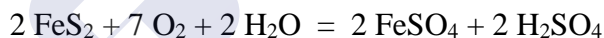
Arătura foarte adâncă se execută la 31-40 cm, pe terenurile pe care se dorește ameliorarea radicală a proprietăților fizice ale solurilor, în următoarele cazuri:

- periodic, la 3-5 ani, pe solurile argiloase, lăcoviști, care necesită o afânare profundă pentru îmbunătățirea regimului aero-hidric;

- pe soluri cu exces de umiditate, bogate în materie organică, având rolul de a îmbunătăți infiltrarea apei, aerisirea, favorizarea proceselor de descompunere a materiei organice și ameliorarea regimului apei, aerului și substanțelor nutritive;

- pe soluri nisipoase, unde dau sporuri de producție ridicate (22).

Nu se vor executa arături foarte adânci pe solurile bogate în materie organică și în special pe lăcoviști, unde prin încorporare adâncă, materia organică se descompune în condiții anaerobe, rezultând bisulfură de fier (marcasită). Adusă la suprafață, aceasta se oxidează, punând în libertate acid sulfuric și sulfat de fier, compuși foarte dăunători plantelor cultivate:



Din acest motiv, adâncirea stratului arabil pe astfel de soluri se va face treptat, cu maxim 4-5 cm la fiecare arătură sau prin utilizarea plugului echipat cu subsolier.

Arătura de desfundare se execută cu pluguri speciale, la adâncimea de 50-80 cm. Acest tip de arătură se execută în vederea ameliorării stării fizice a solurilor în vederea înființării pepinierelor și a plantațiilor pomiviticole, pentru ameliorarea crovurilor din zonele cu soluri brun-roșcate, brune de pădure sau a terenurilor greu permeabile și compacte.

Ca urmare a executării acestei arături, crește permeabilitatea solului pentru apă și aer, se intensifică activitatea biologică și procesele de oxidare a produșilor incomplet oxidați, nocivi pentru plante, iar semințele de buruieni sunt încorporate la o adâncime de unde nu mai pot germina.

Concomitent, se încorporează îngrășămintele organice și chimice, în doze mai mari decât cele obișnuite, iar pe solurile podzolice se pot aplica amendamente pentru corectarea reacției solului.

Prin arătura de desfundare orizontul superior este încorporat la adâncime mare și se aduce la suprafață sol din orizontul B, uneori chiar C. Aceste orizonturi pot să conțină substanțe insolubile, uneori chiar nocive pentru plante, motiv pentru care înainte de executarea lucrării solul trebuie cercetat amănunțit, evitând aducerea la suprafață a unui strat cu însușiri nefavorabile.

Epoca optimă de executare este în general vara, dar se poate lucra și toamna, fiind necesar ca până la plantare să existe un interval de minim 2-3 luni, timp în care are loc oxidarea substanțelor neasimilabile sau chiar toxice aduse din orizonturile profunde.

Lucrarea se execută cu pluguri speciale pentru desfundat, numite pluguri balansiere (PBD-60, PBD-80), în agregat cu tractoare de putere mare.

Efectul desfundării se menține un număr de 5-7 ani și asigură sporuri ridicate de producție datorită valorificării superioare a îngrășămintelor și amendamentelor, urmare a amestecării lor foarte bune cu solul.

4.5.3.3 CLASIFICAREA ARĂTURILOR DUPĂ EPOCA DE EXECUTARE

După epoca de executare, deosebim arături de vară, de toamnă, de primăvară și de iarnă.

Arătura de vară se execută la începutul sau în cursul verii, după recoltarea culturilor timpurii ca borceagurile, rapița, orzul, grâul de toamnă, mazărea, cartoful timpuriu ș.a. Această arătură se face pentru înființarea culturilor succesive, a culturilor de toamnă sau pentru cele care se vor semăna în primăvara anului următor.

Arăturile de vară au o serie de avantaje, printre care:

- înmagazinarea și păstrarea apei provenite din precipitații; în toamnă, terenurile arate din vară au cu 10-20% mai multă apă decât terenurile pe care nu s-a efectuat această arătură (15);

- favorizează creșterea conținutului în nitrați; toamna, înainte de semănat, terenurile care au fost arate din vară conțin o cantitate mai mare de nitrați, în comparație cu terenurile care s-au arat toamna;

- contribuie la distrugerea buruienilor și încorporarea semințelor acestora la o adâncime de unde nu mai pot răsări; sunt încorporate, de asemenea, miriștea și alte resturi vegetale, amendamentele și îngrășămintele;

- determină sporuri importante de producție, în special la culturile de toamnă.

Pentru ca arătura de vară să aducă avantajele anterior enumerate, trebuie ca aceasta să se execute în agregat cu grapa stelată, pentru mărunțirea bulgărilor, nivelarea și așezarea terenului.

De asemenea, trebuie executată imediat după recoltarea plantei premergătoare, sau în flux continuu, întrucât orice întârziere, în special în anii și zonele secetoase, determină pierderi mari de apă din sol iar arătura rezultată este de calitate necorespunzătoare.

Adâncimea de executare a arăturii de vară depinde de planta care urmează a fi cultivată, umiditatea solului, tipul de sol ș.a.

În mod obișnuit, pentru culturile păioase de toamnă se execută arături la adâncimea de 18-22 cm iar pentru culturile succesive se lucrează la adâncimea de 18–20 cm.

Pentru culturile de primăvară arăturile se execută la adâncimi cuprinse între 21-25 cm pentru soia, fasole și 25-30 cm pentru porumb, floarea-soarelui, cartof sau sfeclă pentru zahăr.

Arătura de toamnă se execută după premergătoare târzii (porumb, floarea-soarelui, cartof, sfeclă pentru zahăr, soia ș.a.), pentru culturi care se seamănă toamna sau primăvara.

Pentru culturile de toamnă, grâu de toamnă, orz, seară, arătura se execută imediat după recoltarea plantei premergătoare, la adâncimea de 18 - 22 cm, în agregat cu grapa stelată.

Pentru culturile de primăvară, adâncimea arăturii variază între 21 - 30 cm, în funcție de planta cultivată, gradul de îmburuienare, tipul de sol ș.a. așa cum a fost prezentat anterior.

Arătura executată toamna pentru culturile de primăvară are următoarele avantaje:

- infiltrarea și acumularea apei provenită din precipitațiile căzute în timpul sezonului rece;

- încorporarea în profunzime a semințelor de buruieni și a unor germeni precum și aducerea la suprafață a altora, care sunt distruși de gerurile din timpul iernii;

- sunt încorporate îngrășămintele chimice și organice, amendamentele și resturile vegetale;

- solul afânat prin arătura de toamnă se încălzește mai repede primăvara și poate fi pregătit în condiții bune pentru semănat.

Arătura de primăvară este contraindicată pentru condițiile din țara noastră, deoarece primăverile sunt scurte, secetoase și cu vânturi care determină pierderi mari de apă din rezerva acumulată în perioada rece.

De asemenea, volumul de lucrări care trebuie executat în această perioadă este mare, iar semănatul culturilor trebuie făcut repede și în epoca optimă. În plus, producțiile obținute pe suprafețele arate în primăvară sunt întotdeauna mai mici comparativ cu cele obținute pe terenurile arate din toamnă. Având în vedere că în România, în fiecare primăvară, se seamănă peste cinci milioane hectare, executarea tuturor lucrărilor în epoca optimă se poate face numai pe terenuri arate deja din vara sau toamna anului precedent.

Aceasta se execută pe suprafețele pe care nu s-a putut efectua arătura de toamnă sau în zonele umede, unde nu se pune problema pierderii apei din sol prin evaporare. Arătura se va executa cât mai timpuriu, la o adâncime de 16-20 cm, în agregat cu grapa stelată, pentru a reduce pierderile de apă din sol.

Pe solurile ușoare, arătura de primăvară poate fi înlocuită printr-o lucrare cu grapa cu discuri, care are o productivitate mai mare.

Arăturile de iarnă se execută în condiții extreme (foto 4.8), când datorită unor condiții climatice nefavorabile în toamnă, ca secetă excesivă, precipitații abundente și timpurii, zăpadă timpurie, sau datorită unor probleme organizatorice, nu s-au putut efectua sau încheia arăturile de toamnă.

Aceste arături se pot executa în ferestrele iernii, când solul nu este acoperit cu zăpadă și nici înghețat, sau este înghețat numai superficial, 4-5 cm la suprafață. Calitativ, aceste arături sunt inferioare celor de toamnă dar superioare celor efectuate primăvara.



Foto 4.8 – Arătura de iarnă

4.5.3.4 CLASIFICAREA ARĂTURILOR DUPĂ SENSUL DE RĂSTURNARE AL BRAZDEI ȘI MODUL DE DEPLASARE AL AGREGATELOR

Pentru ca arătura să fie de bună calitate, este necesară pregătirea lucrării, prin împărțirea terenului în parcele de formă regulată, a căror lățime trebuie să fie un multiplu cu soțul al lățimii de lucru a agregatului de arat. Aceasta permite reducerea numărului întoarcerilor în gol și previne apariția suplimentară a unor șanțuri sau coame, care îngreunează executarea tuturor lucrărilor ulterioare.

Lățimea optimă a parcelei, la care se realizează cel mai ridicat randament al agregatelor de arat, prin reducerea la minim a deplasărilor în gol la capete, se determină cu formula:

$$l = \sqrt{2 \cdot (L \cdot B + 8R^2)} \quad \text{unde:}$$

- l - lățimea parcelei; L = lungimea parcelei;
- B - lățimea de lucru a agregatului;
- R - raza minimă de întoarcere a agregatului.

În funcție de sensul de răsturnare al brazdelor și modul de deplasare al agregatelor, deosebim arătura în lături, arătura la cormană, arătura mixtă, arătura într-o singură parte (netedă) și în spinări (creste).

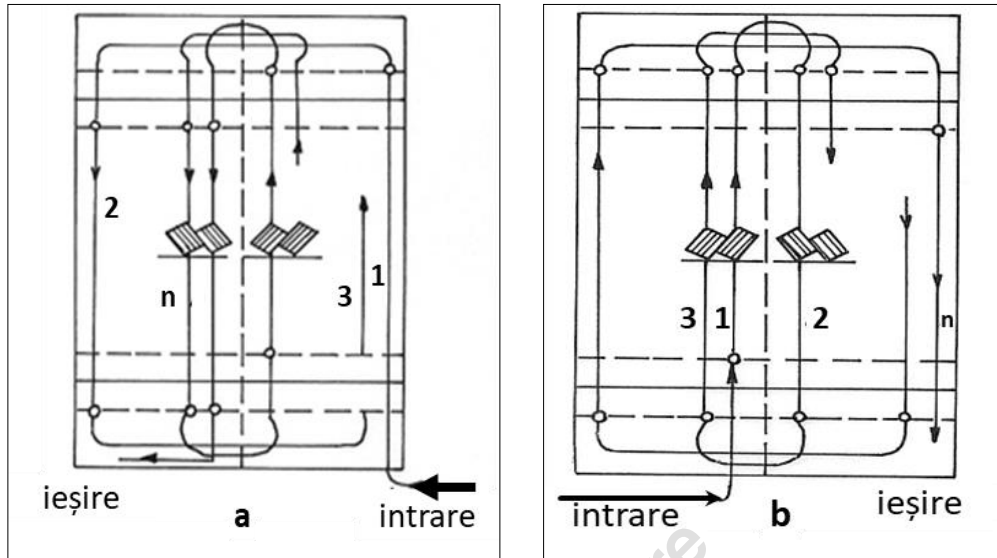


Figura 4.13 - Arătura în lături (a) și la cormană (b)

Arătura în lături (la margini sau în două părți). Agregatul intră în lucru pe partea dreaptă a parcelei, răsturnând brazda spre dreapta, pe teren nelucrat, formându-se astfel o coamă. La capătul parcelei, plugul este scos din brazdă, se deplasează în gol și începe a doua cursă, în sens invers, pe cealaltă margine a parcelei, aruncând brazda tot pe teren nelucrat și formând o a doua coamă.

A treia cursă va răsturna brazda peste cea de la prima trecere și se continuă astfel până se termină de arat întreaga parcelă. La sfârșit va rezulta câte o coamă la fiecare margine și o rigolă la mijloc (figura 4.13 a).

Arătura la cormană. Agregatul intră în lucru pe mijlocul parcelei, răsturnând prima brazdă peste linia mediană a acesteia, întoarce la capăt și intră din nou în lucru răsturnând a doua brazdă peste prima. În acest fel, pe mijlocul parcelei se formează o coamă sau o creastă. Se continuă lucrarea, răsturnând brazda a treia peste prima, a patra peste a doua și așa mai departe până se ajunge la marginile laterale ale parcelei, unde se vor forma două rigole datorate răsturnării brazdelor spre interiorul parcelei (figura 4.13 b). În final vor rezulta tot trei denivelări, o coamă pe mijlocul parcelei și două rigole pe margini.

Arătura mixtă (combinată) se execută cu scopul de a reduce numărul denivelărilor. Pentru aceasta, se va împărți sola în mai multe parcele egale ca lățime și se va alterna arătura în lături cu cea la cormană. În felul acesta prima

brazdă rezultată de la arătura în lături va acoperi rigola rămasă la marginea parcelei arate la cormană, iar terenul va fi mai puțin denivelat.

Arătura în spinări (creste) se recomandă în zone cu climat umed, pe soluri podzolice și terenuri înclinate, unde este necesară eliminarea excesului de apă. În acest scop, se împarte sola în parcele cu lățimea de 15-20 m și fiecare parcelă se ară mai mulți ani la rând la cormană sau la mijloc.

Ca urmare a repetării răsturnării brazdelor în aceeași direcție, cu formarea unei coame pe mijlocul parcelelor, acestea devin mai bombate la mijloc și apar rigole pe marginile longitudinale, spre care se va scurge și se va evacua apa în exces.

Arătura într-o singură parte (netedă) se execută cu plugul reversibil. Acesta răstoarnă brazda în aceeași parte atât la dus cât și la întors și ca urmare, suprafața arăturii va fi netedă, fără creste și coame (figura 4.14).

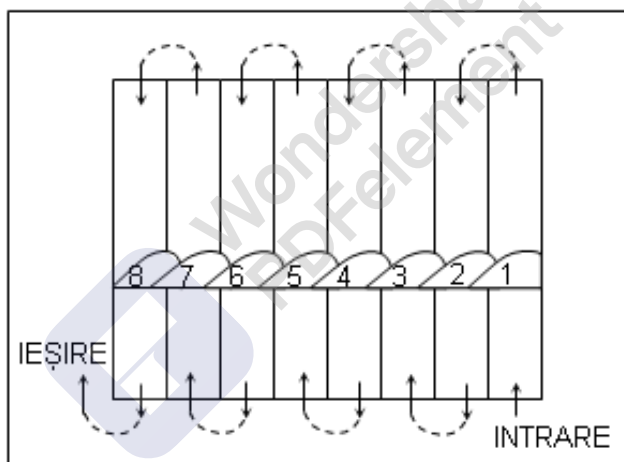


Figura 4.14 - Arătura într-o singură parte (netedă)

Lucrând astfel, agregatul nu va face curse în gol, iar în final va rezulta o singură rigolă, la marginea parcelei.

Această metodă de executare a arăturii este recomandată pe toate tipurile de sol și în toate zonele, în special pe terenuri în pantă supuse eroziunii, unde arătura se execută de-a lungul curbelor de nivel.

Calitatea arăturii executate cu plugurile reversibile este foarte bună, se evită apariția denivelărilor și se reduce numărul de treceri ulterioare, necesare pentru pregătirea patului germinativ.

4.5.4 PREGĂTIREA TERENULUI PENTRU ARAT

Pentru a realiza o arătură de bună calitate este necesară organizarea lucrării în ceea ce privește dimensiunea parcelei de lucru și alegerea metodei de arat.

Dimensiunile parcelei pentru arat se stabilesc în funcție de zonă, relief și limitele naturale. În zonele de câmpie, pe terenuri plane, lungimea medie a parcelei de lucru oscilează între 600 și 1200 m, dimensiuni care permit folosirea completă a puterii tractorului, reducerea la minim a întoarcerilor în gol și evitarea denivelării terenului.

În zonele colinare aceste dimensiuni se reduc în funcție de relief, pantă și limitele naturale. Ca regulă generală, pentru a evita apariția denivelărilor și creșterea numărului de întoarceri în gol, lățimea parcelei de lucru trebuie să fie un multiplu al lățimii de lucru a plugului.

Alegerea metodei de arat urmărește reducerea distanței parcurse pentru deplasări în gol și creșterea randamentului la arat, prin mărirea timpului efectiv de lucru.

Pregătirea terenului pentru arat presupune:

- eliberarea terenului de resturile vegetale ale culturii anterioare, respectiv de paie, coceni, tulpini, vreji etc.; dacă sunt foarte multe resturi vegetale sau terenul este foarte îmburuienat, se recomandă o lucrare de dezmiriștire pentru a le mărunți și a evita înfundarea plugului;

- se stabilesc dimensiunile parcelelor de lucru, lățime, lungime și se delimitează marginile acestora;

- se stabilește direcția de deplasare a agregatului, pe cât posibil perpendicular pe direcția arăturii anterioare, paralel cu latura lungă a parcelei, iar pe terenurile înclinate, perpendicular pe linia de cea mai mare pantă;

- pe terenurile din zonele colinare se marchează locurile periculoase, reprezentate de taluzuri, zone cu alunecări, izvoare de coastă etc. precum și locurile cu panta mai mare de 15° la tractoarele cu roți și 22° la cele cu șenile;

- se stabilește metoda de executare a arăturii: la cormană, în lături, mixtă sau netedă;

- pentru deplasarea agregatului în linie dreaptă, fie se jalonează primul parcurs, fie se utilizează un sistem GPS;

- se stabilesc și se marchează zonele de întoarcere ale agregatelor la capetele parcelelor, care trebuie să aibă dimensiuni proporționale cu mărimea tractorului (8-22 m). Acestea se materializează printr-o brazdă de separare iar zona de întoarcere se ară la sfârșitul lucrării, prin deplasări perpendiculare pe direcția arăturii.

4.5.5 APRECIEREA CALITĂȚII ARĂTURII

Controlul calității arăturii trebuie să constate deficiențele și să prevină apariția acestora. Din acest motiv, controlul calității arăturii trebuie făcut la începutul, în timpul executării și după terminarea lucrării. Controlul efectuat la începutul lucrării ajută la stabilirea indicilor de calitate ai lucrării, cel executat pe parcurs dă posibilitatea corectării și evitării eventualelor greșeli, iar prin controlul de la sfârșitul lucrării se face recepția acesteia.

Pentru o arătură de calitate este important ca plugurile să fie într-o stare tehnică corespunzătoare, să fie corect atașate și reglate, operații care se fac înainte de începerea lucrului.

Indicii calitativi de apreciere a calității arăturii sunt epoca de executare, adâncimea și uniformitatea acesteia, lățimea brazdei, gradul de afânare și de mărunțire, uniformitatea suprafeței arăturii (vălurirea), gradul de încorporare a resturilor vegetale și îngrășămintelor, existența greșurilor.

Epoca de executare a arăturii se apreciază prin compararea epocii reale de executare cu epoca stabilită prin normele agrotehnice, care recomandă ca arătura să se execute când solul are umiditate optimă.

Intervalul optim de umiditate pentru executarea arăturii este cuprins, de regulă, între 50 și 70% din intervalul umidității active (IUA). Valorile umidității solului pot oscila între 2% și 4% apă, față de solul absolut uscat, pe solurile cu textură nisipoasă (care au <15% argilă) și 16-22% pe solurile cu peste 40% argilă (textură argiloasă).

Ca regulă generală, terenul trebuie arat imediat după recoltarea plantei premergătoare.

Dacă se lucrează în afara intervalului optim de umiditate, calitatea arăturii se înrăutățește, rezultă curele sau bolovani, crește consumul de combustibil, numărul de treceri pentru pregătirea patului germinativ, uzura organelor de lucru, a transmisiilor și a anvelopelor.

Adâncimea medie (a_m) a arăturii se determină cu relația:

$$a_m = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} a_i}{n} \quad (\text{cm}) \quad \text{în care:}$$

a_i - valorile adâncimilor de lucru măsurate;

n - numărul măsurătorilor efectuate - minim 20 pe distanța de 100 m parcursă de agregatul de arat.

Abaterea standard (s_a) față de adâncimea medie a arăturii, se determină cu relația:

$$s_a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (a_i - a_m)^2}{n-1}} \quad (\text{cm}) \quad , \quad \text{în care:}$$

a_i - valorile adâncimilor de lucru măsurate;

a_m - adâncimea medie a arăturii;

n - numărul măsurătorilor efectuate

- minim 20 pe distanța de 100 m parcursă de agregatul de arat.

Coefficientul de variație al adâncimii arăturii (C_a):

$$C_a = \pm \frac{s_a}{a_m} \quad , \quad \text{unde :}$$

s_a - abaterea standard față de adâncimea medie a arăturii;

a_m - adâncimea medie a arăturii.

Când abaterile individuale ale măsurătorilor sunt mai mici de 3 cm față de media adâncimii arăturii, aceasta este considerată de calitate bună.

Adâncimea arăturii se determină în timpul executării arăturii la peretele vertical al brazdei, cu brazdometrul (figura 4.15), ruleta sau cu o riglă, iar după efectuarea acesteia, cu un baston metalic gradat.

Când măsurarea se face după executarea arăturii, pentru a stabili adâncimea reală de executare, din valoarea determinată se scad 15-25 procente, în funcție de precipitațiile căzute.

Lățimea medie a brazdei (B_m), se determină cu relația:

$$B_m = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} B_i}{n} \quad (\text{cm}) \quad \text{în care:}$$

B_i - valorile lățimilor de lucru măsurate;

n - numărul măsurătorilor efectuate - minim 10 pe distanța de 100 m.

Lățimea de lucru a agregatului se determină prin diferența calculată față de o linie de reper, trasată pe terenul nearat, la distanța de minim 3 m față de peretele vertical al ultimei brazde, între acest perete și peretele creat prin trecerea următoare a plugului.



Figura 4.15 - Determinarea adâncimii arăturii cu brazdometrul

Abaterea standard față de lățimea medie de lucru (s_b) se determină cu relația:

$$s_b = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (B_i - B_m)^2}{n-1}} \quad (\text{cm}) \quad \text{unde :}$$

B_m - lățimea medie a brazdei;

B_i - valorile lățimilor de lucru măsurate;

n - numărul măsurărilor - minim 10 pe distanța de 100 m.

Coefficientul de variație al lățimii arăturii (C_b), este egal cu:

$$C_b = \pm \frac{s_b}{B_m} \quad \text{unde :}$$

s_b - abaterea standard față de lățimea medie de lucru;

B_m - lățimea medie a brazdei (cm).

Acolo unde lăţimea de lucru nu este constantă, fâşiiile de lucru se îngustează la capete, iar încheierea arăturii se face cu numeroase întoarceri, denivelări şi deplasări în gol.

Gradul de afânare se exprimă prin coeficientul de afânare, care se calculează făcând raportul între adâncimea medie a stratului de sol afânat prin arătură şi adâncimea reală la care s-a făcut arătura. Dacă valoarea acestui coeficient este mare şi se apropie epoca optimă de semănat, arătura va fi tăvălugită.

Gradul de mărunţire a solului arat (G_m), se determină cu relaţia:

$$G_m = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} Ms_a}{n Ms_t} * 100 \quad (\%) \quad \text{în care:}$$

Ms_a - masa agregatelor cu diametrul < 5 cm;

Ms_t - masa totală afânată a solului;

n - numărul măsurătorilor efectuate.

Gradul de mărunţire se determină cu o ramă metrică prevăzută cu o plasă de sârmă cu ochiuri cu latura de 5 cm. În cadrul ramei se cântăresc toţi bulgării cu $\varnothing > 5$ cm, precum şi restul solului afânat, pe adâncimea de efectuare a arăturii, în cel puţin 10 repetiţii la 1 ha, dispuse pe diagonala parcelei. O arătură de calitate trebuie să aibă un grad de mărunţire, reprezentat de agregatele de sol cu diametrul sub 5 cm, de minim 75%.

Dacă gradul de mărunţire al solului este prea redus, se micşorează viteza de lucru iar dacă este prea ridicat se măreşte această viteză până la limita maximă posibilă.

Uniformitatea suprafeţei arăturii (vălurirea), se determină cu profilometrul, care se aşază perpendicular pe direcţia de executare a arăturii, notându-se poziţia fiecărei riglete. Datele obţinute se înscriu într-un grafic, iar raportul între suma lungimii segmentelor rezultate din reprezentarea grafică a profilului arăturii şi proiecţia orizontală a acesteia, poartă numele de *coeficient de vălurire* (K). Cu cât valoarea acestui coeficient este mai apropiată de 1, cu atât uniformitatea arăturii este mai ridicată şi suprafaţa acesteia mai netedă.

Vălurirea este recomandată pe terenurile înclinate şi la arăturile de toamnă, pentru reţinerea apei care se scurge şi a zăpezii, dar nu se recomandă

în regiunile secetoase și la arăturile de vară, deoarece contribuie la pierderea unor cantități mari de apă din sol prin evaporare.

Gradul de încorporare a resturilor vegetale și a îngrășămintelor (G_{irv}), se determină cu relația:

$$G_{irv} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} M_{va}}{n M_{vt}} \times 100(\%) \quad \text{unde:}$$

M_{va} - masa resturilor vegetale acoperite cu sol la m^2 (kg)

M_{vt} - masa totală de resturi vegetale la m^2 (kg);

n - numărul măsurărilor efectuate (minim 3).

Probele se iau de pe suprafața de $1 m^2$, folosind rama metrică, din minim trei puncte dispuse pe diagonala parcelei, înainte de executarea arăturii și după executarea acesteia.

Masa vegetală acoperită cu sol (M_{va}), reprezintă diferența între masa vegetală totală, măsurată înainte de arat și masa vegetală măsurată după arat, exact pe aceeași suprafață.

Existența greșurilor, se apreciază prin măsurarea suprafeței pe care o ocupă. Sunt considerate greșuri atât suprafețele care au rămas complet nearate, cât și acelea unde arătura a fost efectuată la o adâncime mai mică sau brazda nu a fost bine întoarsă. Se însumează suprafața tuturor greșurilor măsurate și se raportează procentual la întreaga suprafață arată, valoarea obținută reprezentând procentul de greșuri.

Parcelele cu capetele nearate, cu șanțuri sau creste, nu se recepționează până când toate aceste deficiențe nu au fost înlăturate.

Indicii de calitate se apreciază cu note de la 1 la 5, nota 5 acordându-se pentru o calitate foarte bună, în funcție de nivelul calitativ realizat. Se cuantifică, prin coeficienți de potențare, valoarea fiecărui indice de calitate în realizarea arăturii.

Prin înmulțirea coeficientului cu nota acordată fiecărui indice de calitate se obține un număr de puncte, prin însumarea cărora se stabilește punctajul lucrării respective. Arătura se consideră de calitate foarte bună sau bună când se realizează 80-100 puncte, satisfăcătoare la 60-80 puncte și nesatisfăcătoare sub 60 de puncte (23).

Pe aceeași parcelă se recomandă verificarea de 2-3 ori pe zi a calității lucrării, insistându-se asupra adâncimii și aspectului vizual al arăturii.

4.6 ARĂTURA DE DESFUNDARE

Desfundarea este o arătură executată cu întoarcerea brazdei, la adâncimi mari, de 50-80 cm, utilizând pluguri speciale, cu trupa foarte rezistentă.

Se deosebește de arătura obișnuită prin:

- adâncimea foarte mare la care se execută;
- influența foarte energetică pe care o are asupra solului;
- scopul pentru care se realizează;
- intervalul mare de timp între două lucrări consecutive (5-20 ani).

Lucrarea de desfundare se deosebește și de afânarea adâncă, prin faptul că la afânarea adâncă mobilizarea solului se realizează fără întoarcerea brazdei.

Obiectivele arăturii de desfundare sunt multiple:

- mobilizarea profundă a solului în vederea înființării pepinierelor și a plantațiilor viti-pomicole;
- ameliorarea solurilor cu exces de umiditate sau cu un grad ridicat de compactare;
- încorporarea îngrășămintelor organice sau amendamentelor;
- este asociată cu alte măsuri de ameliorare a fertilității solurilor.

Pentru realizarea desfundării se utilizează pluguri balansiere pentru desfundat, tip PBD - 60 (figura 4.16) (24) sau PBD - 80. Acestea sunt pluguri tractate, care lucrează în agregat cu tractoarele de 150 – 200 CP, pe terenuri cu panta până la 14 - 16°.

Efectele arăturii de desfundare sunt evidente în ceea ce privește afânarea în profunzime a solului, amestecarea și omogenizarea orizonturilor de sol, creșterea permeabilității pentru apă și a capacității de reținere a acesteia.

Buruienile aflate în vegetație sunt combătute în totalitate, iar prin încorporarea la mare adâncime (50-80 cm) a semințelor și a organelor vegetative de înmulțire ale acestora, se reduce foarte mult gradul de îmburuienare al suprafeței respective.

Desfundarea mărește eficiența amendamentelor și determină o valorificare superioară a îngrășămintelor, datorită amestecării lor cu o masă mare de sol, asigurând sporuri importante de producție.

Ca efect al acestei lucrări, crește foarte mult cantitatea de apă infiltrată în sol iar acumularea acesteia face ca primăvara aceste suprafețe să nu poată fi lucrate pentru semănatul culturilor din prima epocă.

Efectul desfundării se menține o perioadă de 5-7 ani.

Epoca optimă de executare a lucrării este vara însă aceasta poate fi executată și toamna dacă terenul va fi utilizat pentru plantații sau culturi de primăvară.

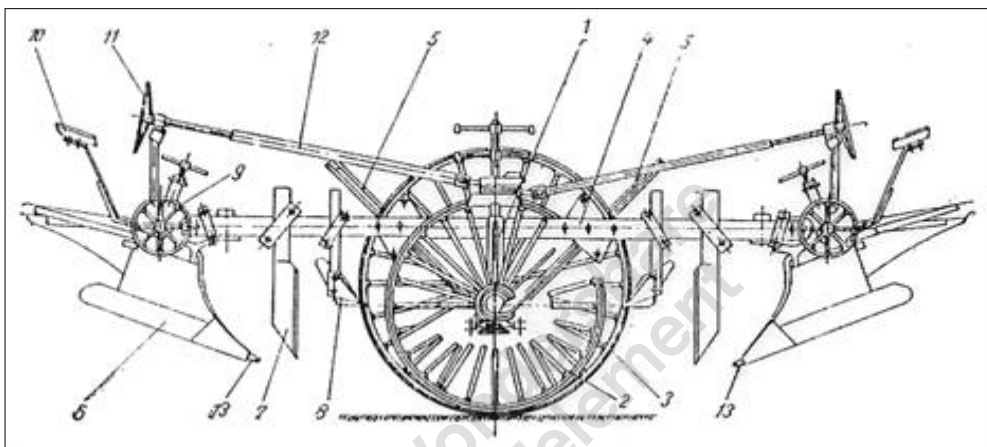


Figura 4.16 - Schema constructivă a plugului balansier pentru desfundat - PBD-60
(13)

- 1 - avantren; 2 - roată de câmp; 3 - roată de brazdă; 4 - cadru; 5 - brațe articulate;
6 - trupuță; 7 - cuțit lung; 8 - antetrușiță; 9 - roată limitatoare de adâncime;
10 - scaun; 11 - volan; 12 - ax de antrenare; 13 - vârf tip daltă reglabilă, reversibil.

Având în vedere că desfundarea presupune un consum foarte mare de energie, se recomandă executarea ei numai în intervalul corespunzător maturității fizice a solului.

Intervalul de timp, între desfundat și plantat trebuie să fie de câteva luni, perioadă în care substanțele neasimilabile, uneori toxice, aduse din orizonturile B sau A/C la suprafața solului, au timp să se oxideze. Orizonturile cu carbonat de calciu, chiar dacă nu sunt fertile, aduse la suprafață au un efect favorabil asupra structurii solului, porozității și a drenajului intern al acestuia (23a).

Adâncimea de executare se stabilește după o cercetare amănunțită a profilului de sol, în funcție de gradul de diferențiere al orizonturilor și a însușirilor solului pe profil, de tipul plantațiilor etc.

4.7 AFÂNAREA ADÂNCĂ (SCARIFICAREA)

Afânarea adâncă (scarificarea) este o lucrare executată fără întoarcerea, răsturnarea sau amestecarea orizonturilor de sol, cu ajutorul scarificatoarelor (subsolierelor) (figura 4.17) sau a mașinilor de afânare adâncă.

Solul este mărunțit în profunzime, fără a fi răsturnat și cu o minimă perturbare a suprafeței sale, pentru culturi de câmp și plantații horticole (24).

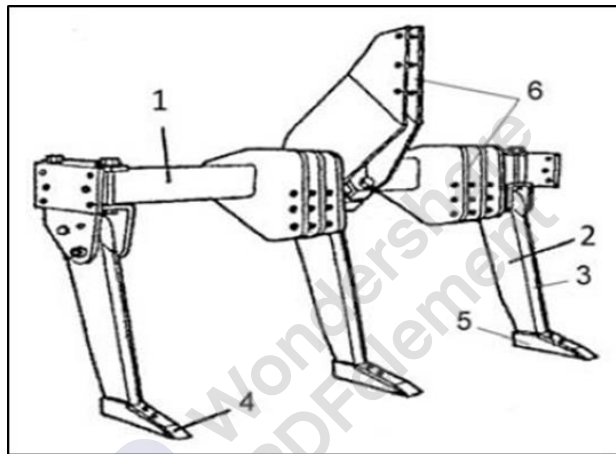


Figura 4.17 – Scarificator (23b)

1 - cadru; 2 – suport cuțit vertical; 3 – cuțit vertical; 4 – brăzdar;
5 – suport brăzdar; 6 – dispozitiv de cuplare la tractor.

Lucrarea are ca scop:

- ameliorarea stării fizice, chimice și biologice a solurilor prin afânarea stratului arabil și subarabil;
- distrugerea hardpanului și afânarea solurilor tasate sau a stratului impermeabil de argilă, favorizând creșterea vitezei de infiltrare a apei;
- mărirea spațiului lacunar total, pentru a facilita circulația aerului și a apei în orizonturile subiacente stratului arabil sau pentru a facilita executarea unor lucrări de drenaj;
- afânarea intervalului dintre rândurile de viță de vie;
- afânarea în profunzime pe terenurile în pantă pentru a favoriza infiltrarea apei în sol și reducerea eroziunii hidrice.

Lucrarea de afânare adâncă (scarificare) este recomandată și pe terenurile greu permeabile, podzolice și podzolite, grele și reci, pentru a facilita drenajul acestora (25). Concomitent cu această lucrare se pot efectua și lucrări de încorporare în sol a îngrășămintelor, deschiderea de rigole sau canale de irigație.

Solurile afânate adânc (scarificate), suferă modificări importante pe profil, încât ele se încadrează ulterior într-o clasă specială, cea a solurilor scarificate. Ca metodă de ameliorare a solurilor cu fertilitate scăzută, scarificarea este dificil de aplicat pe suprafețe mari datorită costurilor foarte ridicate.

4.7.1 CRITERII PENTRU STABILIREA SUPRAFETELOR CARE NECESITĂ AFÂNARE ADÂNCĂ (SCARIFICARE)

Stabilirea suprafețelor care necesită afânare adâncă (scarificare) are la bază criteriile de natură pedologică, climatică, geomorfologică, litologică și hidrologică (26, 27, 28) a căror nerespectare face ca aplicarea afânării adânci (scarificării) pe suprafețele respective să devină restrictivă.

Pedologic. Din punct de vedere pedologic au prioritate solurile afectate de exces de umiditate de natură pluvială, cum sunt cele podzolice, podzolite, argilo-iluviale, solonețuri, lăcoviști etc. În perioadele ploioase, apa bălțește sau se scurge la suprafață, deoarece acestea au o porozitate totală redusă și un grad ridicat de tasare, în special în orizonturile subarabile, ceea ce împiedică infiltrarea acestora în profunzime.

Au, de asemenea, prioritate, solurile cu un grad de compactare mai mare de 10% și o permeabilitate scăzută pentru apă și aer.

Climatic. Afânarea adâncă (scarificarea) este necesară pe solurile care au un bilanț hidric deficitar în perioada iulie - septembrie și excedentar în perioada octombrie - martie.

Geomorfologic. Din punct de vedere geomorfologic, terenul trebuie să aibă o pantă sub 15%, pentru a fi posibilă utilizarea mașinilor și agregatelor care execută afânarea adâncă a solurilor și de peste 2% pentru a permite scurgerile superficiale.

Litologic. Terenurile care vor fi afânate adânc (scarificate) trebuie să aibă un substrat care să nu favorizeze alunecările. Prezența în subarabil, a

unor straturi de argilă, care are proprietatea de a gonfla în prezența apei, poate determina apariția alunecărilor de teren.

Hidrogeologic. Condiția, care se impune din acest punct de vedere, este ca solurile să nu fie afectate de influențe freatice în perioadele cu exces de umiditate. Pentru aceasta este necesar ca adâncimea medie a apei freatice să fie peste 1,5 m.

4.7.2 ELEMENTELE TEHNICE ALE AFÂNĂRII ADÂNCI (SCARIFICĂRII)

La efectuarea afânării adânci (scarificării) se vor avea în vedere o serie de elemente specifice dintre care menționăm adâncimea de afânare, lățimea de lucru a unei piese active, distanța între organele active, direcția de executare și periodicitatea efectuării lucrării (figura 4.18).

Adâncimea de afânare (h). În funcție de poziția stratului impermeabil, grosimea acestuia, mașinile și utilajele folosite, deosebim:

- afânare de mică adâncime (până la 40 cm);
- afânare de adâncime mijlocie (între 40-80 cm);
- afânare de adâncime mare (peste 80 cm).

O cerință importantă este respectarea uniformității adâncimii de lucru, în special pe solurile afectate temporar de exces de umiditate și pe cele amenajate cu diferite sisteme de drenaj, pentru îmbunătățirea scurgerii apei în exces spre coloana de drenaj.

a. Lățimea de lucru a unei piese active (l) depinde de adâncimea de afânare, tipul utilajului și elementele sale constructive. Între aceste două elemente, adâncimea (*h*) și lățimea de lucru (*l*) (figura 4.18 a), există relația:

$$l = 2 \times h$$

b. Distanța dintre două organe active (d) trebuie astfel aleasă încât să asigure afânarea unei suprafețe cât mai mari, pe întreaga adâncime de lucru (figura 2.18 b). Între lățimea de lucru a unei piese active (*l*) și distanța între două organe active (*d*) există relația:

$$d = (0,5 - 0,7) \times l$$

Aceasta asigură o suprapunere între zonele afânate de două organe active alăturate și se evită apariția unor zone nelucrate. În mod obișnuit, distanța dintre organele active ale scarificatoarelor oscilează între 1 – 1,5 m.

c. *Direcția de executare* se recomandă să fie perpendiculară pe canalul de desecare, permițând astfel scurgerea mai bună a apei. Pe terenurile plane se recomandă ca afânarea să se execute pe două direcții perpendiculare, iar pe terenurile înclinate, paralel cu direcția generală a curbelor de nivel, pentru a reduce fenomenul de eroziune.

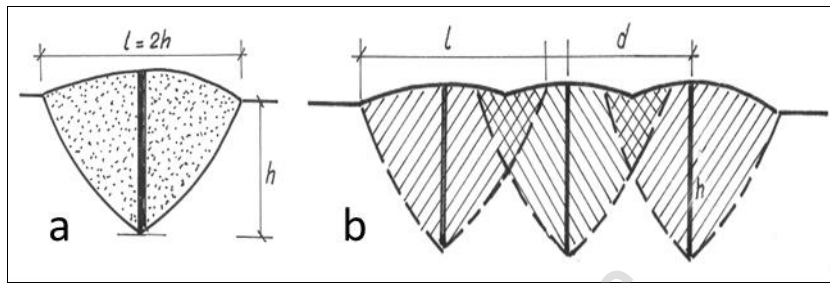


Figura 4.18 - Elementele tehnice ale afânării adânci (scarificării)
a - secțiune de sol afânat; b - distanța între organele active ale scarificatorului.

d. *Periodicitatea efectuării lucrării.* Rezultatele cercetărilor precum și experiența practică au evidențiat că lucrarea de afânare adâncă (scarificarea) trebuie repetată la interval de 3-5 până la 7 ani.

4.7.3 EFECTELE AFÂNĂRII ADÂNCI (SCARIFICĂRII)

Afânarea adâncă (scarificarea) este o lucrare a solului importantă, care determină efecte (modificări) fizice, chimice și biologice semnificative.

a. *Efectele fizice* constau în creșterea porozității totale (figura 4.19) pe adâncimea afânată cu 2,5-6,0%, fapt care influențează pozitiv permeabilitatea pentru apă a solului. O reducere a gradului de tasare de la 1,60 g/cm³ la 1,00 g/cm³, determină o creștere a vitezei de infiltrare a apei de 1000-1500 ori (tabelul 4.3). S-a stabilit că prin reducerea tasării cu 0,1 g/cm³, cantitatea de apă accesibilă plantelor crește cu 10% (29).

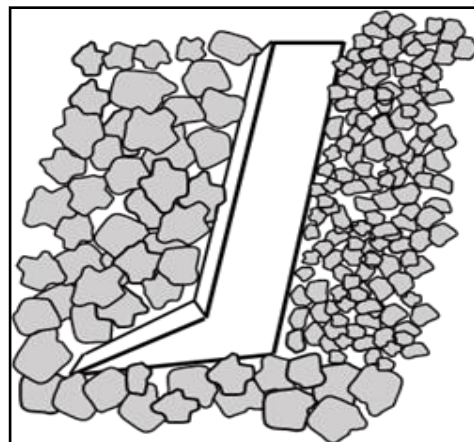


Figura 4.19 – Procesul de lucru executat de organele active de afânare fixe

Tabelul 4.3

Influența afânării adânci asupra vitezei de infiltrație a apei (cm/s)

Lucrarea solului	Adâncimea (cm)		
	0-20	20-40	40-60
Arat la 20-22 cm	0,00208	0,00025	0,00009
Arat la 20-22 cm + subsolaj la 35-40 cm	0,00225	0,00100	0,00004
Afânare adâncă la 50-55 cm + arătură la 20-22 cm	0,00232	0,00070	0,00031
Drenaj cârțiță la 60-65 cm, la distanța de 3 m + arătură la 20-22 cm	0,00220	0,00030	0,00015

Reducerea gradului de tasare prin afânare adâncă determină o micșorare a valorilor coeficientului de ofilire, o reducere a cantității de apă imobilizată și o creștere a cantității de apă care poate fi utilizată de către plante, creșterea difuziunii CO₂, reducerea conductivității calorice și, în special, o scurtare a perioadei cât solurile sunt reci.

Pe suprafețele înclinate, afânarea adâncă determină, ca urmare a îmbunătățirii infiltrării și reținerii apei, o reducere a cantității de apă scursă la suprafața solului, a coeficientului de scurgere și în consecință a debitelor specifice pe un anumit teritoriu (29). Pentru a realiza aceste deziderate este necesară o permeabilitate suficient de mare a stratului subiacent orizontului afânat, care să preia surplusul de apă acumulat.

b. Efectele chimice ale afânării adânci constau în sporirea conținutului de calciu datorită activării cationului prin surplusul de CO₂ format ca urmare a intensificării activității microbiene. Valorile pH cresc prin reducerea concentrației ionilor de hidrogen, iar formele greu solubile ale fosforului și potasiului sunt mobilizate.

c. Efectele biologice. Creșterea conținutului de aer al solului determină schimbarea raportului între microorganismele aerobe și cele anaerobe în favoarea primelor, iar ca urmare se intensifică procesele de mineralizare a materiei organice și de reducere a gleizării sau salinizării secundare.

Modificarea condițiilor fizico-chimice și biologice din sol, precum și crearea unui regim aerohidric favorabil, influențează pozitiv asupra dezvoltării plantelor și producțiilor obținute, care cresc, în medie, cu 10-18% la cartof, 20-25% la porumb și 20-25% la cerealele păioase.

4.7.4 EPOCA DE EXECUTARE

Eficacitatea afânării adânci (scarificării) depinde în mare măsură de epoca de executare și, în special, de umiditatea momentană a solului.

Epoca de executare. Din punct de vedere calendaristic, condițiile cele mai bune pentru executarea lucrării sunt în perioada iulie – septembrie, după recoltarea plantelor care ajung la maturitate în această perioadă.

Umiditatea solului, trebuie să fie cuprinsă între 60 și 90% din intervalul umidității active (IUA).

Dacă solul este prea umed, rezultă niște simple tăieturi în masa acestuia, care nu se afânează.

La o umiditate redusă, datorită rezistenței mari pe care solul o opune la pătrunderea și deplasarea organelor active, se realizează un consum ridicat de combustibil, afânarea este de calitate slabă, rezultând bolovani, chiar blocuri, care ulterior se mărunțesc foarte greu. Adâncimea de lucru nu se realizează sau este foarte neuniformă, iar utilajele se uzează sau chiar se distrug.

În condiții optime de umiditate, solul se fragmentează în planuri diferite, rezultând crăpături și fisuri neregulate, suprafața lui rămâne vălurită și afânată, ridicându-se pe axa organelor active cu minim 15 cm față de starea inițială.

Afânarea adâncă își atinge obiectivele dacă se respectă câteva reguli:

- lucrarea trebuie să fie de calitate, încât pregătirea patului germinativ pentru cultura următoare să se execute printr-un număr redus de lucrări, evitându-se tasarea solului;

- înainte de afânare se recomandă mărunțirea resturilor vegetale și împrăștierea lor pe câmp, precum și administrarea îngrășămintelor chimice sau organice, pentru ca o parte din acestea să pătrundă prin deschiderile produse de către piesele active și astfel să fie încorporate mai adânc (29).

- pregătirea patului germinativ trebuie să se facă numai prin lucrări superficiale, executate cu grape, cultivatoare ș.a., care se vor deplasa pe o direcție transversală sau diagonală față de direcția executării afânării adânci. Având în vedere tasarea solului în timp, datorită factorilor naturali și antropici, afânarea adâncă (scarificarea) trebuie repetată la anumite intervale de timp, care depind de tipul de sol, conținutul în argilă, gradul de compactare și de o serie de proprietăți fizico-chimice (tabelul 4.4) (29).

Tabelul 4.4

**Influența tipului de sol asupra intervalului de repetare
a afânării adânci**

Tipul de sol	Intervalul după care se repetă afânarea adâncă (ani)
Soluri luto-nisipoase și nisipoase	8 - 9
Soluri lutoase: - Soluri brun deschise de stepă - Cernoziomuri	6 - 7 5 - 6
Soluri argilo- lutoase: - Soluri brun roșcate - Soluri podzolice și argilo- iluviale - Soluri gleice	4 - 5 4 - 5 3 - 4
Soluri argiloase: - Lăcoviști - Vertisoluri	3 3

Lucrările de afânare adâncă nu sunt o soluție de durată, deoarece solurile se recompactează ușor și apare ca necesară repetarea acestora, iar în timp intensitatea compactării și recompactării crește.

Din acest motiv aceste lucrări trebuie completate cu măsuri de prevenire a compactării, care să includă asolamente de lungă durată cu plante amelioratoare, fertilizare organică și un sistem rațional de lucrare a solului.

Terenurile afânate adânc vor fi destinate în primul rând culturilor prășitoare, ca porumb, sfeclă pentru zahăr, cartof ș.a., care valorifică bine condițiile create și dau sporuri semnificative de producție. Începând cu anul următor, solul va fi folosit normal, pentru o gamă largă de culturi, iar volumul lucrărilor necesare pregătirii acestuia și cheltuielile de exploatare, se vor reduce cu 30-40%.

4.7.5 INDICI DE LUCRU CALITATIVI PENTRU AFÂNAREA ADÂNCĂ A SOLULUI (SCARIFICAREA)

La efectuarea lucrărilor pentru afânarea adâncă a solului, indicii de lucru calitativi sunt următorii:

- *adâncimea medie de afânare* (a_m), se calculează ca medie aritmetică a minim trei determinări pe diagonala parcelei;
- *abaterea standard* (s_a) trebuie să fie $\leq \pm 0,05$ din adâncimea medie;

- *abaterea accidentală maximă* (Δ_a) față de adâncimea medie de afânare a solului, reprezintă valoarea măsurată, maximă și minimă, a adâncimii de afânare și trebuie să fie $\leq \pm 0,20$ din a_m ;

- *coeficientul de variație a adâncimii de lucru* (C_a) trebuie să aibă valori $\leq \pm 0,05$;

- *gradul de afânare a solului*, în urma lucrării de afânare adâncă, trebuie să fie $>20\%$.

În cazul în care nu se realizează adâncimea de lucru, se verifică reglajul mașinii în plan vertical, măbind tendința de pătrundere în sol a organului activ.

Dacă gradul de afânare a solului este prea mic, înseamnă că acesta are umiditate prea mare și în acest caz se așteaptă până când solul se mai usucă și își reduce umiditatea pe adâncimea de afânare.

4.7.6 MAȘINI ȘI UTILAJE FOLOSITE PENTRU AFÂNAREA ADÂNCĂ A SOLULUI

Mașinile și utilajele folosite pentru afânarea adâncă a solului se clasifică în funcție de adâncimea de lucru, scopul lucrării și principiul de funcționare.

În funcție de adâncimea de lucru, deosebim mașini pentru:

- afânare de mică adâncime (până la 40 cm);
- afânare de adâncime mijlocie (între 40-80 cm);
- afânare de adâncime mare (peste 80 cm).

În funcție de scopul lucrării, deosebim:

- cultivate pentru afânare adâncă, utilizate pentru afânarea solurilor arate;
- scarificatoare, folosite pentru lucrări de afânare pregătitoare;
- subsoliere, utilizate pentru reînnoirea periodică a lucrării de desfundare;
- mașini pentru afânarea adâncă a solului, folosite pentru creșterea permeabilității pentru aer și apă a solului (24).

În funcție de principiul de funcționare, deosebim mașini pentru afânarea solului echipate cu organe active fixe (scarificatoare, cizele) și mașini prevăzute cu organe active antrenate de la priza de putere a tractorului (mașini de afânat solul).

4.8 LUCRAREA SOLULUI CU CIZELUL

Lucrarea cu cizelul (foto 4.9) este o lucrare de bază a solului, fără întoarcerea brazdei, prin care acesta este afânat la adâncimi cuprinse între 15 și 40 cm.

Organele de lucru sunt de tip gheară rigidă sau elastică și execută o afânare a solului prin fragmentarea masei acestuia, fără amestecarea, întoarcerea sau inversarea orizonturilor.

Prin utilizarea cizelului (foto 4.10), ca urmare a menținerii resturilor vegetale la suprafață și a prelucrării mecanice foarte reduse în stratul superficial, se constată:

- reducerea semnificativă a pierderilor de apă din sol;
- stimularea activității biologice din sol, în special a macrofaunei și a mezofaunei;
- reducerea costurilor de producție datorită consumului mai redus de combustibil la unitatea de suprafață;
- reducerea fenomenului de eroziune și a cantității de sol erodat.

Cizelul se recomandă a fi utilizat în următoarele situații:

- pe solurile tasate, compactate, pentru distrugerea hardpanului format în sau sub orizontul arabil;
- pe terenurile sărăturate, cu stratul de săruri la adâncimea de 20-30 cm, pentru a nu aduce aceste săruri la suprafață;



Foto 4.9 - Cizel cu organe de lucru rigide

- pe solurile cu strat fertil subțire, unde prin executarea arăturii cu întoarcerea brazdei poate fi adus la suprafață sol cu fertilitate scăzută;
- pentru afânarea solurilor afectate de eroziune eoliană, unde prin utilizarea cizelului, resturile vegetale sunt păstrate la suprafață;
- în toamnele secetoase, când arătura nu se poate executa în condiții de calitate, ca lucrare de bază, în vederea înființării culturilor de cereale păioase;
- ca alternativă la executarea arăturilor cu întoarcerea brazdei, înlocuind arătura total sau periodic, în cadrul sistemelor reduse de lucrare a solului.

Epoca optimă de executare a lucrării cu cizelul este atunci când solul este relativ uscat, pentru ca acesta să se fragmenteze, să apară fisuri și crăpături în masa acestuia. Solurile cu un conținut ridicat de argilă revin mai repede la starea inițială de compactare decât cele cu textură mijlocie sau ușoară.



Foto 4.10 – Lucrarea solului cu cizelul – USAMV Iași

4.9 LUCRAREA SOLULUI CU GRAPA

4.9.1 DESTINAȚIE. CLASIFICARE

Grapele sunt destinate pentru executarea lucrărilor superficiale ale solului, înainte de semănat sau în timpul vegetației.

Sunt utilizate, în general, pentru lucrarea secundară a solului prin care se realizează mărunțirea bulgărilor rezultați în urma lucrării de bază a solului, afânarea și nivelarea acestuia.

În timpul procesului de lucru, acestea realizează sfărâmarea bulgărilor, afânarea solului, nivelarea arăturii, distrugerea buruienilor sau spargerea crustei. Sunt, de asemenea, utilizate la întreținerea culturilor, pășunilor, fânețelor, la încorporarea îngrășămintelor, erbicidelor sau a semințelor semănat prin împrăștiere.

Grapele mobilizează în mod curent solul pe adâncimi cuprinse între 4 și 12 cm, putând ajunge și la 18 cm în cazul grapelor cu discuri grele.

Clasificarea grapelor se face după mai multe criterii:

- după forma organelor de lucru, deosebim: grape stelate, grape cu discuri (ușoare, mijlocii, grele), grape cu colți (reglabili, elastici, oscilanți, verticali / orizontali rotativi), cu vergele și grape elicoidale; în acest grup se includ și sapele rotative;

- după mișcarea organelor de lucru, grapele se clasifică în: grape rulante, la care organele de lucru, sub formă de stele, discuri sau elicoidale, acționează asupra solului printr-o mișcare de rotație și grape târâte, la care organele de lucru se deplasează în sol printr-o mișcare de translație (cu colți);

- după modul de cuplare la tractor, grapele pot fi: tractate, semipurtate sau purtate.

4.9.2 UTILIZAREA GRAPELOR

Grapele se utilizează în următoarele situații: concomitent cu executarea arăturii, în intervalul arat-semănat, pentru întreținerea culturilor și distrugerea crustei, regenerarea pajiștilor și lucernierelor vechi, sau pot înlocui, în anumite condiții, arătura.

a. Concomitent cu executarea arăturii, grapele se folosesc cu scopul de a distruge bulgării, a mărunți, nivela și tasa ușor solul până la o

adâncime de 4-5 cm. În această situație se folosește *grapa stelată*, care lucrează în agregat cu plugul.

Grapele stelate fac parte din categoria grapelor rotative, organele lor active fiind reprezentate de stelele cu colți, de lungime egală sau de lungime diferită (figura 4.20).

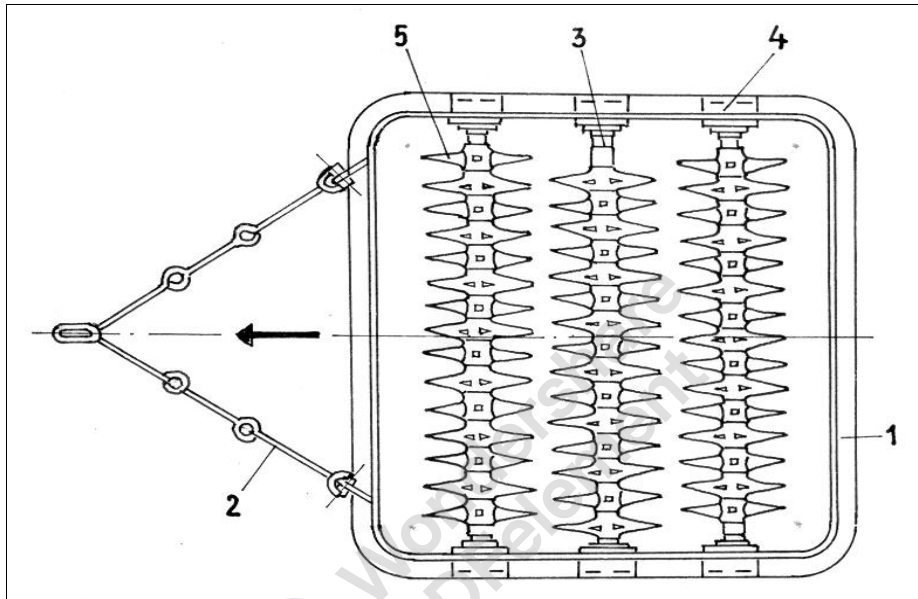


Figura 4.20 - Schema constructivă a unei grape stelate

1 - cadru; 2 - dispozitiv de tracțiune; 3 - axe transversale; 4 - lagăre;
5 - organe active în stea.

Datorită secțiunii pătrate a axelor, pe care sunt montate după o înfășurare elicoidală, cu două sau trei începuturi, organele active sub formă de stele cu colți, acestea se rotesc concomitent și distrug, mărunțesc și nivelează bulgării de sol rezultați în urma arăturii.

Se recomandă a fi utilizate la efectuarea arăturii de vară pentru semănatul culturilor de toamnă, concomitent cu executarea arăturii de toamnă pentru semănatul culturilor păioase de toamnă, pentru culturi succesive, odată cu arătura de primăvară etc. (31).

b. În intervalul arat - semănat, grapele se utilizează pentru menținerea arăturii curate de buruieni, pentru distrugerea bulgărilor, crustei și afânarea solului; în aceste situații se utilizează *grapele cu colți* și *grapele cu discuri*.

Grapele cu colți. Se folosesc pentru mărunțirea bulgărilor, afânarea superficială a solului, distrugerea crustei, distrugerea buruienilor și nivelarea terenului lucrat. În timpul lucrului, organele active, colții, pătrund în sol, mărunțind bulgării, afânând stratul superficial, distrugând crusta și buruienile în curs de răsărire.



Foto 4.11 – Grapa cu colți reglabili

Grapele cu colți (foto 4.11) trebuie să realizeze următoarele cerințe: un grad de afânare al solului de peste 20%; distrugerea crustei; un grad de mărunțire al solului de minim 75%; gradul de nivelare al acestuia să fie de peste 50%; să nu scoată semințele din pământ la grăparea semănăturilor înainte de răsărire; să nu pulverizeze solul.

Grapele cu colți fac parte din categoria utilajelor pentru prelucrarea solului cu organe de lucru târâte. Procesul de lucru presupune deplasarea utilajului, iar prin repartizarea masei acestuia pe fiecare colț aceștia pătrund în sol fragmentându-l și deplasându-l lateral. Prin acțiunea de comprimare, lovire și deplasare a bulgărilor de sol de către colții grapei, are loc fenomenul de mărunțire al stratului superficial în care aceștia lucrează (25).

Distrugerea crustei se face la apariția acesteia, după ploii sau în zonele secetoase, utilizând grapa cu colți reglabili, cu colții orientați spre înapoi (spate), care afânează solul pe o adâncime de 2-3 cm; lucrarea are ca efect întreruperea capilarelor și reducerea pierderilor de apă prin evaporare.

Ultima lucrare cu grapa cu colți se face în preziua semănatului sau plantatului, pentru definitivarea pregătirii patului germinativ.

După greutatea ce revine pe fiecare colț și care reprezintă raportul între greutatea totală a grapei și numărul colților, se deosebesc grape ușoare (0,6-1,2 kgf/colț), grape mijlocii (1,2-2,0 kgf/colț) și grape grele (2,0-5,0 kgf/colț).

Această clasificare delimitează, de fapt și domeniul de utilizare al grapelor cu colți, pentru soluri cu textură ușoară, mijlocie sau grea.

Adâncimea de pătrundere a colților în sol este cuprinsă între 4 - 8 cm și depinde de poziția acestora (unghiul și direcția de înclinare - spre înainte sau spre înapoi), greutatea care revine pe un colț și viteza de lucru.

Pentru nivelarea arăturilor afânate, unghiul de înclinare al colților va fi reglat la 5-27°, pentru afânarea arăturilor tasate, la 60°, 90° sau 110°, iar pentru grăpatul de primăvară al culturilor de toamnă, la 27°, 35° sau 45°.

Colții înclinați spre înainte pătrund mai adânc în sol și scot la suprafață rădăcinile rupte, dar sfărâmă mai puțin bulgării decât în poziție verticală.

Oricare ar fi gradul de înclinare al colților, grăpatul se face perpendicular sau oblic față de direcția executării arăturii sau a viitoarelor rânduri de plante, pentru o nivelare mai bună a terenului.

În același timp se realizează distrugerea unui număr mai mic de plante, față de situația când s-ar lucra pe direcția rândului, deoarece orice colț suprapus pe un rând poate distruge majoritatea plantelor de pe acesta.

Repartizarea colților pe cadrul grapei se face astfel încât fiecare colț să lucreze independent, pe urmă proprie, iar distanța între urmele lăsate de colți să fie egale între ele.

În momentul de față, grapele cu colți sunt folosite foarte rar la lucrări independente pentru lucrarea solului, ele fiind cel mai frecvent componente ale unor agregate complexe de pregătire a patului germinativ.

Grapele cu colți elastici. Aceste grape (foto 4.12) se utilizează pentru grăparea culturilor de plante prășitoare în prima parte a perioadei de vegetație, pentru distrugerea crustei și a buruienilor în curs de răsărire. Cele mai folosite tipuri constructive sunt grapele cu cadru flexibil (tip plasă) și grapele cu cadru rigid.

Grapele tip plasă (foto 4.13) au colți din oțel, cu secțiune circulară, fiecare colț fiind prevăzut la partea superioară cu un ochi în care se introduce prelungirea colțului alăturat, realizându-se astfel un cadru sub formă de plasă.



Foto 4.12 – Grapa cu colți elastici

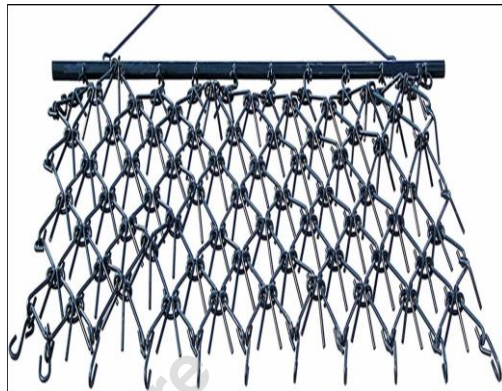


Foto 4.13 – Grapa tip plasă

Grapele cu colți fixați pe cadru rigid au organele active sub forma unor arcuri de torsiune, a căror poziție poate fi reglată în funcție de faza de dezvoltare a buruienilor.

În ultima perioadă au căpătat o largă răspândire *grapele cu colți elastici*, utilizate inclusiv la prașitul porumbului în primele faze de vegetație (25).

Grapele cu colți oscilanți. Un alt tip de grape cu colți sunt grapele cu colți oscilanți, folosite în special pentru pregătirea patului germinativ la cartof, sfeclă pentru zahăr, legume ș.a.

Organele active, montate pe două bare acționate de la priza de putere a tractorului din agregat sau prin intermediul unui motor hidraulic, execută o mișcare de oscilație în plan transversal față de direcția de înaintare și determină o mărunțire uniformă a solului pe toată lățimea de lucru, afânarea și nivelarea foarte bună a acestuia (figura 4.21).

Viteza de deplasare a agregatului influențează atât asupra adâncimii de pătrundere a colților în sol cât și asupra gradului de mărunțire.

La viteză redusă, adâncimea de lucru este mai mare, iar la viteză ridicată, se mărește gradul de mărunțire, în schimb se reduce adâncimea de lucru. Adâncimea de lucru a organelor de lucru trebuie să fie cât mai mică, pentru a evita afânarea profundă care intensifică pierderile de apă prin evaporare.

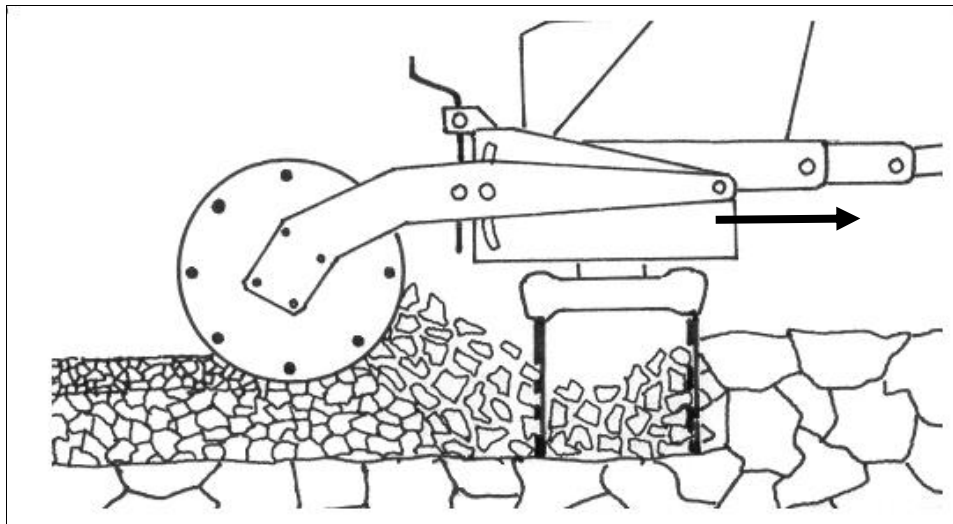


Figura 4.21 - Grapa cu colți oscilanți

Grapele cu colți verticali rotativi, sunt acționate de la priza de putere a tractorului sau hidraulic, iar organele lor active, sub forma unor perechi de colți cu așezare verticală, se rotesc și determină mărunțirea și afânarea foarte energetică a solului, distrug buruienile și resturile vegetale (figura 4.22).

Aceste grape sunt de obicei parte componentă a unor agregate complexe, care asigură pregătirea patului germinativ, pe teren arat în prealabil, printr-o singură trecere (32, 33).



Figura 4.22 - Organ de lucru al grapei cu colți verticali rotativi

Grapele cu discuri. Prin lucrarea solului cu grapa cu discuri se realizează:

- distrugerea bulgărilor, la dimensiunea convențională de 5 cm, în proporție de peste 95%;
- afânarea eficientă a solului, gradul de afânare rezultat trebuind să fie de minim 20%;
- o adâncime de lucru uniformă;
- nivelarea terenului, în proporție de minim 40%;
- distrugerea în totalitate a buruienilor;
- distrugerea resturilor vegetale rămase la suprafața solului;
- amestecarea bună a straturilor de sol.

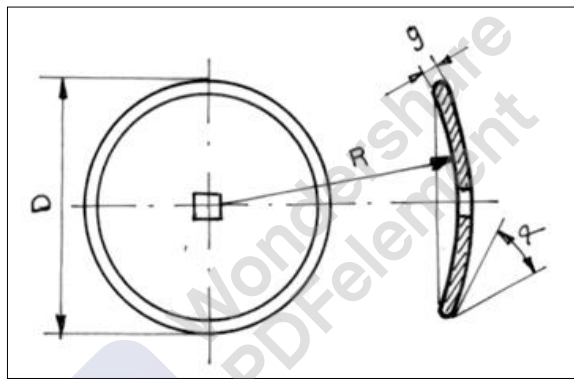


Figura 4.23 - Organul activ al grapei cu discuri

R - raza de curbură; D - diametrul discului.

Organele active (figura 4.23) au forma unor discuri, de obicei concave, cu marginea lisă (continuă) sau crenelată.

Prin deplasarea agregatului, sub acțiunea masei ce revine pe fiecare disc, acestea pătrund în sol la adâncimea "c"; prin rotirea axului cu secțiune pătrată pe care sunt fixate echidistant discurile, fiecare disc lucrează o porțiune de sol cu lățimea "l" și o secțiune "S". Solul tăiat de disc este urcat pe secțiunea lui interioară, mărunțit, întors și deplasat lateral.

Procesul de lucru al unui organ activ al grapei cu discuri este prezentat în figura 4.24.

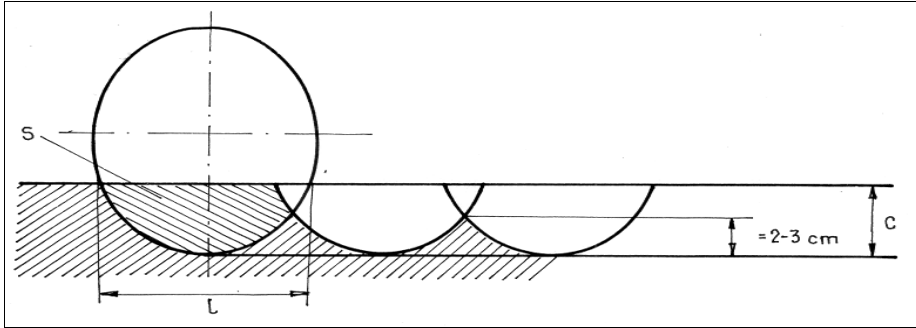


Figura 4.24 - Procesul de lucru al unui organ activ al grapei cu discuri

S - secțiunea brazdei; c - adâncimea de lucru; l - lățimea de lucru;
2 – 3 cm - denivelarea solului.

Adâncimea maximă de lucru a unui disc (C_{\max}) este influențată de diametrul discului, de diametrul flanșei discului și de spațiul de trecere a solului și a resturilor vegetale pe sub flanșa de distanțare, putând fi determinată cu formula:

$$C_{\max} = \frac{D - d}{2} - 3 \text{ (cm)} \quad \text{unde:}$$

D - diametrul discului;

d - diametrul flanșei de distanțare.

Deplasarea grapei se face "în suveică" pe parcelele cu o lungime mai mare de 500 m sau "în părți" pe parcele mai mici.

Prin creșterea vitezei de deplasare, se mărește gradul de mărunțire al solului și se reduc gradul de nivelare și adâncimea de lucru (34).

Folosirea repetată a grapelor cu discuri contribuie la distrugerea structurii solului și la pulverizarea acestuia, motiv pentru care utilizarea lor trebuie limitată.

Nu se recomandată utilizarea lor la pregătirea patului germinativ primăvara, deoarece determină pierderea unor cantități mari de apă prin evaporare și nici la culturile cu semințe mici unde, datorită adâncimii la care lucrează (12-15 cm), apar dificultăți în respectarea adâncimii de semănat.

Viteza de lucru a grapelor este cuprinsă între 4 și 12 km/h, în funcție de tipul grapei, adâncimea de lucru, umiditatea solului, tractorul cu care lucrează în agregat, scopul lucrării ș.a.

Grapele cu discuri lucrează cu viteze cuprinse între 7 și 8 km/h pe terenuri plane și 4-5 km/h pe terenuri în pantă, grapele cu colți se recomandă

să lucreze cu viteze de 7-8 km/h, sapa rotativă cu 10-13 km/h, iar grapa stelată în funcție de viteza de deplasare a agregatului de arat.

Grapele elicoidale (figura 4.25), cunoscute și sub denumirea de grape rulante sau grape cu vergele, se utilizează pentru mărunțirea, afânarea superficială și tasarea ușoară a solului. Grapele elicoidale rotative se folosesc, în general, în cadrul unor agregate complexe, pentru pregătirea superficială, finală, a patului germinativ.

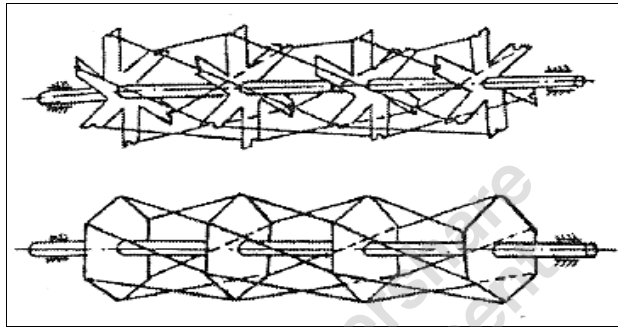


Figura 4.25 - Tipuri constructive de grape elicoidale (41)

Aceste grape lasă terenul afânat la suprafață și ușor tasat la adâncimea de semănat, permițând ridicarea apei prin spațiile capilare până în zona în care se găsesc semințele (figura 4.26).

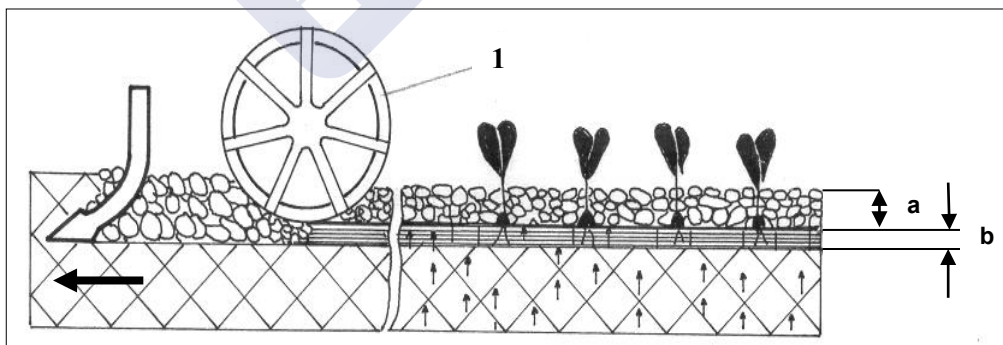


Figura 4.26 - Pregătirea patului germinativ prin utilizarea grapelor elicoidale
1 - organ activ; a - strat afânat; b - strat ușor tasat.

c. Executarea lucrărilor de îngrijire a culturilor reprezintă un alt domeniu de utilizare a grapelor.

Combaterea crustei. Dacă în cursul primăverii, în culturile de cereale păioase de toamnă sau în culturile de prășitoare, înainte sau după răsărit, s-a format "crustă", pentru distrugerea acesteia, aerisirea solului și distrugerea buruienilor în curs de răsărire, se va utiliza sapa rotativă (figura 4.27). Aceasta se poate folosi și pentru executarea lucrărilor de afânare superficială a solului și întreținere a culturilor de leguminoase anuale sau plante tehnice, în primele lor stadii de dezvoltare.

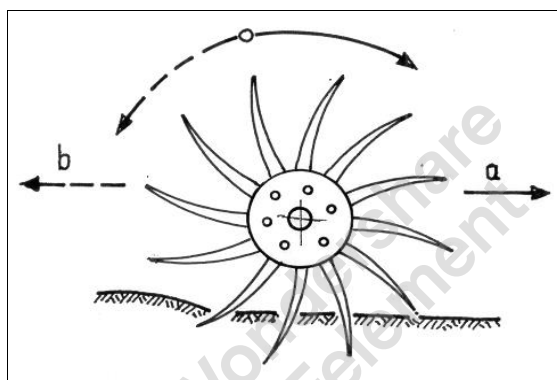


Figura 4.27 - **Procesul de lucru al sapei rotative**
a - afânare energetică; b - afânare superficială.

Sapa rotativă realizează, prin intermediul organelor sale de lucru, de tip colți înclinați, afânarea superficială a solului, distrugerea crustei, a bulgărilor, precum și a buruienilor aflate în primele faze de vegetație.

Sapele rotative trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

- afânarea superficială a solului;
- distrugerea crustei și a bulgărilor;
- distrugerea buruienilor în curs de răsărire;
- să nu determine dezrădăcinarea plantelor de cultură;
- să poată fi utilizate la prășitoare și neprășitoare.

d. Regenerarea pajiștilor și a lucernierelor vechi. Pentru a favoriza lăstărirea plantelor și a afâna solul, pe pajiști, lucerniere și trifoiști, primăvara devreme sau după coase, se recomandă utilizarea grapelor cu colți reglabili, iar pentru a determina regenerarea lucernierelor vechi se folosește grapa cu discuri.

e. Înlocuirea arăturii, distrugerea resturilor vegetale ș.a. Atunci când datorită secetei nu se poate executa imediat arătura, de vară sau toamnă, dacă înaintea efectuării arăturii de toamnă terenul este acoperit cu numeroase resturi vegetale, se recomandă folosirea *grapelor cu discuri grele*.

Grapele cu discuri grele pot chiar înlocui arătura la pregătirea terenului pentru culturi succesive. Acestea sunt prevăzute cu organe active tip disc concav, care pătrund în sol până la adâncimea de 18-20 cm, îl întorc parțial, îl mărunțesc, taie și nivelează.

În toamnele secetoase, în vederea semănatului cerealelor păioase de toamnă, se recomandă renunțarea la arătură și pregătirea patului germinativ numai prin utilizarea a două, trei treceri cu grapele cu discuri, care lucrează până la adâncimea de 18-20 cm.

Utilizarea grapelor cu discuri grele, care exercită o forță de apăsare pe sol de peste 1000 N, este mai economică decât utilizarea a două-trei treceri cu grapele cu discuri ușoare sau medii. La aceste grape, prin mărirea unghiului de atac la 25-30° crește și adâncimea de lucru cât și efectul de mărunțire și nivelare.

Grapele cu discuri grele pot înlocui arătura, în vederea semănatului cerealelor păioase de toamnă și după premergătoare care lasă terenul afânat și fără multe resturi vegetale (cartof, sfeclă pentru zahăr).

Trebuie avut în vedere faptul că utilizarea excesivă a grapelor cu discuri grele contribuie la degradarea structurii solului și la creșterea gradului de îmburuianare, în special cu buruieni care se înmulțesc prin rizomi, deoarece aceștia sunt fragmentați (35, 36, 37).

Însă utilizarea grapelor cu discuri grele în alternanță cu arătura, mai ales la plantele cu înrădăcinare superficială, are avantajul realizării unor importante economii de combustibil precum și a unor producții practic egale cu cele obținute prin executarea arăturilor.

Direcția de lucru se alege să fie paralelă cu latura lungă a solei sau cu direcția generală a curbelor de nivel.

Utilizarea grapelor cu discuri trebuie totuși limitată, deoarece acestea contribuie la o afânare energetică a solului, care contribuie la pierderea unor cantități mari de apă, îndeosebi primăvara, precum și la reducerea stabilității hidrice a structurii solului, cu toate neajunsurile care rezultă din aceasta.

4.10 LUCRAREA SOLULUI CU CULTIVATORUL

Cultivatoarele execută o lucrare intermediară între arătură și grăpat, pe o adâncime de 5-15 cm, putând fi echipate cu organe active de forme diferite: săgeată (a), săgeată unilaterală (b), cuțite daltă (c), corpuri de rariță cu aripi reglabile (d), brăzdare pentru încorporarea îngrășămintelor chimice solide (e) sau rotor cu colți înclinați tip sapă rotativă (f) (figura 4.28).

Unele cultivatoare prezintă mecanisme pentru vibrarea organelor active în plan vertical, reprezentate mai ales de suportți elastici, care în timpul lucrului permit organelor active să exercite o acțiune mai energică asupra solului prelucrat și totodată se reduce rezistența opusă de sol la înaintarea utilajului în timpul lucrării.

Cultivatoarele realizează tăierea buruienilor, mărunțirea și afânarea solului, deschiderea de brazde sau rigole, bilonarea solului pe zona rândului de plante, distrugerea buruienilor în curs de răsărire, pentru administrarea suplimentară a îngrășămintelor minerale, operațiune ce se execută concomitent cu lucrarea de prășit ș.a.

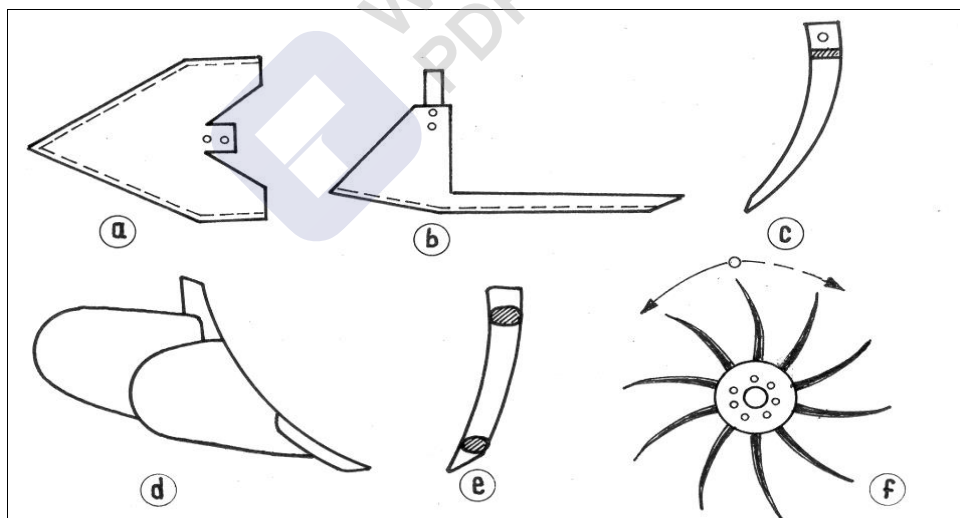


Figura 4.28 - Tipuri de organe active ale cultivatoarelor

a - săgeată; b - cuțite unilaterale; c - daltă; d - rariță;

e - brăzdare pentru fertilizare suplimentară; f - sapă rotativă.

Cultivatorele se recomandă a fi utilizate în următoarele situații:

a. Pentru cultivație totală, la întreținerea arăturii de vară sau de toamnă și pregătirea patului germinativ în vederea semănatului. Pentru aceste situații cultivatoarele se echipează cu organe de lucru tip cuțite daltă sau tip săgeată. Pentru ca terenul să fie afânat dar și nivelat la suprafață, în spatele cultivatorului se poate atașa o grapă elicoidală ușoară.

Cultivația totală se recomandă a fi folosită:

- după executarea arăturilor de vară, pentru întreținerea acestora, prin mărunțirea bulgărilor, afânarea solului și întreruperea capilarelor de la suprafața solului, reducându-se și pierderile neproductive de apă prin evaporare; totodată sunt distruse buruienile răsărite sau în curs de răsărire, se nivelează solul și sunt create condiții favorabile pentru pregătirea terenului în vederea semănatului culturilor de toamnă;

- la pregătirea patului germinativ în vederea semănatului culturilor de toamnă, asigurând mărunțirea bulgărilor, nivelarea solului, distrugerea crustei și a buruienilor în curs de răsărire;

- primăvara, înainte sau după efectuarea lucrării de grăpat a arăturilor de toamnă, dacă acestea s-au tasat, pentru pregătirea patului germinativ în vederea semănatului;

- înainte de semănat, pentru încorporarea în sol a îngrășămintelor chimice solide.

b. Cultivația parțială - prașile mecanice pentru îngrijirea culturilor semămate în rânduri distanțate. Pentru aceasta se folosesc cultivatoare echipate cu secții de lucru, având organe active tip săgeată plus cuțite unilaterale dreapta și stânga.

Organele active, montate pe secțiile de lucru tip paralelogram deformabil, taie buruienile și afânează solul pe adâncimea 5-10 cm, ceea ce contribuie pe de o parte la păstrarea apei în straturile inferioare, în care capilarele rămân intacte, iar pe de altă parte la aerarea stratului superficial și întreruperea capilarelor de la suprafață.

În vederea reducerii pericolului de tăiere a plantelor, lățimea de lucru a cultivatorului trebuie să fie egală cu cea a semănătorii, pentru ca ambele agregate să lucreze pe aceeași urmă.

Montarea organelor active trebuie să asigure prelucrarea totală a zonei dintre rânduri, lăsându-se totuși un spațiu de protecție de o parte și de

alta a rândurilor, de 8-17 cm, în funcție de faza de dezvoltare a plantelor și relief; odată cu creșterea pantei și apariția pericolului de alunecare a agregatului de lucru spre aval, se va mări și zona de protecție a rândurilor.

c. Deschiderea de rigole pentru udarea pe brazde sau *bilonatul* (mușuroirea) se execută cu cultivatoare echipate cu organe de lucru tip rariță.

Prin bilonare, solul se afânează, se mărunțește, sunt acoperite buruienile în curs de răsărire, dar se contribuie în același timp la mărirea suprafeței de evaporare și implicit la pierderea apei, motiv pentru care această lucrare se recomandă a fi utilizată numai în regiunile cu precipitații suficiente sau în condiții de irigare.

d. Fertilizarea suplimentară se execută în timpul perioadei de vegetație a culturilor prășitoare, folosindu-se cultivatoare echipate cu dispozitive de aplicare a îngrășămintelor chimice în zona rândului; cultivatoarele echipate cu aceste dispozitive realizează concomitent prășitul mecanic și fertilizarea suplimentară.

e. Afânarea. Pentru a afâna solurile tasate, solurile situate pe terenuri înclinate, cele din zonele secetoase sau podzolurile, la care este necesară mobilizarea solului până la 20-22 cm dar fără întoarcerea brazdei, cultivatoarele se echipează cu organe de lucru tip cizel, în formă de daltă dar poate prezenta și aripi deflectoare sau securizare la suprasarcină pentru protecția organului activ (figura 4.29).

Viteza de lucru a cultivatoarelor trebuie să fie diferită, în funcție de lucrarea efectuată. Astfel, la cultivația totală viteza de lucru recomandată este de 8-10-12 km/h, deoarece nu există riscul rănirii sau tăierii plantelor; la lucrările de întreținere a culturilor, la prima prașilă viteza de lucru este de 4 - 5 km/h iar la prașilele următoare de 6-8 km/h, putând ajunge până la 10 km/h, pe măsură ce plantele cresc și se reduce pericolul acoperirii lor cu sol.

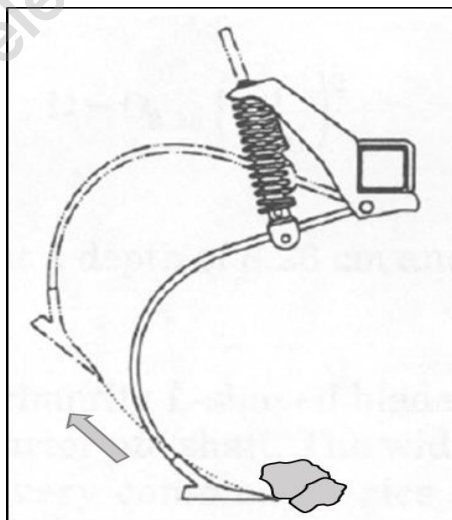


Figura 4.29 – Organ de lucru cu protecție la suprasarcină



4.11 LUCRAREA SOLULUI CU TĂVĂLUGUL

4.11.1 DESTINAȚIE. CLASIFICARE

Tăvălugii sunt destinați tasării solului afânat, înainte sau după semănat, mărunțirii bulgărilor, distrugerii crustei, nivelării arăturii și tăvălugirii în primăvară a culturilor de cereale păioase care, peste iarnă, au suferit fenomenul de descălțare.

Acțiunea de tasare a tăvălugilor se manifestă până la adâncimea de 5-8 cm pe solurile argiloase și lutoase și 8-12 cm pe solurile nisipoase, variațiile în cadrul aceleiași categorii texturale fiind determinate de umiditatea solului, greutatea și diametrul tăvălugilor etc.

Tăvălugii ușori presează solul cu până la 300 g/cm², cei mijlocii cu circa 400 g/cm², iar cei grei cu 500 g/cm² sau mai mult. Greutatea unor tăvălugi se poate mări prin încărcarea cu balast, introdus în cilindru sau așezat pe cadru.

La aceeași greutate, tăvălugii cu diametru mai mare tasează solul mai puternic decât cei cu diametru mai mic, se rostogolesc mai ușor și necesită o forță de tracțiune mai redusă. Cei cu diametru mai mic pot împinge bulgării în timpul lucrului spre înainte, în timp ce tăvălugii cu diametru mai mare îi prind dedesubt, îi sfărâmă sau îi introduc în masa solului.

Suprafața tăvălugilor poate fi netedă sau cu asperități; asperitățile pot fi sub formă de creste, inele, cuie, bare etc.

Tăvălugii netezi execută, în special, tasarea solului, bulgării fiind introduși în sol și mai puțin mărunțiți. Din acest motiv, ei se folosesc mai mult pe solurile ușoare și mijlocii.

Tăvălugii având suprafața cu asperități se utilizează mai ales pentru mărunțirea bulgărilor și distrugerea crustei.

Tasarea cât și mărunțirea bulgărilor sunt influențate și de viteza de lucru a tăvălugilor. Astfel, tasarea este mai intensă la o viteză de lucru redusă, de 3-4 km/h, în timp ce mărunțirea bulgărilor se realizează mai bine la viteze mai ridicate, de 5-7 km/h.

Pentru prevenirea pierderii apei din sol prin evaporare, după utilizarea tăvălugilor netezi este necesară folosirea imediată a grapei.

Tăvălugirea se efectuează, de regulă, atunci când solul este uscat, lucrarea fiind total contraindicată la o umiditate ridicată a acestuia deoarece are ca efect o compactare puternică, inclusiv în adâncime.

4.11.2 SITUAȚII DE UTILIZARE A TĂVĂLUGILOR

Lucrarea solului cu tăvălugul se execută în următoarele situații:

a. Pentru *tasarea solului* în vederea pregătirii patului germinativ pentru culturile de toamnă, când arătura executată după premergătoare târzii este prea afânată și semănatul urmează a fi efectuat în timp foarte scurt. Se evită astfel contactul redus al semințelor cu solul, căderea acestora prin spațiile largi ale acestuia și încorporarea lor prea adânc, de unde nu vor mai răsări.

Semănatul într-un teren prea afânat determină, pe lângă o răsărire neuniformă, dezgolirea sau chiar dezrădăcinarea plantelor în timpul iernii.

Dacă după o primă trecere nu se realizează o calitate corespunzătoare a lucrării, lucrarea se repetă până la obținerea calității necesare.

b. *Sfărâmarea bulgărilor* și facilitarea efectuării lucrării cu grapa, în vederea pregătirii patului germinativ pentru semănăturile de toamnă. Tăvălugirea este necesară când arătura s-a efectuat în condiții de secetă și au rezultat numeroși bulgări, utilizându-se pentru mărunțirea acestora tăvălugi inelari sau cu asperități.

c. *Punerea în contact a semințelor cu solul*. La semănatul semințelor mici, de mac, muștar, in, lucernă, rapiță etc. tăvălugirea se face înainte de semănat, pentru a putea realiza o bună uniformitate a adâncimii de încorporare a semințelor. La semănatul semințelor mai mari, orz, grâu, mazăre furajeră de toamnă etc. tăvălugirea se recomandă a se executa după semănat, în ambele cazuri folosindu-se tăvălugi netezi.

Primăvara, când solul este prea afânat, iar vremea este secetoasă, se preferă tăvălugirea înainte de semănat, pentru ca semințele să fie introduse într-un strat ușor tasat, care să asigure respectarea uniformității adâncimii de lucru și contactul între acestea și sol.

La tăvălugirea înainte de semănat se folosesc tăvălugi ușori și mijlocii, iar după semănat, tăvălugi grei.

d. *La desprimăvărare*, atunci când este necesară tăvălugirea culturilor de cereale păioase de toamnă care au suferit în timpul iernii de îngheț și se manifestă fenomenul de “descălțare”. Dacă se constată că plantele sunt dezrădăcinate, se utilizează un tăvălug neted pentru a pune din nou rădăcinile plantelor în contact cu solul.

e. Pe suprafețele cultivate cu plantele utilizate pentru îngrășământ verde sau ca și culturi de acoperire, unde prin lucrarea cu tăvălugul neted înaintea executării arăturii se culcă plantele în direcția în care se va deplasa plugul, favorizând încorporarea lor ulterioară sub brazdă.

f. Tăvălugirea arăturii de întoarcere a țelinei naturale sau a ierburilor perene cultivate, pentru reducerea spațiilor cu aer din sol, evitarea uscării stratului întors și favorizarea descompunerii resturilor organice.

Pe solurile nisipoase se evită folosirea tăvălugului neted care tasează nisipul la suprafață și înlătură microdenivelările, favorizând spulberarea nisipului de către vânt. Pe aceste soluri se recomandă folosirea tăvălugilor inelari, care formează pe sol undulații ce reduc pericolul eroziunii eoliene.

4.11.3 INDICI DE LUCRU CALITATIVI LA EFECTUAREA LUCRĂRILOR CU TĂVĂLUGII

La efectuarea lucrărilor cu agregatele pentru tăvălugirea solului, indicii de lucru calitativi sunt următorii:

- *gradul de mărunțire a solului (G_{ms})*, trebuie să aibă valori $\geq 85\%$ la tăvălugii inelari și $\geq 60\%$ la tăvălugii netezi; valorile acestui indice se determină cu ajutorul ramei metrice, urmărind ca bulgării să fie mărunțiți și nu încorporați în sol;

- *gradul de nivelare al solului (G_{ns})*, trebuie să fie $\geq 60\%$;

- *gradul de tasare al solului (G_{ts})*, să aibă valori $\geq 30\%$;

- *epoca de executare* se apreciază în funcție de scopul utilizării tăvălugului, regula generală fiind că lucrarea trebuie să se execute la o umiditate redusă a solului, pentru ca bulgării să fie sfărâmați, mărunțiți; dacă se lucrează la o umiditate ridicată, efectul va fi negativ, pentru că se va produce o tasare accentuată a solului;

- *uniformitatea lucrării*, se consideră corespunzătoare atunci când parcursurile sunt drepte, iar după executarea întoarcerilor nu apar zone pe care sămânța este descoperită sau s-a realizat o tasare excesivă a solului;

- *prezența greșurilor*, se apreciază vizual, prin parcurgerea suprafețelor lucrate și exprimarea procentuală a zonelor unde lucrarea nu a fost executată cu respectarea indicilor calitativi.

4.12 LUCRAREA SOLULUI CU FREZA

Frezele agricole (foto 4.14) sunt mașini cu organe de lucru rotative, antrenate de la priza de putere, destinate pentru prelucrarea solului la adâncimi de 6-20 cm.

Pot fi folosite la executarea lucrărilor superficiale, ca pregătirea patului germinativ sau ca lucrare de bază a solului, înlocuind plugurile.

La pregătirea patului germinativ, frezele se utilizează pe suprafețe arate în prealabil, unde asigură afânarea și mărunțirea solului printr-o singură trecere, amestecarea straturilor de sol, încorporarea îngrășămintelor și a resturilor vegetale etc.

Frezele pot înlocui arătura pe soluri mijlocii și grele, unde lucrează pe toată suprafața, la adâncimi de 15 – 20 cm, asigurând o bună mărunțire și o nivelare foarte bună a solului, precum și încorporarea resturilor vegetale.

Se utilizează cu precădere în legumicultură, pentru pregătirea patului germinativ și în plantațiile de pomi și viță de vie, pentru întreținerea intervalelor dintre rânduri.



Foto 4.14 – Freză pentru prelucrarea totală a solului

Avantajele utilizării frezelor sunt că prelucrează solul printr-o singură trecere, îl mărunțesc foarte bine, îl omogenizează și nivelează în vederea semănatului. De asemenea, mărunțesc resturile vegetale rămase pe suprafața solului și le încorporează uniform în sol.

Dezavantajele utilizării frezelor sunt următoarele: consum mai mare de energie, capacitate redusă de lucru, construcție mai complicată. Pot provoca mărunțirea excesivă a solului, având ca efect degradarea structurii și reducerea conținutului de humus.

Clasificarea frezelor. După destinație, frezele se clasifică în freze pentru prelucrarea totală a solului și freze pentru prășit.

După culturile la care sunt folosite, deosebim freze pentru pregătirea patului germinativ la culturile de câmp, plantații sau pășuni, pentru prașile mecanice și freze care intră în alcătuirea agregatelor utilizate pentru sistemele de lucrări minime ale solului.

Calitatea lucrării executate cu frezele depinde foarte mult de umiditatea solului și caracteristicile constructive, respectiv forma și tipul cuțitelor, turația rotorului etc.

Indicii de lucru calitativi pentru lucrarea solului cu freza se determină similar ca și pentru pregătirea patului germinativ, cu precizarea că valorile limită sunt următoarele:

- gradul de mărunțire al solului (G_{ms}): $\geq 92\%$;
- gradul de nivelare al solului (G_{ns}): $\geq 30\%$;
- gradul de afânare al solului (G_{as}): $\geq 25\%$;
- gradul de distrugere al buruienilor (G_{db}): $\geq 95\%$;
- gradul de acoperire cu sol a masei vegetale (G_{av}): $\geq 90\%$;
- abaterea standard de la adâncimea de lucru (S_a): $\geq \pm 0,10$ din adâncimea de lucru medie (a_m);
- coeficientul de variație al adâncimii de lucru (C_a): $\geq \pm 0,10$.

4.13 LUCRAREA SOLULUI CU NIVELATORUL

Nivelarea solului asigură înlăturarea denivelărilor care apar pe teren în urma efectuării diferitelor lucrări, cum ar fi arăturile.

Lucrarea se poate executa pe toate suprafețele arabile, irigate sau neirigate și pentru toate culturile, dar este recomandată în special pentru cele cu semințe mici și pentru legume.

Aceste mașini agricole se folosesc la lucrările de nivelare a terenurilor la care denivelările nu depășesc +/- 25 cm.

Nivelarea terenurilor agricole poate fi capitală și de exploatare.

Nivelarea capitală, se execută o singură dată, la amenajarea terenului pentru irigații sau desecări și constă în îndepărtarea denivelărilor principale (coame, depresiuni etc.). Se folosesc buldozere, screpere care realizează o nivelare grosieră.

Nivelarea de exploatare, constă în uniformizarea suprafeței nivelate grosier, fiind o lucrare de finisare și întreținere a lucrării de nivelare capitală. Se execută cu nivelatoare, periodic la 2-3 ani, după ce în prealabil terenul a fost arat și grăpat.

Epoca de executare. Nivelarea se execută vara, după recoltarea culturilor timpurii, precum și toamna, după recoltarea porumbului, sfeclei pentru zahăr, cartofului ș.a. Lucrarea se repetă o dată la trei - patru ani sau de câte ori este necesar.

Obiective :

- realizarea unui bun pat germinativ și a unor indici de calitate ridicați la semănat, asigurând încorporarea semințelor la aceeași adâncime și o răsărire uniformă a plantelor;
- distribuirea uniformă a apei provenită din precipitații și irigații;
- repartizarea uniformă a erbicidelor aplicate pe sol;
- recoltarea mecanizată a culturilor, cu un procent redus de pierderi, în special la plantele având păstăi cu inserție joasă.

Pregătirea lucrării. Înainte de a se lucra cu nivelatorul, solul se afânează prin arătură, până la adâncimea de 16-18 cm.

Deplasarea nivelatorului se face în diagonală față de direcția pe care s-a făcut mobilizarea solului și perpendicular între treceri.

De regulă, pentru a obține un grad de nivelare a solului de minim 95%, trebuie să se facă 3-4 treceri pe aceeași suprafață.

Lucrarea cu nivelatorul trebuie să se execute în condițiile unei umidități scăzute a solului pentru a nu produce tasarea acestuia; din acest motiv lucrarea este contraindicat a se executa primăvara.

Viteza de deplasare a agregatului pentru nivelarea solului este de 3 - 6 km/h, depășirea ei determinând o înrăutățire a indicilor de calitate ai lucrării.

Calitatea nivelării anuale se apreciază prin gradul de nivelare a solului, care trebuie să aibă o valoare de minim 50%, după prima trecere cu nivelatorul.

4.14 LUCRAREA SOLULUI CU COMBINATORUL

Combinatoarele (foto 4.15) sunt utilizate pentru executarea lucrării secundare a solului, realizând mărunțirea și afânarea acestuia în vederea semănatului sau plantatului.

Sunt utilizate pentru pregătirea patului germinativ, ca ultimă lucrare înainte de semănat, asigurând afânarea solului la adâncimea de 5-10 cm, tăierea buruienilor, mărunțirea bulgărilor și nivelarea solului.



Foto 4.15 – Combinator pentru lucrarea solului

Spre deosebire de grapa cu discuri sau cultivator, combinatorul lucrează un strat de sol mai superficial, care permite ca sămânța să fie așezată pe un strat de sol ușor tasat și umed, fiind asigurate în același timp temperatura și aerul necesar germinării.

În același timp realizează o productivitate a muncii mai ridicată, executarea lucrărilor în timp optim, folosirea rațională a puterii tractoarelor, economii de combustibil etc.

Combinatoarele se mai numesc în literatura de specialitate și “trenuri de prelucrare a solului” (tillage trains) caracterizate prin utilizarea unui cadru pe care se montează diferite tipuri de organe de lucru pentru prelucrarea solului - grape, cultivatoare, tăvălugi ș.a.- sau a mai multor secții cu organe de lucru diferite. Aceste organe active pot fi utilizate combinat (concomitent)



sau pot fi utilizate separat, în funcție de necesități și cerințele agrotehnice ale lucrării care se execută.

Prin utilizarea modulelor, secțiilor sau a organelor de lucru combinate se realizează o folosire cu randament superior a puterii tractoarelor, adaptând numărul modulelor la puterea motorului.

Organele active ale combinatoarelor sunt de tip târât sau tras, fără a fi antrenate de la priza de putere a tractorului.

Numărul de module care intră în alcătuirea unui combinator este cuprins între 2 și 5, incluzând un modul pentru prelucrarea intensivă a solului și mai multe module pentru finisarea și definitivarea lucrării, însoțită de o ușoară tasare a stratului superior.

În funcție de modulele și organele active folosite, deosebit următoarele tipuri de combinatoare:

- modul (secție) pentru cultivație totală, echipat cu săgeți cu aripi egale și tăvălugi elicoidali cu bare (vergele);
- modul (secție) pentru cultivație totală echipat cu organe active tip daltă (gheare) montate pe suportți elastici și tăvălugi de diferite tipuri;
- combinator alcătuit din secții de grape cu colți, tăvălugi și bare nivelatoare;
- combinator format din module de grape cu discuri și organe active tip săgeată cu aripi egale;
- module cu organe active tip gheară și module de grape cu discuri de diferite tipuri;
- module cu organe active pentru cultivație totală, tip daltă sau gheară, pe suportți elastici, plus modul cu tăvălugi cu vergele și tăvălug inelar etc. (24).

Combinatoarele alcătuite dintr-un modul cu gheare pe suport elastic și modul de tăvălugi elicoidali cu vergele (bare), cunoscute și sub denumirea de combinatoare ușoare, au o utilizare universală și o eficiență tehnologică ridicată. Solul este prelucrat energic de către organele de tip gheară și este ușor tasat de tăvălugul elicoidal, rezultând un pat germinativ de calitate foarte bună.

Opțional pot fi montate la părțile anterioară și posterioară bare de nivelare a solului.

Pentru o prelucrare mai intensă a solului se utilizează un combinator alcătuit dintr-un modul echipat cu organe tip săgeată, un modul cu organe tip grapă cu discuri și un modul tip tăvălug elicoidal.

Acest model realizează prelucrarea solului atât prin tăiere cât și prin lovire, presare și strivire, cu rezultate foarte bune inclusiv pe terenurile cu multe resturi vegetale, în cadrul tehnologiilor cu sisteme de lucrări minime.

Folosirea combinatoarelor reduce numărul de treceri ale agregatelor pe teren, iar însușirile fizice ale solului se degradează mai puțin.

De asemenea, executarea lucrărilor în intervalul optim de umiditate al solului face ca indicii de calitate ai acestora să fie ridicați.

Structura modulară a combinatoarelor permite obținerea unei game largi de combinații constructive, perfect adaptate procesului de prelucrare a solului, cerințelor agrotehnice și condițiilor specifice de lucru din fiecare fermă (25).

Viteza de lucru se alege prin tatonare, la începutul lucrării pe parcela respectivă și este valoarea maximă la care se asigură indicii de calitate corespunzători.

4.15 AGREGATE MULTIPLE (COMPLEXE)

Agregatele multiple (foto 4.16) pentru lucrările solului se realizează prin cuplarea mai multor mașini într-un singur agregat, sau prin atașarea la tractor a mașinilor agricole atât în partea posterioară cât și în partea anterioară a acestuia.

În general se utilizează mașini/utilaje antrenate de la priza de putere, sau prin intermediul motoarelor hidraulice, în agregat cu alte mașini având organe active de lucru trase sau târâte.

Agregatele multiple pot include un utilaj tractat sau purtat pentru afânarea solului în profunzime, fără întoarcerea brazdei, urmat de un utilaj antrenat de la priza de putere sau cu organe de lucru rotative, pentru prelucrarea intensivă, superficială, a solului și un modul (mașină) tras(ă) sau târât(ă), de obicei tăvălugi și grape rotative elicoidale, pentru tasarea ușoară a solului și finisarea patului germinativ.

În acest fel sunt utilizate mai eficient atât forța de tracțiune cât și puterea disponibilă la priza de putere a tractorului.

Agregatele multiple sunt utilizate frecvent în cadrul sistemelor minime de lucrare a solului, fără arătură cu întoarcerea brazdei, în cadrul cărora se realizează la o singură trecere atât lucrarea principală, de bază, cât și lucrarea secundară a solului, de pregătire a patului germinativ.

Aceasta determină un consum energetic scăzut și o (re)compactare mai redusă a solului (25).



Foto 4.16 – Utilaj complex pentru pregătirea patului germinativ și semănatul cerealelor păioase – USAMV Iași

4.16 PREGĂTIREA PATULUI GERMINATIV

Lucrările de pregătire a patului germinativ au ca obiective nivelarea terenului, distrugerea buruienilor și realizarea unui strat de sol bine mărunțit, afânat și reavăn pe adâncimea de semănat.

Prin lucrarea de pregătire a patului germinativ trebuie să se realizeze un strat de sol bine mărunțit pe adâncimea de semănat, așezat în profunzime și afânat la suprafață, pentru ca sămânța încorporată să vină în contact intim cu solul, să germineze într-un timp scurt și uniform pe toată suprafața.

Metodele de pregătire a patului germinativ se stabilesc în funcție de planta premergătoare, starea culturală a terenului, gradul de infestare cu buruieni, prezența resturilor vegetale, starea de umiditate a solului, cultura pe care urmează să o semănăm ș.a.

Lucrarea este necesar a fi efectuată în preziua sau chiar ziua semănatului, ultima trecere trebuind a fi executată perpendicular pe direcția pe care se va semăna, la utilizarea grapelor sau a cultivatoarelor și pe aceeași direcție când se folosește combinatorul sau alte agregate complexe.

Concomitent cu pregătirea patului germinativ se încorporează în sol îngrășămintele chimice cu azot, erbicidele și totodată se distrug în totalitate buruienile răsărite sau în curs de răsărire, astfel încât plantele cultivate să nu fie concurate de către acestea imediat după răsărire.

Pregătirea corespunzătoare a patului germinativ permite semănatul în condiții bune, răsărirea uniformă și creșterea viguroasă a plantelor, care iau astfel un avans în vegetație față de buruieni.

Prin afânarea solului numai pe adâncimea de semănat se creează premisele ca semănătoarea să distribuie uniform semințele pe un strat de sol ușor tasat, așezat, mărunțit și cu umiditate suficientă. În aceste condiții semințele rămân acoperite cu un strat de sol afânat, aerisit și care se încălzește repede, rezultând un mediu favorabil declanșării germinației.

Este total contraindicată pregătirea patului germinativ prin lucrarea solului la o adâncime mai mare decât cea de încorporare a semințelor, așa cum se întâmplă la folosirea grapei cu discuri, deoarece nu se va putea respecta uniformitatea adâncimii de lucru, roțile și brăzdarele semănătorii afundându-se inegal în solul prea afânat, rezultatul fiind răsărirea neuniformă și incompletă a plantelor de cultură.

Pe solurile ușoare, neîmburuienate, unde arătura este de calitate bună, patul germinativ se poate pregăti numai printr-o lucrare cu grapele cu colți sau prin folosirea combinatorului (foto 4.17), în timp ce pe solurile mai grele și umede, se utilizează cultivatorul echipat cu cuțite tip săgeată în agregat cu grapa cu colți.

Pentru culturile cu semințe mici, lucernă, trifoi, graminee perene, mac etc. când solul este prea afânat după pregătirea patului germinativ, acesta se lucrează înainte de semănat cu tăvălugul neted, pentru a evita încorporarea neuniformă a semințelor sau la o adâncime prea mare.

Când solul este prea uscat și afânat, după semănat se aplică o lucrare cu tăvălugul neted pentru a pune semințele în contact cu solul și a stimula ridicarea apei din profunzime, prin spațiile capilare, până în zona în care se găsesc semințele, favorizând germinarea.

În toate cazurile în care pregătirea patului germinativ se face în condiții de secetă excesivă și mai ales primăvara, se va avea în vedere păstrarea apei în sol. În acest caz, lucrările de mărunțire a solului se vor reduce ca număr, pentru a nu favoriza evaporarea apei și uscarea solului, urmărindu-se ca printr-o singură trecere sau cel mult două, să se pregătească un pat germinativ corespunzător.

Din acest motiv este total contraindicată folosirea grapelor cu discuri medii și grele la pregătirea patului germinativ, mai ales în primăvară.



Foto 4.17 – Combinator pentru pregătirea patului germinativ pe soluri ușoare

Ultima lucrare înainte de semănat se recomandă a se face cu combinatorul sau cu agregate complexe, care includ baterii de grape cu colți elastici, grape elicoidale, tavălugi inelari ușori cu asperități, bară de nivelare ș.a. În acest fel se reduce tasarea solului și se obține un pat germinativ de calitate, în care mai puțin de 5% din numărul total al bulgărilor rezultați au diametrul peste 5 cm.

Pentru a mări productivitatea agregatelor și a asigura realizarea unei lucrări de calitate, terenul se parcelează și se jalonează pentru fiecare agregat în parte, astfel încât suprafața parcelei să fie egală cu capacitatea reală pe schimbul de lucru al agregatului (38). Se are în vedere ca lungimea parcelei să fie egală

cu distanța între două drumuri sau alte limite obligate de teren, iar lățimea acesteia se stabilește în funcție de capacitatea de lucru a agregatului. În general, lățimea parcelei trebuie să fie un multiplu al lățimii de lucru a agregatului, iar raportul între lățimea și lungimea parcelei să fie 1/8–1/10 (39).

Direcția de deplasare în lucru a agregatului se recomandă să fie în diagonală sau perpendicular pe direcția arăturii sau a lucrării anterioare a solului. Dacă se fac mai multe treceri cu agregatul, acestea vor avea direcții diferite, perpendiculare sau sub un unghi de 45°. Cele mai recomandate modalități de deplasare a agregatului sunt deplasarea în suveică sau în părți, după o direcție paralelă cu latura lungă a parcelei sau cu diagonala acesteia.

Întoarcerile agregatelor la capetele parcelei, se fac în buclă pe terenurile plane și în ciupercă, cu schimbarea sensului de deplasare, pe terenurile în pantă, unde se vor marca locurile periculoase și pantele inaccesibile agregatelor.

Spațiul parcurs în gol pentru întoarcerea agregatelor la capetele parcelelor, trebuie să reprezinte sub 10% din spațiul total parcurs de agregat în timpul lucrului efectiv pe parcelă. Pe zonele de întoarcere solul se pregătește pentru semănat după încheierea lucrării pe întreaga parcelă.

Indicii de lucru calitativi ai agregatelor pentru pregătirea patului germinativ, sunt următorii (28):

- adâncimea medie de mobilizare a solului (a_m);
- abaterea standard față de a_m de mobilizare a solului: $\geq \pm 0,10$ din a_m ;
- abaterea accidentală maximă (D_a) față de adâncimea medie de mobilizare a solului, D_a : $\geq \pm 0,20$ din a_m ;
- coeficientul de variație a adâncimii de mobilizare a solului, C_a : $\leq 0,10$;
- gradul de mărunțire al solului, G_{ms} : ≥ 95 %;
- gradul de afânare al solului, G_a : ≥ 15 %;
- gradul de nivelare al solului, G_{ns} : ≥ 40 %;
- gradul de distrugere al buruienilor, G_{db} : ≥ 98 %;
- aspectul terenului trebuie să fie uniform, fără greșuri, curele de sol, bulgări și resturi vegetale scoase din sol.

BIBLIOGRAFIE

- 1a. McKyes, E., 1985 - *Soil Cutting and Tillage*, ISBN 044442548- 9.
- 1b. Guş, P., Rusu, T., Bogdan, Ileana, 2004 - *Agrotehnica*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
2. King, L.J., 1966 - *Weeds of the World Biology and Control*. Interscience Publishers Inc., New York, USA.
3. Deherain, P.P., 1985 - *Le travail du sol et la nitrification*, *Revue scientifique*, nr. 25, 22 Juin, France.
4. Deherain, P.P., 1986 - *La perméabilité de la terre*. *La Nature*, nr. 1182, 25 Janvier, France.
5. Wollny, M.E., 1897 - *Die Zersetzung der Organischer Stoffe und die Humusbildungen. Mit Rücksicht auf die Bodenkultur*, Deutschland.
6. Roemer, Th., 1941 - *Auslesezüchtung*, In: Roemer, Th., Rudolf, W., eds. *Handbuch der Pflanzenzüchtung*, Parey, Berlin, p. 414-450.
7. Von Tornau, O., 1931 - *Die Massnahmen zur Kultivierung des Bodens, Landwirtschaftliche Bodenbearbeitung*, Ed. Springer, Deutschland.
8. Görbing, J., 1948 - *Grundlagen der Gare im praktischen Ackerbau. Bodenstruktur erkennen und beurteilen*. Landbuch-Verlag Hannover.
9. Nitzsch, W. von, 1936 - *Der Porengehalt des Ackerbodens Messverfahren und ihre Brauchbarkeit. Bodenkunde und Pflanzenemdh.*, 1:p. 110-115.
10. Russell, E.W., Keen, B.A., 1941 - *Studies in Soil Cultivation: X. The results of a six-year cultivation experiment. The Journal of Agricultural Science*, Vol. 31, Issue 03, p. 326-347.
11. Haines, W.B., 1930 - *Studies in the physical properties of soil. V. The hysteresis effect in capillarity properties and the modes of moisture distribution associated therewith. The Journal of Agricultural Science*, 20, p. 97-116.
12. Russell, E.W., 1934 - *Soil Conditions and Plant Growth. Soil Science, Journals.lww.com*.
13. *Soil Science of America Journal* - [www. myaccess.org](http://www.myaccess.org).
14. Raghavan, G.S.V. and oth., 1979 - *Effect of compaction and root diseases on developent and yeld of peas. Canadian Agricultural Engineering Journal*, No. 24: p. 31-34.
15. Pintilie, C. și colab., 1985 - *Agrotehnica*, Editura Didactică și Pedagogică, București.

16. Canarache, A., 1986 - *Aspecte pedologice și agrofizice privind relațiile sol-mașină în agricultura mecanizată*. Producția vegetală, Cereale și plante tehnice, nr. 7.
17. Simota, C., 1988 - *Effects of Induced Compaction and Soil Water Balance and Crop Yields Estimated with a Deterministic Simulation Model*. 11th International Conference on Soil Tillage, Edinburgh, Scotland.
18. Pintilie, C., 1981 - *Lucrările solului în condițiile agriculturii intensive*. Cereale și plante tehnice, nr. 1:p. 39-44.
19. Neagu, T., Cojocaru, P., Vilcu, V., Huțanu, M., Jităreanu, G., 1988 – *Cercetări privind comportarea în lucru a plugurilor cu lățime variabilă de lucru*. *Lucrări științifice*, Vol. 29, seria Agronomie, Institutul Agronomic Iași.
20. Budoi, Gh. și colab., 1996 - *Rotația culturilor, aplicarea îngrășămintelor și a erbicidelor la cultura de grâu, componente ale managementului integrat al buruienilor. Combaterea integrată a buruienilor*. Al X-lea Simpozion Național de Herbologie, Sinaia.
21. Sin, Gh., Ioniță, I., 1997 - *Cercetări privind formarea producției de porumb ca efect al relației dintre metoda de lucru a solului și regimul hidric*. *Alternative de lucrare a solului*, Cluj-Napoca, Vol. I: p. 31-38.
22. Pop, L. și colab., 1977 - *Agrofîtotehnia pe terenurile nisipoase*, Editura Ceres, București.
- 23a. Guș, P., Lăzureanu, A., Săndoiu, D., Jităreanu, G., Stancu, I., 1998 – *Agrotehnica*. Editura Risoprint, Cluj Napoca.
- 23b. Dobre, P. 2010 - *Baza energetică și mașini horticole*. Partea a doua – Mașini horticole, București.
24. Toma, D., Neagu, T., 1981 - *Tractoare și mașini agricole*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
25. Naghiu, A., Baraldi, G., Naghiu, Livia, 2004 - *Mașini și instalații agricole*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
26. Nițu, T.I., 1978 - *Lucrările de regularizare, desecare și drenaj în depresiunea Rădăuți*. *Hidrotehnica*, nr. 23:p. 90-91.
27. Nițu, T.I., 1991 – *Mecanización de operaciones de drenaje en sudos con exceso de humedad en el Norte de Rumania e influencia en el aumento de la producción agrícola*. Conferencia Zaragoza, 10-12 Abril, Espana.
28. Oprea, C.V., Oprișan, N., Lupei, N., 1974 - *Ameliorarea solurilor cu exces de umiditate*. Editura Facla, Timișoara.
29. Nițu, T.I., Răuță, C., Drăcea, M., 1988 - *Lucrările agropedoameliorative*. Editura Ceres, București.
30. Budoi, Gh., Penescu, A., 1996 - *Agrotehnica*. Editura Ceres, București.
31. Naghiu, Al. și colab., 2003 - *Baza energetică pentru agricultură*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
32. Naghiu, Al., Guș, P., 1998 - *Grapele rotative combinate-utilajul ideal pentru pregătirea patului germinativ la un înalt nivel calitativ*. *Rev. Fermierul*, Nr. 5, București.
33. Naghiu, Livia, Roș, V., Mihaiu, I., 1995 - *Analysis of rotary powered harrows working process*. Soil Tillage, Present and Future, ISTRO Symposium, Cluj-Napoca.

34. Naghiu, Livia, Mihaiu, I., Roş, V., 1997 - *Studii privind unele aspecte legate de prelucrarea solului cu grapele cu discuri*. International Symposium – Alternatives in Soil Tillage, Cluj-Napoca, p. 275-281.

35. Răus, L., Jităreanu, G., 2007 - *The modification of soil structure over different technological variant on maize crop*. Soil compaction - Processes and Consequences, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, p. 29-35.

36. Răus, L., Jităreanu, G., 2007 - *Correlation between the values of some soil compaction indicators and yields at winter wheat and maize crops*. Soil compaction - Processes and Consequences, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, p. 36-41.

37. Țopa, D., Jităreanu, G., 2007 - *The influence of tillage systems on different types of soil porosity at winter wheat crop*. Soil compaction - Processes and Consequences, Editura Risoprint, Cluj-Napoca, p. 42-47.

38. Toma, D., Sin, Gh., 1987 - *Calitatea lucrărilor agricole executate mecanizat pentru culturile de câmp*. Editura Ceres, Bucureşti.

39. Şandru, A., Bădescu, M., Şandru, L., 1982 - *Reducerea consumului de energie prin folosirea raţională a agregatelor agricole*. Editura Scrisul Românesc, Craiova.

40.***https://www.agrii.co.uk/blog/the-good-ploughing-guide-from-agrii-and-lemken/good_ploughing_guide/

41. Jităreanu, G., Țenu, I., Cojocariu, P., Bria, N., Cojocariu, I., 2007 - *Tehnologii și mașini pentru mecanizarea lucrărilor solului în vederea practicării conceptului de agricultură durabilă*. Ed. Ion Ionescu de la Brad Iași.

CAPITOLUL 5

SISTEME DE LUCRARE A SOLULUI

5.1 OBIECTIVE

Obiectivul general al lucrărilor solului este de a crea condiții favorabile creșterii și dezvoltării plantelor de cultură, precum și de a menține, sau chiar a îmbunătăți, starea fizică și de fertilitate a acestuia.

În cursul perioadei de vegetație a unei culturi sunt necesare diferite lucrări ale solului și cu toate că pentru o mai bună cunoaștere, lucrările solului au fost prezentate separat, în cadrul proceselor de producție acestea trebuie înglobate într-un sistem și analizate într-o relație complexă, de tipul sol-plantă-recoltă.

Sistemul de lucrare al solului trebuie integrat conceptului de *agricultură durabilă*, ai cărui piloni sunt considerați următorii (1):

- *managementul energetic*, incluzând reducerea consumurilor energetice și dezvoltarea tehnologiilor neconvenționale de lucrare a solului, ca semănatul direct, lucrările de conservare a solului, sistemele antierozionale etc.;

- *managementul ecologic*, care include protecția integrată a culturilor, managementul nutriției plantelor, reducerea poluării și degradării solului;

- *managementul diversității sistemului*, prin utilizarea asolamentelor ca element de bază al diversității sistemului și a lucrărilor solului, ca fundament pentru obținerea unor producții ridicate, fără efecte negative asupra durabilității mediului;

- *managementul tehnologic*, care presupune introducerea unor tehnologii bazate pe resurse recuperabile.

Tehnologiile specifice agriculturii durabile trebuie să aibă o productivitate superioară agriculturii convenționale și în același timp să aibă un impact mai redus asupra mediului.

Sistemul de lucrare al solului reprezintă totalitatea lucrărilor aplicate acestuia și succesiunea lor, pe culturi și sole, în cadrul unui asolament.

Elaborarea unui sistem de lucrare este absolut necesară la înființarea unei culturi sau la introducerea unui asolament, în scopul obținerii de producții ridicate, folosirii raționale și în condiții de eficiență a tractoarelor și mașinilor agricole, reducerii impactului acestora asupra stării fizice a solului și a gradului de poluare a mediului. Din acest motiv, pe lângă obiectivele mai sus menționate, sistemul de lucrare elaborat trebuie să contribuie la păstrarea și conservarea fertilității solului.

La stabilirea sistemului de lucrare se vor avea în vedere condițiile specifice de climă și sol, cerințele fiecărei plante, specificul fiecărei sole, mijloacele mecanice disponibile, lucrările mecanice aplicate în ultimii doi-trei ani și noutățile tehnologice care au apărut în domeniu.

În prezent, se întâlnesc diferite denumiri și clasificări ale sistemelor de lucrare a solului, deosebindu-se totuși două categorii distincte: *sistemul convențional (clasic)* și *sistemul neconvențional (cu lucrări minime)*.

Sistemul convențional (clasic) de lucrare are ca și caracteristică principală utilizarea arăturii cu plugul cu cormană și întoarcerea brazdei.

Sistemul neconvențional (cu lucrări minime), presupune renunțarea parțială sau totală la arătura cu plugul cu cormană, reducerea numărului de lucrări și păstrarea la suprafața solului a minimum 30% din totalul resturilor vegetale. Acest sistem are ca obiective principale crearea condițiilor optime pentru dezvoltarea plantelor de cultură și conservarea solului (2).

Fiecare dintre cele două categorii de sisteme are mai multe variante, în funcție de condițiile de climă și sol, plantele cultivate, mașinile și agregatele folosite pentru prelucrarea solului, gradul de dezvoltare al agriculturii în zona respectivă, nivelul cunoștințelor tehnice și agricole ale fermierilor etc.

5.2 SISTEMUL CONVENȚIONAL (CLASIC) DE LUCRARE A SOLULUI

Acest sistem se practică în Europa încă din secolul al XI-lea (3) și include obligatoriu arătura cu plugul cu cormană, prin care se inversează stratul de sol lucrat și pregătirea unui pat germinativ bine mărunțit. În unele cazuri arătura este precedată de o lucrare superficială, executată cu grapa cu discuri, numită dezmiriștire, urmată de 1-3 lucrări pentru pregătirea patului germinativ. Acest sistem are mai multe variante, unele dintre ele aplicându-se și în România.

Arătura se recomandă a fi executată imediat după recoltarea plantei premergătoare, la o adâncime care depinde de planta care urmează a fi cultivată și tipul de sol, indicii calitativi ai lucrării fiind cei prezentați în subcapitolul 4.5.5.

Patul germinativ reprezintă stratul de sol în care se încorporează semințele. El se pregătește prin câteva lucrări executate într-o anumită ordine, epocă și cu respectarea indicilor calitativi specifici, care diferă în funcție de zona pedoclimatică, tipul de sol, dotarea tehnică ș.a.

Patul germinativ trebuie astfel pregătit încât să fie îndeplinite următoarele condiții:

a. Să fie ușor tasat sub adâncimea de încorporare a semințelor, cu valori ale densității aparente de $1,0-1,3 \text{ g/cm}^3$, pentru ca apa care se ridică prin capilarele solului să poată ajunge în contact cu acestea. Dacă în momentul semănatului solul este prea afânat sub această adâncime, atunci este necesară o lucrare cu tăvălugul.

b. Stratul de sol care acoperă semințele trebuie să fie mai afânat, pentru a întrerupe curentul capilar către suprafață și a micșora în acest fel pierderile de apă.

c. Brăzdarele semănătorii trebuie să plaseze semințele la partea superioară a stratului așezat, ușor tasat, asigurându-se astfel un contact intim al semințelor cu solul. În acest mod se asigură, pe de o parte, apa necesară semințelor pentru germinare, iar pe de altă parte aerul, favorizându-se răsărirea plantelor.

5.3 SISTEME CONVENȚIONALE DE LUCRARE A SOLULUI PRACTICATE ÎN ROMÂNIA

5.3.1 CLASIFICARE

Primele cercetări mai complexe privind lucrările solului au fost efectuate de către I. Staicu (4) și Gh. Săndoiu (5, 6, 7, 8) și au fost continuate în următoarele decenii, în diferite zone ale țării, de Gh. Vineș (9, 10), C. Pintilie (11), Gh. Sin (12,13), C. Nicolae (14), Gh. Cremenescu (15), N. Dumitrescu (16, 17), Gh. Timariu (18, 19, 20), Gh. Timirgaziu (21), D. Pânzariu (22, 23, 24, 25), I. Picu (26), N. Hulpoi (27), I. Stefanic (28), Gh. Budoii (3), P. Guș (29, 30, 31), I. Stratula (32), Al. Tianu (33), V. Nedef (34), G. Jităreanu (35, 36, 37, 38, 39, 40) ș.a.

Principalele sisteme convenționale de lucrare a solului utilizate în condițiile țării noastre sunt:

- sistemul de lucrări pentru culturile de toamnă;
- sistemul de lucrări pentru culturile de primăvară;
- sistemul de lucrări pentru culturile succesive;
- sistemul de lucrări pentru culturile compromise.

În același timp se disting particularități ale sistemelor de lucrări pentru condiții speciale, cum ar fi terenurile în pantă, nisipoase, sărăturate, cu exces de umiditate ș.a., care vor fi prezentate ulterior în cadrul unui capitol separat.

5.3.2 SISTEMUL DE LUCRARE AL SOLULUI PENTRU CULTURILE DE TOAMNĂ

Culturile de toamnă, grâu, orz, seacă, borceag de toamnă, rapiță de toamnă, ocupă în țara noastră circa o treime din suprafața arabilă și au ca și caracteristică faptul că sunt pretențioase față de calitatea pregătirii patului germinativ.

Modul de pregătire al solului pentru aceste culturi influențează realizarea desimii, dezvoltarea lor încă din toamnă, rezistența la iernare și în final nivelul producției.

Lucrările solului pentru aceste culturi depind în mare măsură de intervalul de timp avut la dispoziție între recoltarea plantei premergătoare și

epoca optimă de semănat a plantei care urmează în asolament, de lucrările executate pentru cultura premergătoare (lucrări de bază, de pregătire a patului germinativ și de întreținere), de tipul de sol, de fertilitatea acestuia ș.a.

La executarea lucrărilor solului pentru culturile de toamnă trebuie respectate următoarele cerințe agrotehnice:

- arătură executată la 18 și 22 cm, cu alternare de la un an la altul;
- patul germinativ nu trebuie excesiv mărunțit, pentru că ulterior formează crustă iar alternanța îngheț-dezghet dezrădăcinează plantele;
- distrugerea în totalitate a buruienilor, pentru a nu concura după semănat plantele de cultură.

În funcție de planta premergătoare și momentul în care eliberează terenul, pentru condițiile țării noastre, se disting trei variante ale sistemului de lucrări ale solului pentru culturile de toamnă:

- după premergătoare timpurii;
- după premergătoare târzii;
- pe terenuri deștelenite.

a. Sistemul de lucrare al solului pentru culturile de toamnă care urmează după premergătoare timpurii:

Dintre plantele care eliberează terenul în vară și după care se recomandă amplasarea culturilor de toamnă amintim borceagul de toamnă și de primăvară, rapița de toamnă, mazărea, cartofii timpurii, cerealele păioase de toamnă, inul, cânepa pentru fibre, fasolea ș.a.

a1. În condiții normale de umiditate. Imediat după recoltarea plantei premergătoare sau în flux continuu, pe măsura eliberării terenului, se execută arătura de vară în agregat cu grapa stelată, la adâncimea de 18-22 cm, fiind importantă calitatea arăturii și nu adâncimea ei.

Orice zi de întârziere în executarea arăturii duce la înrăutățirea indicilor de calitate și necesită un efort de tracțiune mai mare, în special ca urmare a pierderii apei din sol. Este recomandabil ca în agregat cu plugul să lucreze și grapa stelată, astfel încât arătura să rămână nivelată, mărunțită la suprafață și ușor tasată, pentru a reduce circulația aerului în masa acesteia, a preveni uscarea ei și pierderea apei din sol.

Până în toamnă arătura se întreține prin lucrări cu cultivatorul sau cu agregate complexe, urmărindu-se distrugerea crustei și a buruienilor. Pentru distrugerea crustei, cultivatorul se poate echipa cu cuțite tip daltă, iar pentru distrugerea buruienilor cu cuțite tip săgeată.

a₂. În condiții de secetă excesivă, care se manifestă după recoltarea plantei premergătoare, arătura nu se poate executa la parametrii de calitate corespunzători; în aceste condiții, se va face întâi o dezmiriștire utilizând grapa cu discuri în agregat cu grapa cu colți reglabili, la adâncimea de 8-12 cm, iar după prima ploaie se va executa arătura de vară. Aceasta va fi întreținută până în toamnă prin diferite lucrări, așa cum s-a prezentat la punctul anterior.

Data limită de executare a arăturii pentru zonele de sud este 15 august iar pentru zonele de nord 30 august.

Pregătirea patului germinativ se va face în preziua sau ziua semănatului (vezi subcap. 4.15). Dacă arătura este executată corespunzător din vară și bine întreținută până în toamnă, cele mai bune rezultate se obțin când patul germinativ se pregătește cu combinatorul sau cu alte agregate complexe destinate acestui scop.

b. Sistemul de lucrare al solului pentru culturile de toamnă care urmează după premergătoare târzii:

Culturile care eliberează terenul târziu, toamna, sunt porumbul pentru boabe, soia, cartoful, sfecla pentru zahăr, floarea-soarelui, sorgul ș.a. Plantele care eliberează terenul toamna târziu pot deveni bune premergătoare pentru culturile de toamnă dacă se cultivă hibrizi sau soiuri timpurii și mijlocii, se efectuează lucrări de îngrijire de calitate iar eliberarea terenului se face într-un timp scurt.

Respectarea acestor condiții permite ca arătura să se execute cu două - trei săptămâni înainte de semănat, astfel încât semințele să poată fi introduse într-un sol așezat.

Modul de pregătire al terenului în vederea însămânțării culturilor de toamnă, după premergătoare târzii, este determinat de condițiile climatice din toamnă și de cantitatea de resturi vegetale rămase la suprafața solului.

b₁. În situația în care umiditatea solului permite, imediat după eliberarea terenului se execută arătura, la adâncimea de 18-22 cm, în agregat cu grapa stelată, condiția esențială fiind ca arătura să rezulte fără bulgări.

După premergătoare ca porumb sau floarea-soarelui, înainte de efectuarea arăturii, terenul se va lucra cu grapa cu discuri, prin 1-2 treceri, pentru a mărunți resturile vegetale și a înlesni încorporarea lor completă sub brazdă.

După executarea arăturii solul se lucrează cu agregate complexe pentru pregătirea patului germinativ, cultivatorul sau grapa cu discuri în agregat cu grapele cu colți reglabili.

Ultima lucrare se face fie cu combinatorul, fie cu câmpul de grape cu colți reglabili, în preziua sau ziua semănatului, perpendicular sau oblic față de direcția de semănat pentru ca urma marcatoarelor să fie mai vizibilă.

Semănatul se face în rânduri obișnuite, la 12,5 cm distanță, utilizând semănători universale sau la 17-18 cm dacă se seamănă cu semănători speciale.

b₂. În toamnele secetoase, când după premergătoare târzii nu se poate executa o arătură de calitate, rezultând bulgări sau chiar bolovani, se renunță la arătură, deoarece semințele cad printre bulgării rezultați și nu mai germinează iar răsărirea este neuniformă.

În aceste condiții, se recomandă ca solul să se lucreze cu grapa cu discuri grea, GDG-2,7; GDG-4,2 sau alte modele, la 15-18 cm sau prin două-trei treceri cu grapele cu discuri ușoară, GDU-3,4 ș.a. până se pregătește un pat germinativ corespunzător.

Rezultate bune se obțin și prin înlocuirea arăturii cu o lucrare fără întoarcerea brazdei, utilizând plugul paraplow sau cizelul, la adâncimea de 18-20 cm, urmate de două-trei treceri cu utilaje complexe. În condițiile unor ani agricoli cu precipitații apropiate de media multianuală, a aplicării unor doze de îngrășăminte mai mari cu 20-25% și a aplicării corespunzătoare a erbicidelor, producțiile obținute se pot situa aproape de nivelul celor obținute pe suprafețele arate (tabelul 5.1) (41).

Tabelul 5.1

**Influența sistemului de lucrare al solului asupra
producției de grâu, irigat**

Varianta de lucrare	Producția medie		Diferența (kg/ha)	Semnifi- cația
	kg/ha	%		
Arat la 20 cm + GS	5540	100	-	Martor
Arat la 20 cm + 10 cm + GS	5550	102	+80	
Arat la 30 cm + GS	5510	101	+40	
Paraplow	5420	99	-50	
Cizel	5250	97	-220	
Discuit permanent	5170	95	-300	oo

DL 5% = 226 kg/ha; DL 1% = 290 kg/ha; DL 0,1% = 425 kg/ha

După semănatul culturilor de toamnă care urmează după premergătoare târzii, se recomandă a se executa o lucrare cu tăvălugul neted, pentru a pune semințele în contact cu solul.

c. Sistemul de lucrare al solului pentru culturile de toamnă care urmează a fi cultivate pe terenuri desțelenite:

Suprafețele ocupate cu pajiști, lucernă sau trifoi se desțelenesc după primul pășunat din an, în cazul folosirii pajiștilor ca pășune, sau după primul cosit în cazul pajiștilor utilizate pentru producerea de fân.

Această perioadă coincide cu începutul verii, când se înregistrează cantități mai mari de precipitații, asigurându-se condițiile de descompunere a materiei organice, de combatere a buruienilor și de pregătire în condiții bune a solului pentru semănat.

Pentru desțelenire se recomandă o arătură cu plugul echipat cu antetrupiță, care realizează o lucrare de calitate, încorporând foarte bine în sol resturile organice. Dacă nu există în dotare un plug cu antetrupiță se recomandă efectuarea unei arături superficiale, numită și de “decoletare”, prin care se favorizează o uscare rapidă a resturilor vegetale, după care se execută o arătură normală, în agregat cu grapa stelată.

Până în toamnă arătura se întreține ca și în cazul sistemului de lucrări pentru culturile de toamnă care urmează după premergătoare timpurii.

Pregătirea patului germinativ se face cu cultivatorul în agregat cu grapele cu colți, combinatorul sau cu agregate complexe. Ultima trecere se va executa la adâncimea de încorporare a semințelor, perpendicular pe direcția pe care se va semăna.

În toamnele secetoase se recomandă folosirea tăvălugului inelar, fie înainte, fie după semănat.

5.3.3 SISTEMUL DE LUCRARE AL SOLULUI PENTRU CULTURILE DE PRIMĂVARĂ

În condițiile țării noastre, primăvara se seamănă un număr mare de culturi ca porumbul, floarea soarelui, sfecla pentru zahăr, mazărea, fasolea, soia, inul ș.a., se plantează cartof, care împreună ocupă circa 2/3 din suprafața arabilă.

La stabilirea sistemului de lucrări pentru culturile de primăvară trebuie avute în vedere o serie de particularități legate de planta premergătoare, condițiile climatice și cerințele plantelor care urmează a fi cultivate:

- lucrarea de bază a solului se recomandă a fi executată în vara sau toamna anului precedent, imediat după recoltarea plantei premergătoare;

- pregătirea patului germinativ se recomandă să fie făcută în două etape, toamna și primăvara;

- ogoarele de vară sau de toamnă se întrețin până la venirea iernii prin lucrări cu grapele sau cultivatoarele, pentru mărunțirea bulgărilor, distrugerea buruienilor și o bună nivelare;

- numărul lucrărilor care se execută primăvara trebuie redus la minim, pentru a micșora pierderile de apă;

- intrarea agregatelor în lucru, pe teren, se va face numai după ce solul s-a uscat/zvântat pentru a se evita tasarea solului.

În cadrul sistemului de lucrări pentru culturile de primăvară distingem următoarele situații:

- sistemul de lucrări pentru culturile de primăvară care urmează după premergătoare timpurii;

- sistemul de lucrări pentru culturile de primăvară care urmează după premergătoare târzii;

- sistemul de lucrări pentru culturile de primăvară care urmează a fi cultivate pe terenuri deștelenite.

a. Sistemul de lucrare al solului pentru culturile de primăvară care urmează după premergătoare timpurii:

După premergătoare timpurii, cereale păioase, rapiță, mazăre, cartof timpuriu, fasole, borceag, lucrările solului sunt, în general, aceleași ca și pentru culturile de toamnă care urmează după plante care se recoltează în cursul verii.

Regula generală, valabilă și pentru semănăturile de primăvară, este ca arăturile de vară să se execute cât mai devreme, deoarece, așa cum a rezultat din experiențe și s-a confirmat în practică, culturile semănate primăvara reacționează favorabil la arăturile de vară.

Afânarea adâncă este recomandată o dată la 3-4 ani, în general pe terenurile care vor fi cultivate cu o plantă prășitoare.

Arătura se execută imediat după recoltarea plantei premergătoare sau pe terenurile pe care s-a executat afânarea adâncă. În prealabil se administrează îngrășăminte chimice cu fosfor, amendamente sau gunoi de grajd care se încorporează prin arătură.

În zonele secetoase sau pentru culturile cu semințe mici, sfeclă pentru zahăr, în arăturile se nivelează din toamnă sau se lucrează cu grapa cu discuri.

Dacă nu se poate executa arătura, se face o dezmiriștire și se ară mai târziu.

Referitor la adâncimea arăturii, aceasta variază între 20 și 30 cm, în cele mai dese cazuri fiind cuprinsă între 23-28 cm, funcție de planta care urmează a fi cultivată, condițiile climatice ale anului, secetos sau ploios, de conținutul solului în humus, tipul de sol și alți factori. În funcție de cerințele față de adâncimea arăturii, culturile de primăvară se clasifică astfel:

- culturi care necesită afânarea solului la 20-25 cm, cum sunt leguminoasele pentru boabe (mazăre, soia, fasole);

- culturi care necesită afânarea solului la 26-30 cm, ca sfecla pentru zahăr, floarea-soarelui, porumb, cartof ș.a.

În condiții pedoclimatice specifice, aceste adâncimi pot fi mai mari sau mai mici, cu scopul de a îmbunătăți anumite însușiri ale solului și nu pentru că plantele ar solicita acest lucru.

Primăvara, se execută 1-2 lucrări superficiale cu grapele cu colți, cultivatorul sau combinatorul, ultima dintre ele la adâncimea de semănat și perpendicular pe direcția pe care se va face semănatul. Nu se recomandă folosirea grapei cu discuri deoarece contribuie la pierderea unor cantități importante de apă din sol.

b. Sistemul de lucrare al solului pentru culturile de primăvară care urmează după premergătoare târzii:

Pentru culturile de primăvară care urmează după premergătoare târzii, porumb, sfeclă pentru zahăr, cartof, soia, floarea-soarelui, se recomandă următoarele lucrări:

Se aplică gunoiul de grajd, îngrășămintele cu fosfor și cele cu potasiu și apoi se execută arătura de toamnă, imediat după recoltarea plantelor premergătoare, conform regulilor generale cunoscute.

Adâncimea arăturii va oscila între 20 și 30 cm, în cele mai dese cazuri fiind cuprinsă între 23-28 cm, funcție de planta care urmează a fi cultivată. Pe soluri cu textură ușoară, cultivate anterior cu plante având înrădăcinare profundă, sfeclă pentru zahăr, cartof, porumb, adâncimea arăturii va fi de maxim 25 cm, iar pe soluri cu textură fină, argiloase, pentru culturi de sfeclă pentru zahăr sau cartof, se ară la 28-30 cm.

Arătura de toamnă se grăbează în zonele de stepă, pentru a păstra apa în sol și în toate celelalte zone, când terenul urmează a fi cultivat cu plante care se seamănă primăvara timpuriu.

Primăvara, la stabilirea modului de pregătire a patului germinativ, se vor avea în vedere gradul de nivelare și de infestare cu buruieni, umiditatea solului, mersul vremii și cerințele plantei cultivate. Intrarea agregatelor pe teren trebuie să se facă numai după ce solul s-a zvântat bine, deoarece, la umiditate ridicată, tasarea produsă de roțile tractorului determină deteriorarea însușirilor fizice ale acestuia, nu se realizează o mărunțire a solului ci o fragmentare prin care se favorizează pierderea apei din sol și se întârzie pregătirea patului germinativ.

La culturile care se seamănă în epoca întâi, frecvent, prima lucrare primăvara se face cu grapa cu colți reglabili, imediat ce solul s-a zvântat. Dacă terenul este afânat și curat de buruieni, această lucrare este suficientă pentru pregătirea patului germinativ în vederea semănatului. Dacă terenul este tasat și îmburuienat, la câteva zile după lucrarea cu grapa cu colți reglabili, se lucrează cu grapa cu discuri în agregat cu grapa cu colți reglabili sau cu combinatorul. În cazul în care solul este prea uscat și lucrarea cu grapa cu colți nu are efectul scontat, se trece direct la lucrarea cu grapa cu discuri în agregat cu grapa cu colți.

Pentru culturile care se seamănă în epoca a II-a, în cazul unei desprimăvărări timpurii, dacă terenul este denivelat și îmburuienat, solul se lucrează superficial cu combinatorul sau cu agregate complexe, în vederea nivelării și distrugerii buruienilor.

Definitivarea patului germinativ se realizează în preziua sau ziua semănatului, cu cultivatorul pentru cultivație totală prevăzut cu grape elicoidale, combinatorul sau cu agregate complexe. Concomitent cu definitivarea patului germinativ pot fi încorporate în sol erbicide sau se poate face o fertilizare parțială (42).

Dacă terenul este nivelat și nu este îmburuienat, pregătirea patului germinativ se poate face în preziua sau ziua semănatului prin lucrarea directă cu combinatorul.

Pentru culturile care se seamănă la adâncime mică, lucernă, trifoi, in, sfeclă pentru zahăr ș.a., se impune realizarea unei suprafețe cât mai nivelate încă din toamnă, prin discuire, pentru ca în primăvară solul să fie lucrat cât mai superficial, numai cu combinatorul, prevăzut cu lamă nivelatoare, grapă

cu colți și grapă elicoidală. Folosirea grapei cu discuri la pregătirea patului germinativ pentru aceste culturi este total contraindicată.

La pregătirea patului germinativ în primăvară, pe lângă nivelarea și mărunțirea solului, un obiectiv esențial care trebuie urmărit, îl constituie conservarea apei din sol; acest obiectiv se poate realiza prin mobilizarea superficială a acestuia și prin reducerea numărului de lucrări, pentru a micșora pierderile de apă prin evaporare. În acest scop se vor folosi agregate complexe, care execută mai multe operații la o singură trecere și în plus, reduc gradul de tasare și consumul de carburanți (43).

c. Sistemul de lucrare al solului pentru culturile de primăvară care urmează a fi cultivate pe terenuri desțelenite:

Luarea în cultură a pajiștilor permanente sau temporare în vederea înființării culturilor de primăvară are loc, în mod obișnuit, toamna, iar în cazul în care acestea nu asigură și coasa a doua, luarea în cultură se face vara, după prima coasă sau primul pășunat.

Lucrările de bază, în general, sunt aceleași ca și pentru culturile de primăvară care urmează după premergătoare timpurii sau târzii, cu deosebirea că arătura poate fi normală sau adâncă, în funcție de cerințele plantei care urmează a fi cultivată. Se va acorda o atenție deosebită arăturii, pentru a se asigura o foarte bună întoarcere a brazdelor și încorporarea completă a resturilor vegetale, coletelor și tulpinilor rămase la suprafața solului.

Primăvara, terenul se pregătește în vederea semănatului așa cum s-a prezentat la sistemul de lucrări pentru culturile de primăvară care urmează după premergătoare timpurii sau târzii.

5.3.4 SISTEMUL DE LUCRARE AL SOLULUI PENTRU CULTURILE SUCCESIVE

Culturile succesive, numite și culturi în miriște sau duble, se seamănă în intervalul de timp dintre recoltarea unei culturi considerată ca principală și semănatul alteia. Acestea urmează după culturi care se recoltează devreme, la sfârșitul primăverii sau la începutul verii, ca borceagul, rapița, porumbul masă verde, cartoful timpuriu, orzul de toamnă, ș.a. și care până toamna produc o recoltă de furaj masă verde, fân sau chiar boabe la soiurile și hibridii cu o perioadă scurtă de vegetație.

Pentru culturi succesive se pot însămânța porumb pentru siloz, porumb pentru masă verde sau chiar pentru boabe, iarbă de Sudan, bostan furajer, orz pentru furaj, fasole pentru păstăi sau pentru boabe ș.a.

O primă condiție pentru reușita acestor culturi este asigurarea apei, cerință care se îndeplinește cu ușurință în zonele cu precipitații mai abundente în cursul verii sau în condiții de irigare.

O altă condiție, foarte importantă pentru reușita acestor culturi este ca lucrările de pregătire a solului și semănatul să se facă în timp cât mai scurt după recoltarea plantei premergătoare, pentru a nu se pierde apa din sol și a se asigura numărul de zile și suma gradelor de temperatură utilă (SGTU) necesare pentru ajungerea lor la maturitate înainte de venirea brumelor de toamnă.

Epoca de semănat se poate extinde până la 25-30 iunie în zona colinară și 10-15 iulie în zonele din sud. În unele cazuri, culturile succesive pot fi semănate chiar în a doua jumătate a lunii mai, caz în care se pot realiza producții practic egale cu cele ale plantelor semănate în cultură normală.

Arătura se execută imediat după recoltarea plantei premergătoare, când solul este încă reavăn, cu plugul în agregat cu grapa stelată. Adâncimea arăturii oscilează între 15 și 20 cm, în funcție de umiditatea solului, evitându-se formarea bulgărilor.

Pregătirea patului germinativ se face printr-o singură trecere cu cultivatorul în agregat cu grapele cu colți, sau chiar o singură trecere cu combinatorul și numai în ultimă instanță cu grapa cu discuri ușoară (GDU-3,4) în agregat cu grapa cu colți reglabili (GCR-1,7), iar dacă terenul este prea afânat se atașează un tăvălug neted la grapa cu discuri.

Pregătirea arăturii și a patului germinativ se poate face și prin utilizarea unor agregate complexe, care execută toate aceste operații într-o singură trecere.

Pe solurile ușoare, afânate și curate de buruieni, se poate renunța la arătură, efectuându-se două treceri cu grapa cu discuri grea, care lucrează la 15-18 cm și una cu cultivatorul sau combinatorul pentru definitivarea patului germinativ.

O altă variantă de lucrare a solului fără arătură este utilizarea unor agregate complexe, care includ organe de lucru tip cizel, daltă, discuri, grape cu colți și elicoidale, care pregătesc patul germinativ printr-o singură trecere.

De asemenea, pot fi utilizate echipamente pentru semănatul direct, care realizează semănatul în teren nearat, neprelucrat, printr-o singură trecere.



În condiții de secetă se poate utiliza cizelul pentru lucrarea de bază iar pregătirea patului germinativ se face cu agregate complexe sau cu grapele. După semănat se recomandă aplicarea unei lucrări cu tăvălugul inelar, pentru a pune mai bine în contact sămânța cu solul și a favoriza răsărirea plantelor. În acest mod se realizează importante economii de combustibil și, în același timp, crește productivitatea.

5.3.5 SISTEMUL DE LUCRARE AL SOLULUI PENTRU CULTURILE COMPROMISE

În unii ani agricoli, plantele cultivate pot suferi pagube foarte mari, care determină obținerea unor recolte mici, care nu justifică continuarea aplicării lucrărilor prevăzute inițial în cadrul tehnologiilor și creșterea cheltuielilor. Cauzele compromiterii culturilor pot fi inundațiile, temperaturile scăzute, căderile de grindină, atacul unor boli sau dăunători, îmburuienarea excesivă, remanența unor erbicide, semințe de slabă calitate etc.

În astfel de situații, culturile considerate compromise trebuie desființate și se seamănă alte culturi. Înainte de aceasta, se impune identificarea cauzei principale care a determinat compromiterea și trebuie înlăturate efectele negative care se manifestă, pentru ca acestea să nu influențeze și cultura nou înființată.

Astfel, dacă principala cauză a fost reprezentată de temperaturi foarte scăzute, în timpul iernii sau după semănat, sau de inundații, suprafața respectivă poate fi cultivată cu aceeași plantă sau cu una având perioada de vegetație mai scurtă. Dacă se constată compromiterea culturii ca urmare a remanenței unui erbicid, atunci pe suprafața respectivă trebuie să urmeze o cultură rezistentă la acțiunea remanentă a acestuia.

Sistemul de lucrare al solului care urmează a fi aplicat va fi în funcție de starea culturală a terenului:

- pe terenuri afânate, cu un grad redus de îmburuienare, pe care nu s-a format crustă și nu există depuneri de aluviuni, pe care culturile au fost compromise imediat după răsărire, se poate semăna direct, fără a mai fi necesare alte lucrări;

- pe terenurile ușor tasate dar fără buruieni, se va lucra solul cu cultivatorul sau cu grapele, la o adâncime egală cu cea la care se va face semănatul.

5.4 SISTEME NECONVENȚIONALE DE LUCRARE A SOLULUI. SISTEME CU LUCRĂRI MINIME

5.4.1 EVOLUȚIE. CARACTERISTICI

Sistemele clasice de lucrare a solului au determinat creșterea treptată a producției, însă numeroasele lucrări prevăzute în tehnologie au contribuit la deteriorarea calității solului, concretizată în distrugerea structurii, reducerea conținutului de humus, accentuarea fenomenului de eroziune, tasarea solului ș.a. De asemenea, datorită lucrărilor de întoarcere a brazdelor s-a redus foarte mult numărul de reprezentanți ai mezofaunei și în special a râmelor (*Lumbricidae* sp.), care au un rol important în formarea agregatelor hidrostabile (44).

Aceste dezavantaje au condus la necesitatea elaborării unui sistem care să favorizeze creșterea plantelor de cultură, dar să evite neajunsurile sistemului clasic, să păstreze și să amelioreze proprietățile solului.

Mai mult, în încercarea de a stabili relații echitabile între nevoia de o productivitate tot mai ridicată și o atitudine prietenoasă față de mediul înconjurător, s-a ajuns la concluzia că agricultura, pentru a putea asigura susținerea societății, trebuie să se bazeze pe conceptul de dezvoltare durabilă.

Timp de mii de ani, aratul a reprezentat lucrarea de bază pentru cultivarea plantelor, dar odată cu intensivizarea agriculturii au fost semnalate o serie de efecte negative ale acesteia și astfel a apărut ideea reducerii numărului de lucrări ale solului sau chiar a renunțării la arătură.

Primele cercetări privind sistemul minim de lucrare a solului s-au efectuat în Carolina de Nord (SUA) începând cu anul 1940 (45).

În 1943, Edward H. Faulkner a publicat cartea “Plowman’s Folly” în care sugerează că fermierii ar trebui să renunțe la arătură și să lase resturile vegetale la suprafața solului. Deși cartea a reprezentat un mare succes, ideea de a se renunța la arătură a fost primită cu mult scepticism de către fermieri și cercetători (46).

Cercetările s-au extins însă foarte repede în alte state, Kansas, New Jersey, Illinois, Virginia, Kentucky etc. iar după 1945, a apărut un nou tip de agricultură, bazat mai mult pe utilizarea erbicidelor decât pe a arăturii în combaterea buruienilor, alături de folosirea semănătorilor special concepute pentru semănatul direct în teren nearat. Acest moment este considerat ca începutul agriculturii în sistem minim de lucrare a solului (“no tillage”) (47).

Datorită avantajelor economice evidente, cercetările s-au extins în țări precum Anglia (A.E.M. Hood (47a) 1964, R.S.L. Jeater, McIlvenny (47b) 1965, J.E. Moody, G.M. Shear, J.N. Jones Jr. (47c) 1961), Noua Zeelandă (L.A. Porter (47d), 1970), țări din America de Sud etc.

Suprafețele cultivate în sistem “no tillage” s-au extins pe soluri și zone climatice considerate inițial ca nepotrivite, de la cercul polar, peste Ecuator, până la 50° latitudine sudică, de la nivelul mării până la altitudini de 3000 m, din zone secetoase (250 mm/an pp.) la cele foarte ploioase (2000 mm/an pp), pe soluri cu texturi foarte diferite și în ferme de toate mărimile (48).

Dacă în 1999, suprafețele lucrate în sistem minim pe glob, erau de aproximativ 45 milioane ha, zece ani mai târziu au ajuns la 111 milioane ha, iar ultimile date publicate de FAO arată că suprafețele lucrate prin această tehnologie au crescut rapid, ajungând la peste 180 de milioane ha (49) (tabelul 5.2).

Tabelul 5.2

**Suprafețe lucrate în sistemul de agricultură neconvențional
(milioane hectare) (2017)**

Zona/Regiunea	Suprafața lucrată în sistem neconvențional	Ponderea din suprafața globală (%)	Ponderea din suprafața cultivată în regiune, %
America de Sud	69,90	38,7	63,2
America de Nord	63,18	35,0	28,1
Australia și Noua Zeelandă	22,67	12,6	45,5
Asia	13,93	7,7	4,1
Rusia și Ucraina	5,70	3,2	3,6
Europa	3,56	2,0	5,0
Africa	1,51	0,8	1,1
TOTAL	180,44	100	12,5

Începând din 2009 suprafața lucrată în sistem neconvențional a crescut cu aproximativ 10 milioane de hectare pe an, fapt care indică creșterea interesului fermierilor și guvernelor naționale pentru această producție alternativă. Adoptarea acestui sistem de producție a fost intensă, în special în țări din America de Nord și de Sud, precum și din Australia, Asia și mai recent, din Europa și Africa, unde gradul de conștientizare și sprijin pentru agricultura conservativă este în creștere (tabelul 5.3).

Tabelul 5.3

**Suprafețe lucrate în sistem neconvențional (mii ha)
FAO-AQUATSTAT (2017)**

Țara	Suprafața cu AC*	Țara	Suprafața cu AC*	Țara	Suprafața cu AC*
SUA	43204,00	Slovacia	35,00	Belgia	0,27
Brazilia	32000,00	Sudan	10,00	Pakistan	600,00
Argentina	31028,00	Mozambic	289,00	România	583,82
Canada	19936,00	Elveția	17,00	Polonia	403,18
Australia	22299,00	Ungaria	5,00	Iran	150,00
Paraguay	3000,00	Tunisia	12,00	Estonia	42,14
Kazastan	2500,00	Maroc	10,50	Cehia	40,82
China	9000,00	Lesotho	2,00	Austria	28,33
Bolivia	2000,00	Irlanda	0,20	Lituania	19,28
Uruguay	1260,00	Rusia	5000,00	Croația	18,54
Spania	900,00	India	1500,00	Bulgaria	16,50
Africa de Sud	439,00	Malawi	211,00	Suedia	15,82
Germania	146,00	Turcia	45,00	Letonia	11,34
Venezuela	300,00	Moldova	60,00	Uganda	7,80
Franța	300,00	Ghana	30,00	Algeria	5,60
Finlanda	200,00	Syria	30,00	Danemarca	2,50
Chile	180,00	Tanzania	32,60	Slovenia	2,48
Noua Zeelandă	366,00	Grecia	24,00	Bangladesh	1,50
Columbia	127,00	Korea	23,00	Swaziland	1,30
Ukraina	700,00	Irak	15,00	Tadjikistan	1,20
Italia	283,92	Madagascar	9,00	Vietnam	1,00
Zambia	316,00	Uzbekistan	10,00	Cambogia	0,50
Kenia	33,10	Azarbaijan	1,30	Laos	0,50
Regatul Unit al MB	362,00	Lebanon	1,20	Luxemburg	0,44
Portugalia	32,00	Kyrgyzstan	50,00	Cipru	0,27
Mexic	41,00	Olanda	7,35		
Zimbabwe	100,00	Namibia	0,34		
TOTAL			180 438,64		
Diferență față de 2009					+69,42 %

AC* - Agricultură conservativă

În plus, sistemul neconvențional de agricultură cuprinde tot mai frecvent și plantații de viță de vie, pomi fructiferi, pășuni, fânețe și suprafețele cu folosințe agroforestiere.

În Europa suprafața care poate fi lucrată în sistem neconvențional este estimată la aproximativ 91 de milioane hectare și s-a calculat că prin utilizarea acestui sistem se poate depozita/reține în sol un stoc de carbon organic de 37 381 131 t/an (tabelul 5.4).

Tabelul 5.4

**Suprafața lucrată în sistem neconvențional la culturile anuale și
cantitatea de carbon organic fixată anual**

Țara	Suprafața lucrată în sistem neconvențional (ha)	Creșterea carbonului organic din sol (t/ha/an)	Stocul curent de carbon organic fixat (t/an)	Suprafața potențială a fi lucrată în sistem no-till (ha)	Total carbon organic care poate fi fixat în sol (t/an)
Austria	28330	0,42*	11927	1232040	518670
Belgia	270	0,32**	87	613580	198084
Bulgaria	16500	0,42	6946	3197800	1346225
Croația	18540	0,42	7805	832870	350626
Cipru	270	0,81***	219	61770	50085
Rep. Cehă	40820	0,42	17185	2273890	999372
Danemarca	2500	0,32	807	2184120	705107
Estonia	42140	0,02****	843	578660	11573
Finlanda	200000	0,02	4000	1912710	38254
Franța	300000	0,20	60000	17166990	3433398
Germania	146300	0,43	63441	10904310	4728505
Grecia	7	0,81	6	1600950	1298104
Ungaria	5000	0,42	2105	3560130	1498761
Irlanda	2000	0,32	646	999550	322688
Italia	283923	0,77	219094	5992540	4624243
Letonia	11340	0,02	227	1101650	22033
Lituania	19280	0,02	386	2129630	42593
Luxemburg	440	0,42	185	60950	25659
Malta	Nd	0,81	Nd	5290	4289
Olanda	7350	0,32	2373	670360	216415
Polonia	403180	0,41	164632	9518930	6886896
Portugalia	16050	0,81	13014	707490	573656
România	583820	0,42	245779	7295660	3071362
Slovacia	35000	0,42	14734	1304820	549309
Slovenia	2480	0,42	1044	165410	69635
Spania	619373	0,85	526467	7998655	6798857
Suedia	15820	0,02	316	2324650	46493
Regatul Unit	362000	0,45	161331	4376000	1950237
Total Europa	3162733		1525598	90871405	37381131

*Regiune cu climat Continental, **Atlantic, ***Mediteranean, **** Boreal

În România, experiențele cu sisteme minime de lucrare și “no tillage” au început după 1960 la Institutul de Cercetări pentru Cereale și Plante Tehnice de la Fundulea (50, 51, 52), au continuat în mai multe Stațiuni de Cercetări Agricole, ca Podu Iloaiei (Pînzaru D. și colab., 1980-1993), Șimnic, Turda ș.a., în cadrul universităților agronomice (București, Cluj, Iași, Timișoara) și în unități de producție (Urleasca, jud. Brăila, Apahida, jud. Cluj ș.a.).

Datorită lipsei mașinilor și echipamentelor specifice, au apărut probleme cu îmburuienarea culturilor și sistemul nu s-a extins în producție. În momentul de față, se utilizează diferite variante ale sistemelor reduse de lucrare a solului, se folosesc echipamente și mașini de ultimă generație, dar nu există date oficiale certe care să evidențieze suprafața totală lucrată în acest sistem.

În urma cercetărilor efectuate pe toate continentele, s-a conturat ideea că sistemul neconvențional (minim) de lucrare reprezintă în esență un număr redus de lucrări. Dezvoltarea acestui sistem a fost favorizată de progresele din domeniul mecanizării, prin apariția de mașini special construite pentru afânarea adâncă, semănat, fertilizat, combaterea buruienilor, bolilor și dăunătorilor.

Sistemul minim de lucrare al solului are următoarele caracteristici principale:

- lucrarea de bază se execută fără întoarcerea brazdei, cu cizelul, plugul paraplow, grapa cu discuri, grapa rotativă, cultivatorul ș.a. și numai în cazuri deosebite, o dată la 3-4 sau chiar la 10-12 ani, arătură cu întoarcerea brazdei;

- un număr mai redus de lucrări ale solului față de sistemul clasic;

- resturile vegetale sunt tocate concomitent cu recoltarea plantei premergătoare, încorporate superficial și parțial (40-70%) prin lucrarea de bază, restul de 30-60% rămânând la suprafața solului unde îndeplinesc, în principal, rolul de mulci, protejându-l împotriva eroziunii hidrice sau eoliene (53);

- solul poate fi lucrat oricând în perioada de la recoltatul plantei premergătoare și până la semănat;

- materia organică poate fi oxidată mai bine, apa se infiltrează mai ușor în profunzime iar agregatele de sol sunt mai stabile.

Tăierea resturilor vegetale se face, de regulă, toamna, concomitent cu recoltarea plantei premergătoare, dar poate fi făcută și primăvara devreme.

Lucrarea de bază a solului, în majoritatea cazurilor, se execută toamna, când se administrează și îngrășămintele cu fosfor și potasiu. Uneltele și echipamentele folosite sunt astfel reglate încât să încorporeze numai parțial resturile vegetale, iar solul trebuie să fie relativ uscat, pentru obținerea unor indici de calitate corespunzători.

Pentru pregătirea patului germinativ în primăvară se folosesc grape, cultivatoare sau agregate complexe, concomitent aplicându-se îngrășămintele cu azot și erbicidele.

Datorită aplicării îngrășămintelor la suprafață, fără încorporare, pot să apară fenomene de acidifiere a solului, motiv pentru care periodic trebuie verificată reacția acestuia.

5.4.2 AVANTAJE ALE SISTEMELOR DE LUCRĂRI NECONVENȚIONALE (MINIME)

Sistemele de lucrări neconvenționale (minime) s-au extins datorită avantajelor pe care le prezintă față de sistemele clasice de lucrare.

Principalele avantaje ale sistemelor de lucrări minime sunt următoarele:

a. Conservarea și ameliorarea însușirilor fizice ale solului. Prin reducerea numărului de treceri ale agregatelor agricole pe suprafața solului se evită distrugerea structurii și scăderea conținutului în humus; de asemenea, se reduce gradul de tasare al solului, care se manifestă prin scăderea valorilor densității aparente, rezistenței la penetrare și creșterea porozității totale, de aerație, a permeabilității pentru apă, a schimbului de gaze ș.a. (54).

Comparând umiditatea solului lucrat prin tehnologia convențională și prin lucrări minime s-a constatat un plus de umiditate în cazul utilizării variantelor cu lucrări minime, pe adâncimea 0-15 cm (55), suficient pentru a asigura creșterea și dezvoltarea plantelor pentru perioade scurte de secetă, de două - trei săptămâni. Creșterea cantității de apă infiltrată și reținută, cuplată cu reducerea evaporației, creează un mediu favorabil pentru creșterea și dezvoltarea plantelor.

b. Reducerea fenomenului de eroziune. Prin reducerea numărului de lucrări și a intensității acestora se contribuie la reducerea eroziunii provocate de apă și vânt. Pe terenurile în pantă, lucrarea solului fără întoarcerea brazdei constituie un mijloc foarte eficace de reducere a eroziunii hidrice și a cantității de sol transportat în aval, în special după efectuarea lucrărilor de

bază executate după premergătoare timpurii. De asemenea, resturile vegetale, tocate și încorporate superficial, contribuie la reducerea cantității de apă scurse și a pierderilor de sol prin eroziune eoliană. Chiar pe soluri cu o erodabilitate eoliană foarte ridicată, utilizarea sistemului de lucrări minime a redus pierderile de sol de la aproximativ 17,5 t/ha/an la 1,8 t/ha/an (56, 57).

c. Costuri mai scăzute. Practicarea sistemului de lucrări neconvenționale (minime), cu număr redus de treceri, determină importante scăderi ale costurilor de producție și implicit prețuri mai mici ale produselor agricole, fapt care se realizează datorită reducerii consumului de combustibil la unitatea de suprafață. În cadrul sistemului convențional, lucrările de pregătire a patului germinativ reprezintă în mod obișnuit, 30-40% din totalul cheltuielilor aferente unei culturi, iar în cadrul sistemului minim, acestea se reduc cu 60-75% față de cel înregistrat în cadrul sistemului convențional de lucrare a solului.

De asemenea, volumul total al lucrărilor necesare pentru pregătirea patului germinativ și semănat (sau plantat) se reduce în condițiile utilizării sistemului minim de lucrare cu 45-55% (58), determinând o creștere a productivității muncii și a suprafeței care poate fi lucrată de un fermier.

Mașinile și echipamentele de bază necesare pentru practicarea sistemului de lucrări minime ale solului includ semănători, echipamente pentru aplicarea erbicidelor și mașini de recoltat, care sunt mai reduse ca număr și diversitate față de sistemul convențional. Totodată, tractoarele care se utilizează au o perioadă mai lungă de exploatare, datorită reducerii numărului de ore lucrate pentru fiecare cultură.

d. Flexibilitate în executarea semănatului. Condițiile climatice (precipitațiile) pot întârzia efectuarea lucrărilor de pregătire a patului germinativ, a semănatului sau plantatului în cadrul sistemului convențional de lucrare, însă sistemul minim oferă oportunitatea executării acestor lucrări într-un timp foarte scurt, imediat ce se poate intra pe teren, fără a necesita o umiditate corespunzătoare a solului și vreme bună pentru fiecare lucrare în parte. Solurile lucrate în sistem minim asigură, în același timp, o mai bună traficabilitate pentru utilajele agricole la executarea semănatului, aplicării erbicidelor și la recoltare.

e. Utilizarea mai eficientă a irigațiilor. Sistemul de lucrări minime ale solului asigură o utilizare mai eficientă a apei de irigare, care este mai bine conservată în sol. În acest fel se reduce necesarul de apă și se reduc costurile pentru irigare.

f. Conservarea solului. Prin reducerea fenomenului de eroziune, restituirea materiei vegetale solului, menținerea stratului de mulci la suprafață, sistemul de lucrări minime contribuie la protecția agroecosistemelor, conservarea acestora și menținerea echilibrului în natură.

Materiile vegetale încorporate în sol reprezintă o sursă de material energetic pentru un număr mare de viețuitoare care trăiesc la suprafața solului sau în sol, contribuind astfel la îmbunătățirea activității biologice, menținerea biodiversității și în acest mod, a echilibrului în cadrul agroecosistemelor.

5.4.3 DEZAVANTAJE ALE SISTEMELOR DE LUCRĂRI NECONVENȚIONALE (MINIME)

Ca orice sistem de agricultură, sistemele de lucrări minime au și o serie de dezavantaje, cum ar fi:

a. Datorită stratului de mulci de la suprafață, primăvara, solurile lucrate după această tehnologie se încălzesc mai greu, temperatura putând fi cu 2-3 °C mai mică decât în cazul lucrării solului în sistem convențional. Acest fapt trebuie avut în vedere în special în zonele de silvostepă și submontane unde semănatul în epoca optimă este foarte important, în vederea realizării sumei unităților termice și a intervalului de timp necesar pentru ajungerea plantelor la maturitate.

b. Combaterea buruienilor este mai dificilă fără întoarcerea brazdei și încorporarea acestora în profunzime. În aceste condiții, numărul speciilor de buruieni și densitatea lor pe unitatea de suprafață se măresc, fiind necesar controlul strict al acestora prin metode integrate, în cadrul cărora cele chimice și agrotehnice au un rol esențial.

c. Combaterea bolilor și dăunătorilor. Prezența resturilor vegetale la suprafață și renunțarea la arătură, contribuie la proliferarea bolilor și a dăunătorilor specifici, însă nivelul de infestare nu este foarte ridicat în comparație cu sistemul convențional de lucrare a solului.

d. Estetica solului. Pentru foarte multă lume, implicată sau nu în sfera producției agricole, a fost și este dificil de acceptat aspectul neîngrijit, părăginit, al terenurilor lucrate în sistemul minim. Resturile de plante de la suprafață, în diferite grade de descompunere, reprezintă o schimbare drastică și se situează departe de imaginea clasică, cu o suprafață curată, bine mărunțită a solului, specifică terenurilor lucrate prin tehnologia convențională.

Acest aspect aparent neîngrijit, neregulat, a continuat să impresioneze neplăcut de la apariția sistemului de lucrări minime și până astăzi, având un impact social deosebit și contribuind într-o oarecare măsură la introducerea lui mai lentă în practică.

Cu toate că sistemele de lucrări minime nu au o vechime mai mare de 70-80 de ani, interesul pentru acest domeniu a crescut foarte mult în lumea întreagă, atât pentru cercetători cât și pentru fermieri. O parte dintre aceștia, în special în America de Nord, consideră că în acest sistem trebuie lucrate cele mai bune terenuri, pentru a maximiza producția, iar o altă parte, în special în Europa, consideră că prin acest sistem ar trebui lucrate terenurile mai slab productive, unde prin adaptarea tehnologiilor să se obțină producții acceptabile.

Dar indiferent de opinii, fără îndoială, sistemele de lucrări minime vor continua să ocupe un loc important în practica agricolă, datorită protecției pe care o asigură solului, conservării apei și reducerii consumului de combustibil.

5.4.4 VARIANTE ALE SISTEMELOR DE LUCRĂRI MINIME

Sistemele de lucrări minime pot avea numeroase variante, în funcție de condițiile specifice de sol, climă, pantă, dotare tehnică etc.

În România, prin sistem minim de lucrare se înțelege fie reducerea numărului de lucrări executate în comparație cu sistemul convențional, fie reducerea numărului de treceri ale agregatelor pe suprafața terenului, prin executarea simultană a mai multor lucrări.

Sistemele conservative utilizate în zona noastră se clasifică în *sisteme raționalizate* de lucrare a solului și *sisteme de lucrări minime*.

5.4.4.1 SISTEME RAȚIONALIZATE DE LUCRARE A SOLULUI

În cadrul sistemelor raționalizate de lucrare a solului se utilizează, ca și lucrare de bază, fie arătura executată cu plugul cu cormană, fie afânarea solului fără întoarcerea brazdei, sau se utilizează agregate complexe care execută mai multe operații la o singură trecere. Cele mai utilizate sisteme raționalizate de lucrare a solului sunt *sistemul arat/afânat-semănat*, *sistemul cultivat semănat* și *sistemul semănat-cultivat*.

Sistemul arat/afânat-semănat. Acest sistem se practică la culturile semămate în rânduri distanțate (porumb, floarea-soarelui ș.a.) și se caracterizează prin aceea că pregătirea solului pentru semănat, aplicarea îngrășămintelor, erbicidelor, semănatul și tasarea solului pe rând se realizează prin trei treceri. La prima trecere se execută aplicarea îngrășămintelor, urmată de lucrarea de bază a solului, efectuată cu întoarcerea brazdei sau prin afânare adâncă. La a doua trecere se execută pregătirea patului germinativ cu ajutorul agregatelor complexe, iar la a treia trecere semănatul, concomitent aplicându-se erbicide și îngrășăminte.

Prin tăvălugirea pe rândul semănat, pe o lățime de 15-20 cm și prin aplicarea îngrășămintelor pe rând, se favorizează germinarea, răsărirea și creșterea mai rapidă a plantelor. Între rânduri, solul rămâne afânat, existând condiții pentru infiltrarea apei din precipitații.

Acest sistem se recomandă a fi folosit în zone mai umede și reci, deoarece solul afânat prin arătură se încălzește mai repede și permite executarea timpurie a semănatului. Este necesar ca pregătirea solului să se realizeze la un conținut optim de umiditate, pentru ca brazda să se mărunțească bine.

Sistemul cultivat-semănat. Acest sistem presupune două treceri și anume: prima trecere, constă în aplicarea îngrășămintelor și afânarea solului fără întoarcerea brazdei, utilizând cizelul sau scarificatorul, urmată de a doua trecere, care include pregătirea patului germinativ, semănatul, administrarea îngrășămintelor și erbicidelor, utilizând agregate complexe.

A doua trecere se poate executa în mai multe variante și anume:

- Pregătirea solului cu organe de lucru pasive și semănatul, mod de lucru răspândit în multe țări, în special SUA. Cel mai simplu agregat este format din cultivator și semănătoare, care poate fi prevăzut și cu dispozitive de fertilizare și erbicidare. Prin utilizarea acestui tip de agregat se reduc cheltuielile de producție cu aproximativ 30% comparativ cu sistemul clasic de lucrare (59).

- Pregătirea solului cu organe de lucru active și semănatul. Agregatul este alcătuit din freză, semănătoare, echipamente de erbicidare și fertilizare; se recomandă a fi folosit în special când arătura este bolovănoasă, deoarece printr-o singură trecere terenul este bine pregătit și semănat.

Sistemul semănat-cultivat. Acest sistem presupune executarea tuturor lucrărilor, pregătirea solului pentru semănat, aplicarea îngrășămintelor, erbicidelor, semănatul și tasarea solului pe rând, într-o

singură trecere, fiind utilizat pentru cultivarea plantelor prășitoare, porumb, floarea-soarelui ș.a.

Pentru realizarea acestor operații se folosește un agregat special, alcătuit dintr-un plug cu două brăzdare în agregat cu o grapă stelată, urmat de o semănătoare cu un singur tub, prevăzută cu un dispozitiv de administrare a îngrășămintelor pe rând, iar în spatele tubului semănătorii este atașat un tăvălug care tasează ușor solul semănat pentru a-l pune în contact cu sămânța.

Combaterea buruienilor se realizează pe cale chimică, agregatul fiind prevăzut cu un dispozitiv de erbicidat și pe cale mecanică, prin una sau două lucrări de cultivație în cursul perioadei de vegetație, ocazie cu care se poate face și fertilizarea suplimentară cu azot.

Prin tăvălugirea pe rândul semănat, pe o lățime de 15-20 cm și prin aplicarea îngrășămintelor pe rând, se favorizează germinarea, răsărirea și creșterea mai rapidă a plantelor. Între rânduri, solul rămâne afânat, existând condiții pentru infiltrarea apei din precipitații.

5.4.4.2 SISTEMUL DE LUCRĂRI MINIME (MINIMUM TILLAGE)

Sistemul de lucrări minime, constă în executarea lucrării de bază a solului fără întoarcerea brazdei iar resturile vegetale sunt menținute la suprafața solului, în proporții diferite, sau sunt încorporate superficial, având rolul de mulci. Pentru menținerea la valori optime a proprietăților fizice ale solului, nu se renunță în totalitate la arătură, aceasta executându-se cu întoarcerea brazdei, o dată la 4-5 sau chiar mai mulți ani.

În funcție de uneltele și mașinile utilizate pentru efectuarea lucrării de bază a solului, acest sistem include lucrarea cu cizelul, plugul paraplow, grapa cu colți verticali rotativi, cultivatorul, grapa cu discuri sau agregate complexe.

Lucrarea cu cizelul, asigură afânarea solului până la adâncimi de 20-30 cm, fără întoarcerea brazdei. Calitatea lucrării este asigurată prin reglarea și corelarea adâncimii de lucru cu distanța dintre piesele active, astfel încât să rezulte un strat de sol uniform afânat pe toată secțiunea lucrată.

Epoca cea mai frecventă de efectuare a lucrării de bază cu cizelul este toamna, după recoltarea plantelor premergătoare, când solul are o umiditate corespunzătoare pentru a se fragmenta și mărunți în profunzime.

Dacă terenul este acoperit cu resturi vegetale bogate, se recomandă montarea în fața organelor active ale cizelului a unor discuri sau cuțite pentru a le tăia, mărunți și a evita astfel înfundarea acestora. Resturile vegetale parțial încorporate se descompun mai repede decât cele rămase la suprafața solului, iar primăvara se mai execută o lucrare de mărunțire și încorporare a celor rămase nedescompuse. Gradul de acoperire cu resturi vegetale, care rezultă după efectuarea lucrării, depinde de forma organelor active, viteza și adâncimea de lucru.

Lucrarea cu plugul paraplow, se recomandă în primul rând pe terenurile în pantă, pentru o mai bună protecție a solului împotriva eroziunii hidrice, pe soluri nisipoase pentru reducerea fenomenului de eroziune eoliană, pe terenuri cu strat de săruri aflat în orizontul 20-30 cm sau pe soluri cu orizontul fertil subțire.

Lucrarea cu grapa cu colți verticali rotativi asigură, datorită mișcării de rotație a organelor active, antrenate de la priza de putere sau instalația hidraulică, o foarte bună mărunțire a solului pe adâncimea de 10-12 cm, plus o nivelare și o bună așezare, prin acțiunea grapelor elicoidale rotative sau a tăvălugului montat la partea din spate a acestor agregate complexe.

Lucrarea cu cultivatorul, echipat cu organe active tip săgeată dublă, realizează o afânare fără întoarcerea brazdei, la adâncimea de 10-15 cm. Rezultate satisfăcătoare se obțin pe solurile ușoare, cu textură nisipoasă, fără hardpan sau orizonturi tasate.

Lucrarea cu grapa cu discuri, dă rezultate bune atunci când aceasta alternează cu arătura și la culturi care nu au cerințe ridicate față de adâncimea de afânare a solului. Această lucrare are avantajul că are o foarte bună productivitate, realizează importante economii de combustibil și în condițiile în care se aplică o fertilizare și o aprovizionare cu apă corespunzătoare, asigură producții practic egale cu cele obținute în tehnologiile convenționale. La repetarea acestei lucrări trebuie urmărite cu atenție modul în care evoluează structura solului și gradul de îmburuienare al culturilor.

Agregatele complexe, sunt utilizate pentru a înlocui arătura datorită faptului că realizează, la o singură trecere, mărunțirea și afânarea solului, pregătirea patului germinativ, semănatul și tasarea superficială a acestuia. Piese active sunt reprezentate de organe pentru afânare fără întoarcerea brazdei, tip scarificator sau cizel, freză, tăvălug sau grapă elicoidală, în agregat cu o semănătoare.

5.4.4.3 SISTEMUL DE LUCRĂRI MINIME CU MULCI (MULCH TILLAGE)

În cadrul acestui sistem de lucrare a solului se execută aceleași operații ca și în cazul sistemului minim, cu deosebirea că resturile vegetale care rămân la suprafața solului trebuie să reprezinte peste 30% din volumul/masa acestora. Acest sistem dă rezultate foarte bune în zonele cu precipitații puține, secetoase, unde contribuie la păstrarea apei în sol, pe terenurile afectate de eroziune hidrică și pe cele susceptibile de degradare a structurii.

5.4.4.4 SISTEMUL DE LUCRĂRI MINIME CU STRAT PROTECTOR (COVER CROPS)

Sistemul de lucrare a solului cu strat protector presupune menținerea la suprafața solului a unui strat vegetal, provenit fie din resturile vegetale ale culturii anterioare, tulpini, colete, vreji etc. tocate și împrăștiate, gunoi nedescompus, turbă etc. fie ca urmare a semănatului pe întreaga suprafață, sau numai între rândurile de plante, a unor culturi intermediare, cu rol de acoperire. Culturile utilizate pentru protejarea solului se seamănă după recoltarea plantei principale, ca și culturi intermediare și sunt reprezentate pentru zona noastră de lupin, muștar ș.a.

Lucrările de bază ale solului se execută cu unelte și mașini echipate cu organe active care nu întorc solul și nu încorporează resturile vegetale.

Acest sistem se utilizează pentru culturile prășitoare și se recomandă pe terenurile situate pe pante, pentru a reduce eroziunea hidrică și protejarea structurii solului prin reducerea impactului picăturilor de ploaie asupra agregatelor de structură din stratul de la suprafață.

Un exemplu de tehnologie în sistem cu strat protector este cea utilizată în nordul Germaniei, pe soluri cu textura ușoară, unde după recoltarea cerealelor păioase solul se afânează și se seamănă *Sinapis alba*, *Raphanus sativa*, *Phacelia tanacetipholia*, *Vicia faba*, cu rol de culturi protectoare, care sunt lăsate peste iarnă să se descompună sau sunt erbicidate în primăvară. Ulterior se seamănă direct în acest mulci porumb sau sfeclă pentru zahăr, utilizând un agregat complex, format din grapă rotativă, tăvălug și semănătoare (1).

5.4.4.5 SISTEMUL DE LUCRĂRI MINIME CU BILOANE (RIDGE CROPS)

Acest sistem este recomandat pentru plantele prașitoare, porumb, soia, sfeclă pentru zahăr, floarea-soarelui etc., pe solurile cu un drenaj mai slab și pe terenurile în pantă.

Biloanele se formează după recoltarea plantei premergătoare, utilizând un cultivator echipat cu cormane și rămân astfel până în primăvară. Agregatul de semănat este prevăzut, în fața brazdarelor care încorporează sămânța, cu un dispozitiv care taie coama bilonului, în care se introduce sămânța. După semănat, circa 30% din resturile vegetale rămân la suprafața terenului (60).

Pe coamele bilonului, primăvara, solul se încălzește mai repede, semănatul se poate face mai timpuriu și plantele cresc mai viguros. Pe terenurile în pantă, biloanele se orientează pe direcția curbelor de nivel, apa din precipitații este reținută în brazdele (rigolele) dintre biloane și are timp să se infiltreze, reducându-se pericolul de eroziune.

Combaterea buruienilor se face cu erbicide aplicate concomitent cu semănatul, care se aleg în funcție de planta de cultură și speciile de buruieni dominante. Pentru condițiile din România, pentru sistemul de lucrări cu biloane se recomandă următoarea tehnologie (61):

- arătura se execută după recoltarea grâului, vara, cu subsolaj, la adâncimea de 30+10 cm, o dată la patru ani, cu aplicarea în prealabil a îngrășămintelor chimice cu fosfor și potasiu; nivelarea arăturii se face printr-o lucrare cu grapa cu discuri;

- deschiderea biloanelor se face vara pe terenurile plane și primăvara, pe terenurile în pantă; înălțimea biloanelor este de 18-20 cm;

- combaterea buruienilor pe terenul bilonat, se face când buruienile au 30-40 cm înălțime, în a doua jumătate a lunii august și primăvara, înainte de semănat.

- semănatul se execută direct, fără pregătirea patului germinativ, prin deschiderea/tăierea vârfului bilonului;

- pentru lucrările de întreținere din cursul perioadei de vegetație se pot folosi erbicide specifice culturii respective, iar odată cu prima prașilă se pot aplica 40-50 kg/ha N; prima prașilă se efectuează concomitent cu bilonatul, lucrarea repetându-se când plantele au înălțimea de 40 cm;

- recoltarea se execută mecanic, în același timp efectuându-se tocarea și împrăștierea pe suprafața solului a resturilor vegetale sub formă de mulci.

Rezultatele obținute în urma practicării acestei variante a sistemului de lucrări minime sunt prezentate în tabelul 5.5.

Pentru aplicarea sistemului de lucrări minime cu biloane se utilizează echipamente complexe, care la o singură trecere execută prelucrarea superficială și afânarea solului, formarea bilonului și semănatul.

Tabelul 5.5

**Influența sistemului de lucrări minime cu biloane asupra
producției și consumului de combustibil (61)**

Cultura	Sistemul de lucrare	Consum combustibil		Producția	
		l/ha	%	kg/ha	%
Soia	convențional	95,7	100	1360	100
	cu biloane	58,8	61	1750	129
Porumb	convențional	110,8	100	3530	100
	cu biloane	70,9	64	4150	118

**5.4.4.6 SISTEMUL DE LUCRĂRI MINIME ÎN BENZI
(STRIP TILL)**

În cadrul acestei variante a sistemului de lucrări minime, solul se lucrează doar în momentul semănatului, numai pe benzi/fâșii late de 15-25 cm, care vor constitui zona viitoarelor rânduri. După recoltarea plantei premergătoare, terenul se lasă nelucrat, sub formă de miriște, resturile vegetale fiind tocate și împrăștiate pe suprafața solului sau balotate și scoase în afara parcelei.

Se utilizează agregate complexe, care prelucrează solul și seamănă la o singură trecere. Acestea sunt prevăzute cu organe de lucru pentru afânarea solului tip cizel, săgeată sau grapă rotativă, care prelucrează solul numai până la adâncimea de încorporare a semințelor, semănatul făcându-se pe mijlocul zonei lucrate (foto 5.1). Intervalul dintre benzi rămâne nelucrat, constituind un obstacol în calea scurgerii apei pe versanți, protejând solul împotriva impactului cu picăturile de ploaie și asigurând conservarea structurii acestuia.



Foto 5.1 - Echipament pentru lucrarea solului în benzi (47)

5.4.4.7 SISTEMUL ZERO LUCRĂRI / SEMĂNAT DIRECT (NO TILLAGE, DIRECT DRILL, DIRECT SEEDING)

Această variantă a sistemului de lucrări minime se caracterizează prin renunțarea totală la mobilizarea solului cu întoarcerea sau fără întoarcerea brazdei. Lucrarea solului se face numai în zona rândului, pe o lățime de 5-10 cm, folosindu-se agregate complexe, prevăzute cu organe de lucru pasive, tip disc riflat (foto 5.2), cizel, sau organe active tip freză, acționate de la priza de putere (figura 5.3).

Agregatele complexe sunt prevăzute cu dispozitive pentru administrarea îngrășămintelor în zona rândului, iar pentru combaterea eficientă a buruienilor se folosesc două-trei erbicide, aplicate la o singură trecere sau separat. Aplicarea erbicidelor se poate face pe miriștea culturii anterioare, când se aplică în general erbicide totale, neselective, concomitent cu semănatul iar în cadrul unor tehnologii și în cursul perioadei de vegetație.

Cercetările efectuate au evidențiat că semănătorile utilizate în cadrul sistemului no tillage, echipate cu organe de afânare a solului tip “disc riflat” sau “ondulat”, asigură o foarte bună mărunțire a resturilor vegetale în zona rândului, eliminându-se pericolul înfundării brăzdarelor și a încorporării superficiale, necorespunzătoare, a semințelor culturii principale.



Foto 5.2 - Agregat complex pentru lucrarea solului în sistem zero lucrări (no-tillage) (USAMV Iași)

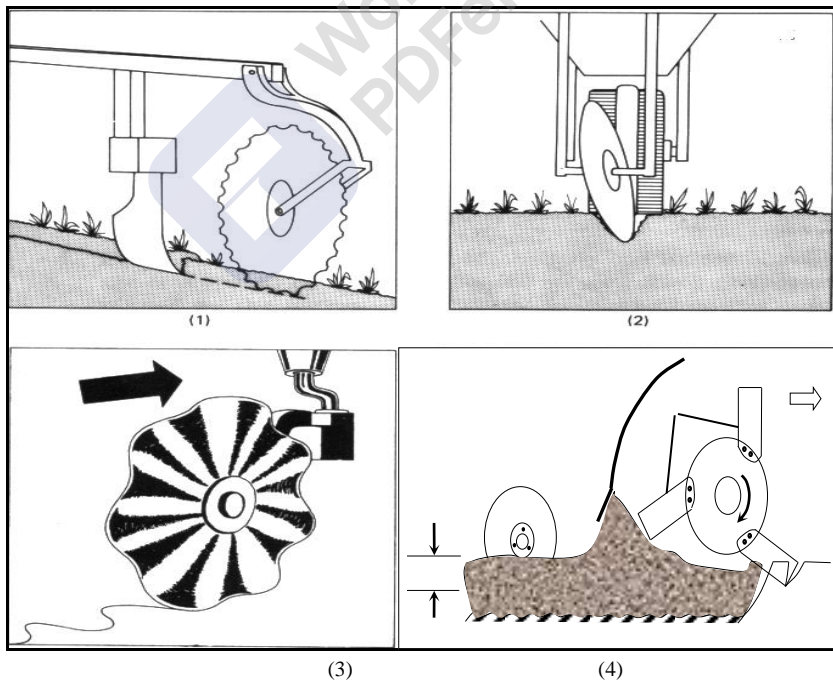


Figura 5.1 - Tipuri de organe active pentru sistemul zero lucrări pasive: 1 - cizel; 2 - disc înclinat; 3 - disc ondulat; active: 4 – freză.

Deficiențe pot apărea însă pe solurile umede, unde discurile nu taie complet resturile vegetale, ci doar le apasă pe fundul brazdei, iar sămânța așezată peste acestea nu vine în contact direct cu solul și apar probleme cu germinația și răsărirea. Pentru tăierea completă a resturilor vegetale, afânarea solului până la adâncimea de semănat și încorporarea semințelor culturii principale la adâncimea reglată, este necesar ca forța de apăsare pe fiecare disc riflat să fie mare, de cel puțin 2500 - 3000 N.

În ceea ce privește brăzdarele, cele mai bune rezultate s-au obținut prin utilizarea brăzdarelor de tip dublu disc elastic, care pătrund cu ușurință în sol, nu se înfundă cu resturi vegetale, asigurând în același timp o bună și uniformă încorporare a semințelor în sol. Utilizarea semănatului direct în cadrul S.D.E. a USAMV Iași, într-un asolament de patru ani, mazăre de toamnă furajeră-grâu de toamnă-porumb-floarea-soarelui, a asigurat un semănat de calitate chiar și în condiții de secetă accentuată (foto 5.4).



Foto 5.3 – Semănătoare pentru sistem zero lucrări (no-tillage)(USAMV Iași)

Metoda se poate aplica pe solurile ușoare și medii, fertile, în zone de stepă și silvostepă, folosind pesticide pentru combaterea buruienilor, bolilor și dăunătorilor, precum și agregate de construcție specială.

Arătura se execută la intervale diferite, în funcție de textura solului și gradul de compactare al acestuia, de la 4-5 ani la 10-15 ani, cu întoarcerea

brazdei, încorporând îngrășămintele cu fosfor și potasiu, îngrășămintele organice, se afânează solul etc.

Avantajele acestui sistem de lucrare conservativă a solului sunt următoarele:

- resturile vegetale rămase la suprafață protejează solul împotriva eroziunii, reducând scurgerea apei pe terenurile înclinate, fapt care permite mărirea suprafeței semănată cu prășitoare pe terenurile în pantă;

- contribuie la reducerea tasării solului, prin micșorarea numărului de treceri ale agregatelor;

- metoda permite semănatul într-un interval de timp mult mai scurt, în epoca optimă, a unor suprafețe mari, viteza de semănat fiind de trei - patru ori mai mare față de sistemul convențional de lucrare;

- se realizează o importantă economie de energie, se investește mai puțin în achiziția de mașini agricole iar costurile finale la unitatea de suprafață și pe tona de produs sunt mult mai reduse.

Trecerea de la sistemul convențional de lucrare la cel minim presupune executarea în prealabil a unei lucrări de afânare adâncă / scarificare, care determină îmbunătățirea fluxurilor de apă și aer din sol. Prezența resturilor vegetale la suprafața solului determină declanșarea proceselor de reconstrucție a humusului în sol iar pentru protecția acestuia se recomandă semănatul unor culturi intermediare între cele principale, de muștar, lupin ș.a.

5.4.5 INFLUENȚA SISTEMULUI DE LUCRĂRI MINIME ASUPRA STĂRII SOLULUI

Sistemul de lucrări minime are o influență puternică asupra proprietăților (însușirilor) solului și implicit asupra producțiilor obținute, principalele modificări fiind prezentate în continuare.

Proprietățile fizice și hidrofizice ale solului. Proprietățile fizice ale solului au un rol major asupra dezvoltării plantelor de cultură, prin influențarea germinației, dezvoltării rădăcinilor, producției de biomasă și boabe. De asemenea, acestea influențează asupra erodabilității solului, levigării elementelor fertilizante, circulației apei și aerului în sol ș.a.

Dintre proprietățile importante ale solului care se modifică sub influența lucrărilor minime amintim densitatea aparentă, structura și

stabilitatea hidrică, porozitatea, gradul de compactare, regimul de apă și temperatura.

Densitatea aparentă. Prin aplicarea sistemului minim de lucrare a solului, valorile densității aparente devin în timp mai mari în comparație cu cele caracteristice solului lucrat după tehnologia convențională (62). În schimb nu se mai formează stratul de hardpan, ceea ce îmbunătățește circulația aerului, infiltrarea apei și dezvoltarea în profunzime a sistemului radicular.

Structura solului. În general, lucrările minime au un efect pozitiv asupra structurii solului și stabilității hidrice a acestuia (63). Mahboubi și Lal (64) au constatat că, în ceea ce privește distribuția agregatelor de structură, procentul agregatelor mari a fost mai ridicat în variantele cu lucrări minime în comparație cu cele arate sau lucrate cu plugul cizel.

Analizată sub aspectul hidrostabilității agregatelor structurale, prin aplicarea sistemelor neconvenționale de lucrare, se manifestă o tendință clară de creștere a gradului de agregare și a stabilității hidrice, atât pe cernoziomurile cambice cât și pe cele argiloiluviale sau molice (1).

Porozitatea. Volumul macroporilor și porozitatea totală au valori mai mici în cazul sistemului minim, dar în comparație cu sistemul convențional de lucrare a solului aceste valori sunt mai favorabile deoarece este asigurată continuitatea pe verticală a porilor și ca urmare, aerisirea solului, drenajul și creșterea rădăcinilor sunt asigurate (65, 66).

Compactarea solului. Compactarea constituie un obstacol major în introducerea sistemului de lucrări minime, în special pe solurile grele, unde principalii indicatori ai compactării, inclusiv rezistența la penetrare, cresc în timp. Totuși, din punct de vedere practic, s-a constatat că un nivel mediu al compactării are efecte pozitive asupra producției, în special în anii cu precipitații mai reduse (67).

Ca regulă generală însă, sistemul semănat direct dă rezultate mai bune în special pe solurile ușoare, afânate.

Regimul de apă este influențat de sistemul de lucrare ca efect al modificării structurii solului, densității aparente, distribuției macroporilor, prezenței stratului de mulci la suprafață ș.a. Utilizarea îndelungată a sistemului de lucrări minime determină o reducere a cantității de apă infiltrată, însă acest efect este contracarat de prezența bioporilor, în special a celor datorate activității rămelor (68).

Continuitatea bioporilor influențează pozitiv și în mare măsură circulația și infiltrația apei în sol; aceștia sunt stabili și se continuă până la o adâncime de aproximativ 60 cm (69, 70, 71), iar faptul că au continuitate pe verticală, chiar în situația unei porozități totale mai reduse, favorizează infiltrarea și sporirea rezervei de apă a solului.

De asemenea, prezența mulciului la suprafața solului reduce pierderile de apă prin evaporare și contribuie la o mai eficientă utilizare a apei provenite din precipitații sau irigații.

Temperatura solului. Prezența stratului de mulci la suprafața solului determină o temperatură mai scăzută a acestuia în stratul de la suprafață, fapt care întârzie semănatul, germinația și dezvoltarea culturilor în primăvară. Vara însă, sub stratul de mulci temperatura este mai scăzută față de terenul necoperit cu resturi vegetale, iar evaporarea apei din sol este mai redusă.

Toamna se petrece fenomenul invers, stratul de mulci împiedicând pierderea căldurii din sol și asigurând germinarea semințelor și înfrățirea.

În regiunile cu climat rece, nivelul mai redus al producțiilor obținute prin aplicarea sistemului de lucrări minime este asociat cu temperaturile mai scăzute înregistrate în sol (72).

Proprietățile chimice ale solului. Unele proprietăți se schimbă foarte greu, însă conținutul în macrolelemente fertilizante, carbonul organic și pH-ul, se modifică rapid sub influența sistemului de lucrare a solului.

Substanțele nutritive. O consecință a utilizării sistemului minim de lucrare o constituie creșterea conținutului de elemente nutritive în stratul de sol de la suprafață, datorită aplicării superficiale a îngrășămintelor chimice și organice precum și a descompunerii resturilor vegetale lăsate la suprafața solului.

Carbonul organic. În solul lucrat prin sistemul de lucrări minime, sporește conținutul de carbon organic din stratul superficial (0-3 cm) și, în consecință, crește și raportul C/N. Acest fenomen se datorează, în principal, resturilor organice lăsate la suprafața solului și scăderii activității biologice, prin reducerea numărului și adâncimii lucrărilor.

pH-ul. Prin aplicarea sistemului de lucrări minime pentru o perioadă de câțiva ani, pH-ul solului se reduce (70, 55), deoarece cele mai multe procese și tehnologii determină acidifierea solului. În solul arat, acidifierea se disipează în întregul strat afânat și se manifestă după o perioadă de 3-5 ani, în funcție de capacitatea de tamponare a solului.

În cadrul sistemului minim, acidifierea este determinată de descompunerea resturilor vegetale la suprafața solului și aplicarea îngrășămintelor în stratul superficial și se manifestă în stratul de la suprafață (0-3 cm). R.L. Blevis (55) arată că diferența de pH între sistemul convențional și cel cu lucrări minime a fost de 1-1,5 unități pH în stratul 0-5 cm și 0,5 unități pH în stratul 5-15 cm.

Proprietățile biologice ale solului. Prin aplicarea sistemului minim de lucrare, datorită resturilor vegetale și reacției acide, se favorizează activitatea biologică din sol și crește activitatea enzimatică. Studiile au arătat că populația microbiană crește în special în straturile apropiate de suprafață, 7-15 cm, care sunt mult mai sensibile la modificarea activității biologice induse de sistemul minim de lucrare a solului (73).

În straturile superficiale activitatea enzimatică este de câteva ori mai intensă în comparație cu sistemul convențional de lucrare, în timp ce în straturile mai profunde diferențele se estompează (69).

În cadrul acestui sistem este favorizată activitatea viermilor plăți și cilindrici, furnicilor, râmelor etc. toate formând galerii în sol, care fac legătura între stratul arabil (lucrat) și cel subarabil, influențând pozitiv infiltrația apei și dezvoltarea rădăcinilor (74).

Utilizarea sistemului de lucrări minime ale solului este diferită de la o țară la alta, iar alegerea uneia sau alteia dintre variante trebuie să se bazeze atât pe considerentele cu efect imediat, cât și pe cele cu efecte pe termen lung iar recomandările pentru extinderea în producție trebuie făcute numai pe baza rezultatelor experimentale.

BIBLIOGRAFIE

1. Guș, P., Rusu, T., Bogdan, Ileana, 2004 - *Agrotehnica*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
2. Budoii, Gh., Penescu, A., 1996 - *Agrotehnică*. Editura Ceres, București.
3. Ehlers, W., Claupein, W., 1994 - *Approaches Toward Conservation Tillage in Germany*. In: "Conservation Tillage in Temperate Agroecosystems", Carter.
4. Staicu, Ir., 1938 - *Influența asupra acumulării apei și nitraților din sol și efectele asupra cantității și calității grâului de toamnă*. Teză de doctorat. Imprimeria Națională, București.
5. Sândoiu, D., 1939 - *Arăturile și producția grâului*. Analele I.C.A.R., Vol. XI.
6. Sândoiu, D., Velican, V., Iazagi, Af., Alexei, A., Burlănescu, C., 1943 - *Arăturile și producția grâului, porumbului și borceagului*. Analele I.C.A.R., Vol XIV.
7. Sândoiu, D., 1946 - *Arăturile și buruienile*. Viața agricolă, 1-3.
8. Sândoiu, D., 1970 - *Aspecte în problemele lucrărilor solului*. Simpozionul internațional de lucrările solului, București.
9. Vineș, Gh., 1969 - *Rezultate experimentale privind adâncimea arăturii la diferite plante la Stațiunea experimentală agricolă Mărculești, Ialomița*. Probleme agricole, nr. 8.
10. Vineș, Gh., Pascu, A., Dumitrescu, Aneta, Dumitrescu, D., Pascu, Maria, 1971 - *Măsurile agrofitehnice la cultura plantelor de câmp în condiții de irigare în zona Bărăganului de sud*. Probleme agricole, nr. 5.
11. Pintilie, C., 1970 - *Cercetări asupra relațiilor dintre epoca de executare a arăturii și dozele de îngrășare la grâul cultivat după grâu pe cernoziomul moderat levigat de la Fundulea*. Simpozionul internațional de lucrările solului, București.
12. Sin, Gh., Ioniță, St., Drăghicioiu, V., Bondarev, I., Nicolae, H., Boruga, I., 1986 - *Posibilități de reducere a lucrărilor solului la culturile de grâu, porumb și floarea soarelui*. Probleme de agrofitehnie teoretică și aplicată, nr. 3.
13. Sin, Gh., 1987 - *Cercetări privind asolamentele, lucrările solului și tehnologia de semănat*. Analele ICCPT Fundulea, Vol. LV.

14. Nicolae, C., Cremenescu, G., Canarache, A., Stănescu, O., Florescu, C.I., 1971 - *Lucrări ameliorative pe soluri argilo-iluviale în nordul Câmpiei Române*. Probleme agricole, nr. 12.
15. Cremenescu, Gh., Cătănescu, V., Chiriac, V., Horobeanu, I., 1970 - *Lucrările solului pentru grâul de toamnă cultivat după porumb pe solul podzolic Albota, Argeș*. Probleme agricole, nr. 9.
16. Dumitrescu, N. și colab., 1970 - *Agrotehnica terenurilor arabile în pantă*. Editura Ceres, București.
17. Dumitrescu, N., Popa, A., 1979 - *Agrotehnica terenurilor arabile în pantă*. Editura Ceres, București.
18. Timariu, Gh., Onisie, T., Avarvarei, I., 1970 - *Contribuții cu privire la sistemul de lucrări minime aplicate solului pe terenuri în pantă supuse eroziunii*. Lucrări științifice I, Agronomie-Horticultură, Institutul Agronomic Iași.
19. Timariu, Gh., Onisie, T., 1973 - *Influența îngrășămintelor minerale și a lucrărilor solului asupra producției grâului de toamnă cultivat după mazăre pe teren în pantă*. Lucrări științifice, Agronomie-Horticultură, Institutul Agronomic Iași.
20. Timariu, Gh., Onisie, T., Leonte, C., 1978 - *Influența diferitelor plante premergătoare asupra producției grâului de toamnă cultivat pe teren în pantă*. Lucrări științifice, Seria Agronomie, Institutul Agronomic Iași.
21. Timirgaziu, C., 1982 - *Stabilirea unor verigi din tehnologia rapiței furajere în silvostepa Moldovei. Cercetari agronomice în Moldova*, Vol. 1 (61).
22. Pînzariu, D., Jităreanu, G., Slonovschi, V., Caea, Didina, 1982 - *Contribuția unor verigi tehnologice la sporirea producției grâului de toamnă, în sistem irigat*. Cercetari Agronomice în Moldova, Vol 4.
23. Pînzariu, D., Slonovschi, V., Jităreanu, G., Caea, Didina, 1982 - *Aportul unor verigi tehnologice la sporirea producției de porumb, în sistem irigat*. Cercetări Agronomice în Moldova, Vol. 2.
24. Pînzariu, D., Patraș, J., Slonovschi, V., Jităreanu, G., 1994 - *Influența unor metode de pregătire a solului asupra unor însușiri fizice și a producției pe cernoziomul cambic de la Podu-Iloaie*. Cercetări agronomice în Moldova, Vol. 3 - 4, Iași.
25. Pînzariu, D., Patraș J., Zbanț L., Jităreanu, G., 1994 - *Influența fertilizării asupra producției de grâu, porumb și soia într-o rotație de 3 ani*. Cercetări Agronomice în Moldova, Vol. 1 - 2, Iași.
26. Picu, I., Hulpoi, N., 1979 - *Efectul adâncimii de lucrare a solului la unele culturi irigate*. Probleme de agrofitehnie teoretică și aplicată, ICCPT Fundulea, Vol. 1, nr. 2.
27. Hulpoi, N., 1971 - *Tehnologia culturii sfecelei de zahăr în condiții de irigare*. Probleme agricole, nr. 2.

28. Ștefanic, G., 1968 - *Influența amendamentelor și îngrășămintelor asupra microflorei din rizosfera plantelor*. Teză de doctorat, Institutul Agronomic București.

29. Guș, P. și colab., 1991 - *Modificarea unor însușiri fizico-chimice ale solului sub influența sistemului de lucrări minime*. Simpozionul Național de Lucrări Minime ale Solului, 17-18 sept., Cluj-Napoca.

30. Guș, P., 1997 - *The influence of soil tillage on yield and some soil characteristics*. Alternatives in Soil Tillage Symposium, Vol. 2, Cluj-Napoca.

31. Guș, P., Rusu, T., Bogdan, Ileana, 2007 - *Influența sistemului minim de lucrare asupra proprietăților fizice și biologice ale solului*. În: Compactarea solurilor – Procese și consecințe. Editura Risoprint Cluj-Napoca.

32. Stratula, V., Ionescu, Fl., 1970 - *Influența adâncimii stratului arabil asupra producției de grâu și porumb pe sol brun-roșcat de pădure podzolit din Oltenia*. Simpozionul Internațional de Lucrările Solului, București.

33. Tianu, Al., 1995 - *Cercetări privind sistemul de lucrări ale solului în ultimii 30 de ani în România*. Lucrările Simpozionului “Lucrările solului”, Cluj-Napoca, 22-23 iunie.

34. Nedeff, V., 1995 - *Modificarea unor însușiri fizice și fizico-mecanice ale solului și influența acestora asupra producției de grâu prin aplicarea tehnologiilor cu lucrări reduse ale solului*. Cercetări Agronomice în Moldova, Vol. 3-4, p. 34-39.

35. Jităreanu, G., 1994 - *Degradarea stării fizice a solului în urma executării lucrărilor mecanice*. Lucrări științifice, Universitatea Agronomică Iași, Seria Agronomie, Vol. 37.

36. Jităreanu, G., 2002 - *Modification of Soil Physical and Chemical Characteristics due to Tillage Systems and Fertilization - Influence on Main Yield Crops in the East of Romania*. Lucrări științifice, Seria Agronomie, Universitatea Agronomică Iași, Vol. 35.

37. Jităreanu, G., Ailincăi, C., Bucur, D., 2006 - *Influence of tillage systems on soil physical and chemical characteristics and yield in soybean and maize grown in the Moldavian Plain (North-Eastern Romania)*. Advances in Geocology, 38, CATENA Verlag, Reiskirchen, Germany, p. 370-379, ISBN 3-923381-52-2, US ISBN 1-59326-246-9.

38. Jităreanu, G., Răus, L., 2007 - *The modification of physical properties of the soil under the influence of some conventional and unconventional tillage systems*. Lucrări științifice, seria Agronomie, Iași, Vol. 49.

39. Jităreanu, G., Ailincăi, C., Bucur, D., 2007 - *Soil fertility management in North-East Romania*. Journal of Food, Agriculture & Environment, JFAE. Print ISSN:1459-0255; Online ISSN:1459-0263.

40. Jităreanu, G., Ailincăi, C., Ailincăi, Despina, Răus, L., 2009 - *Impact of different tillage systems and organo-mineral fertilization on soil physical and*

chemical characteristics in the Moldavian Plain. Cercetări Agronomice în Moldova, Vol. XLII , 1 (137):p. 41-54.

41. Jităreanu, G., Onisie, T., 1996 - *Corelații între umiditatea momentană a solului și rezistența specifică la arat. Lucrări științifice, Universitatea Agronomică Iași, Seria Agronomie, Vol. 39.*

42. Pînzariu, D., Patraș, J., Zbanț, L., Jităreanu, G., 1996 - *Metode diferențiate de pregătire a solului, funcție de condițiile climatice și situațiile existente în teritoriu. Cereale și plante tehnice, nr. 5, București.*

43. Jităreanu G., Onisie T., Zaharia M., 1998 - *Influența lucrărilor solului și a fertilizării asupra stării fizice și a producțiilor în condițiile din Câmpia Moldovei. Lucrări științifice, Universitatea Agronomică Iași, Seria Agricultură, Vol. 41, Iași.*

44. Doral Kemper, W., Schneider, N.N., Sinclair, T.R., 2011 - *No-till can increase earthworm populations and rooting depths. Journal of Soil and Water Conservation, 66(1): p. 13A-17A.*

45. Klingman, G.C., Ashton, F.M., 1982 - *Weed science: Principles and Practices. 2nd Ed. Wiley Interscience, New York, U.S.A.*

46. Triplett, G.B., Van Doren, D.M., Johnson, W.H., 1964 - *Non-Plowed, Strip Tilled Corn Culture. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 7.*

47. Derpsch, R., 2010 - *Advances in No-Till Farming and Soil Compaction Management in Rainfed Farming Systems. Rainfed Farming Systems, 12:991-1014.*

47a. Hood, A.E.M., 1965 - *Plowless farming using Gramoxone. Outlook Agriculture, 4(6): p. 286-294*

47b. Jeater, R.S.L., McIlvenny, 1965 - *Direct drilling of cereals after use of paraquat. Weeds Research, 5: p. 311-318.*

47c. Moody, J.E., Shear, G.M., Jones, Jr. J.N., 1961 - *Growing corn without tillage. Soil Science Society of America Proceedings, 25: p. 516-517*

47d. Porter, L.A., 1964 - *Strawberry production without tillage. New Zealand Journal of Agronomy, 5: p. 112-116.*

48. Derpsch, R., Friedrich, T., 2010 - *Sustainable crop production intensification-The adoption of Conservation Agriculture Worldwide. 16th ISCO Congress, 8-12 Nov. Santiago, Chile.*

49. Calistru, Anca-Elena, Jităreanu, G., 2014 - *No Tillage Around the World. Lucrări științifice, USAMV Iași, Seria Agronomie, Vol. 57, nr. 2.*

50. Șarpe, N., Poienaru, Șt., 2004 - *Tehnologia culturilor agricole în sistemele minimum tillage, no-tillage și sistemele de combatere chimică a buruienilor în condițiile din România. Editura Agro-Terra, București.*

51. Șarpe, N., 2004 - *Perspectiva sistemului no-tillage pentru agricultura României și strategiile de combatere chimică a buruienilor. Al XIV-lea Simpozion Național de Herbologie, București.*

52. Șarpe, N., 2008 - *Patruzeci de ani de cercetare privind sistemul no-tillage la porumb în condițiile din România*. Analele I.N.C.D.A. Fundulea, Vol. LXXVI.
53. Hobbs, P.R., 2007 - *Conservation agriculture: What is it and why is it important for future sustainable food production?* Journal of Agricultural Science, 145 (2).
54. Jițăreanu, G., Avarvarei, I., Filipov F., 1997 - *The evolution of soil physical statement under the influence of different tillage systems in irrigated fields*. International Conference "Agroecological and ecological aspects of soil tillage", Pulawy, Poland.
55. Blevins, R.L., 1991 - *The relationship between soil properties and no-tillage agriculture*. Soil Science News & Views – Cooperative Extension Service, University of Kentucky, College of Agriculture, Department of Agronomy, Vol. 12 (2).
56. Mc Gregor and all, 1995 - *Erosion control with no-till cropping practices*. American Society of Agricultural Engineers Journal, vol. 18, USA.
57. Van Doren, 1997 - *Agriculture without tillage*. American Science Journal, Vol. 236, USA.
58. Phillips, R.E., Phillips, S.H., 1994 - *No-Tillage Agricultural Principles and Practices*. Van Nostrand Reinhold, New York, USA.
59. Onisie, T., 1992 - *Agrotehnica*. Curs, Institutul Agronomic Iași.
60. Almaras, R. and all, 1994 - *Conservation Tillage System in the Northern and Central US. Conservation Tillage in Temperate Agroecosystems*, Carter Press, USA.
61. Tianu, Al., Guș, P., 1995 - *Cercetări privind sistemul de lucrări minime ale solului în ultimii 30 de ani în România*. Lucrările Simpozionului "Lucrările solului", Cluj-Napoca, 22-23 iunie.
62. Blake, G.R., Hartge, K.N., 1986 - *Bulk Density*. In: A. Klute (Ed), *Methods of Soil Analysis: Part 1. Physical and Mineralogical Methods*. American Society of Agronomy, Madison WI.
63. Griffith, D.R. and oth., 1993 - *Conservation Tillage Studies on a Clermont Silt Loam Soil*. Proceedings of. Indiana Academy of Science, nr. 92.
64. Mahboubi, A. Lal. R., 1993 - *Twenty - Eight Years of Tillage Effects on Two Soils in Ohio*. Soil Science of America Journal, nr. 57.
65. Lal, R., 2000 - *Soil management in the developing countries*. Soil Science, 165.
66. Lal, R. Kimble, J.M., 2000 - *Conservation tillage: Prospects for the future*. Proc. "International Conference on Managing Natural Resources for Sustaining Agricultural Production," 14-18 February 2000, ICAR, New Delhi, India.
67. Carter, M., 1994 - *A Review of Conservation Tillage Strategies in Humid Temperate Regions*. Soil and Tillage Research, Vol. 31, Issue 4.

68. Kemper, W.D. and oth., 1987 - *Worms and Water*. *Journal of Soil Water Conservation*, Vol. 43.

69. Dick, W.A., 1984 - *Influence of Long Lerm Tillage Crop Rotation Combinations on Soil Enzyme Activities*. *Soil Science Society of America Journal*, Vol. 48, No. 3.

70. Dick, W.A., 1992 - *A review: long-term effects of agricultural systems on soil biochemical and microbial parameters*. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Vol. 40, Issues 1-4.

71. Balota, E.L., Colozzi-Filho, A., Andrade, D.S., Dick, P., 2003 - *Microbial biomass in soil under different tillage and crop rotation systems*. *Biology and Fertility of Soils*, Vol. 38, Issue 1.

72. Gelder, B.K., Cruse, R.M., Kaleita, A.L., 2008 - *Automated determination of management units for precision conservation*. *Journal of Soil and Water Conservation*, 63 (5).

73. Stanley, T.E., Edwards, W.M., 1988 - *Soil Microbial Biomass and Organic Component Alterations in a No-Tillage Cronosequence*. *Soil Science Society of America Journal*, Vol. 52.

74. Carter M. and all, 1994 - *Conservation Tillage in Temperate Agroecosystems*. Lewis Publishers. UK.



CAPITOLUL 6

COMPACTAREA SOLULUI

6.1 INTRODUCERE

Expansiunea urbană și industrială a necesitat suprafețe întinse, afectând terenurile agricole în mod direct, încât am asistat și asistăm în continuare la o diminuare a acestor suprafețe, prin trecerea lor la alte folosințe sau indirect, prin acoperirea cu reziduuri provenite din diverse activități.

Creșterea cererii pentru alimente și a costurilor reclamate de aceasta, a exercitat o puternică presiune asupra dinamicii suprafețelor, a resurselor de sol și tehnologiilor agricole pentru a spori productivitatea solurilor și eficiența producției agricole. Pe de o parte, producțiile ridicate au putut fi obținute prin aplicarea irigațiilor, drenajului, combaterea bolilor și dăunătorilor sau cultivarea de hibridi și soiuri rezistente; pe de altă parte, intensificarea mecanizării și orientarea spre mașini mai productive, cu o lățime de lucru mai mare, dar în același timp mai grele, ceea ce a dus la o compactare în timp a solurilor și la o reducere corespunzătoare a producțiilor în multe zone.

Utilizarea pe scară largă a îngrășămintelor chimice și a lucrărilor adânci, au determinat pe de o parte creșterea producțiilor, dar pe de altă parte, au contribuit la diminuarea conținutului de materie organică din soluri, degradarea stării fizice și creșterea sensibilității solurilor la compactare. Schimbarea stării fizice este un indicator al efectelor integrate ale acțiunilor mecanice și forțelor naturale care acționează asupra solului într-o perioadă de timp, iar efectul asupra plantelor este privit ca o integrală a schimbării condițiilor din sol, incluzând modificarea bilanțului apei, microorganismelor, elementelor nutritive ș.a.

Estimările privind procesele de degradare a solurilor din Europa arată că circa 4% dintre acestea sunt afectate de compactare și mai mult de o treime prezintă susceptibilitate la apariția proceselor de compactare în orizonturile subarabile.

Unii cercetători consideră că aproximativ 36% din subsolurile europene au o susceptibilitate mare sau foarte mare la compactare (1) iar după alte surse 32% din soluri sunt foarte sensibile și 18% sunt afectate moderat de compactare (2).

În Europa degradarea capacității agroproductive a solurilor, datorită compactării produse de mașinile agricole, se resimte pe o suprafață de circa 33 mil. ha (3). Din cercetările recente s-a constatat că în Europa Centrală și de Est aproximativ 25 de milioane de hectare sunt slab compactate iar alte 36 de milioane de hectare sunt grav afectate de aceste procese de degradare.

S-a estimat că în România 38% din solurile arabile sunt slab și moderat compactate, 22% sunt puternic compactate iar 6% excesiv compactate (tabelul 6.1) (4).

Tabelul 6.1

**Ponderea terenurilor compactate în stratul arat
în diferite zone din România (4)**

Zona	Soluri compactate (% din arabil)		
	slab-moderat	puternic	excesiv
Moldova - Bucovina	17 - 56	4 - 66	2 - 4
Transilvania	29 - 51	3 - 46	3 - 6
Banat, Crișana, Maramureș	13 - 57	5 - 65	4 - 22
Oltenia, Muntenia, Dobrogea	6 - 50	2 - 49	1 - 22
Zona montană	6	-	-

Solurile moderat tasate ocupă în România circa 3 761 000 ha, cele puternic tasate 2 174 000 ha iar cele excesiv tasate 556 000 ha. Terenurile arabile lucrate la umiditate nepotrivită și circulă în mod repetat cu tractoare și utilajele agricole grele au fost compactate în stratul arat, pe mari suprafețe, în toate zonele țării.

Sensibilitatea solurilor la compactare depinde în primul rând de proprietățile acestora, precum textura, structura, adeziunea, coeziunea, umiditatea pe parcursul anului dar în special în timpul executării lucrărilor

mecanice, conținutul de carbon organic dar și de factori externi determinanți, în principal de climă, cu elementele sale de bază, precipitațiile și temperatura, precum și de modul de utilizare al terenului.

6.2 SISTEMUL MAȘINĂ - SOL - PLANTĂ

În agricultura actuală, mecanizată, este important de cunoscut modificarea condițiilor din sol în urma traficului executat cu mijloace mecanice cât și efectul acestor modificări, în special din zona de dezvoltare a rădăcinilor, asupra plantelor. O reprezentare schematică a acestui sistem este prezentată în figura 6.1.

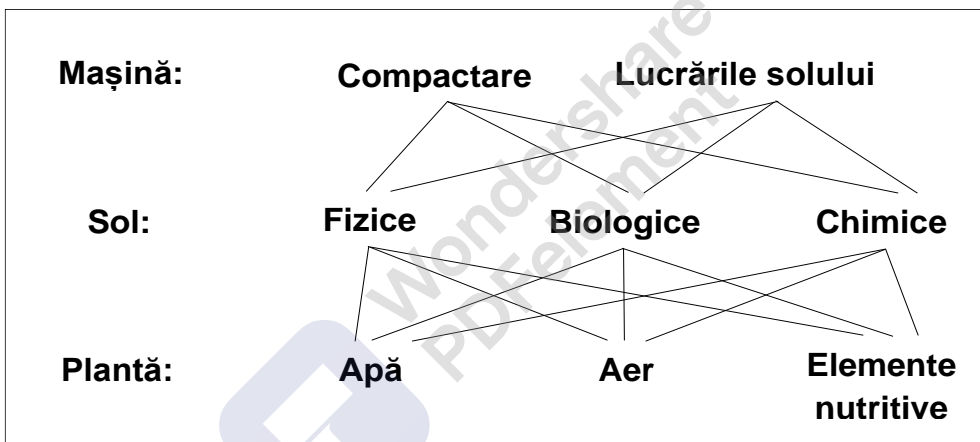


Figura 6.1 - Reprezentarea conceptuală a sistemului mașină - sol - plantă

Primul element se referă la compactare și mașini pentru lucrările solului, al doilea la caracteristicile fizice, biologice și chimice ale solului, iar al treilea se referă la apa, aerul și elementele nutritive necesare plantelor. Liniile de legătură reprezintă posibilele interacțiuni între aceste subelemente. Dar complexitatea fenomenului nu se oprește aici; fiecare element are alte diviziuni mai mici care dau naștere la o altă serie de interacțiuni. Sunt, de asemenea, interdependente efectele legate de mersul vremii și factorii naturali de atenuare a tasării, incluzând efectele acțiunii rădăcinilor asupra structurii

solului, modul în care are loc deplasarea solului, aspectele legate de dezvoltarea plantelor precum și restricțiile impuse producției.

Procesul de compactare poate fi, în general, controlat dar trebuie analizată corelația între dezvoltarea plantelor, în funcție de starea fizică a solului și traficul executat de mijloacele mecanice. Aceste corelații sunt utilizate în general ca indicatori ai modificărilor care au loc în sol.

6.3 PROCESE DE COMPACTARE A SOLULUI

Compactarea solului poate fi definită ca "reducerea volumului solului sau a grosimii unui strat de sol sub influența unor forțe mecanice exterioare". Schimbările în volum sunt însoțite de schimbări ale proprietăților structurale, conductibilității termice și hidraulice precum și a caracteristicilor de transfer ale gazelor, toate acestea afectând echilibrul chimic și biologic al solului. Compactarea implică o reducere a volumului total al porilor și o creștere a valorilor densității aparente și rezistenței la penetrare.

Ca rezultat, condițiile din sol se schimbă de așa natură încât afectează toate procesele din masa acestuia într-o măsură mai mare sau mai mică, în funcție de gradul de compactare.

6.3.1 CLASIFICAREA PROCESELOR DE COMPACTARE A SOLULUI

Principalele criterii de clasificare a proceselor de compactare a solului au în vedere originea acestui proces și adâncimea la care se manifestă.

A. După origine, se deosebesc soluri cu compactare naturală și artificială.

1. Compactarea naturală se datorează unor factori sau procese pedogenetice naturale, care nu sunt influențate de activitățile umane.

Dintre factorii care determină compactarea naturală, cei mai importanți sunt solul și precipitațiile.

a. *Solul*. Sensibilitatea solurilor la compactare este influențată de proprietățile lor fizice, de starea lor structurală și de umiditate.

Intensitatea compactării de origine naturală depinde de o serie de factori, între care un rol important îl are solul, respectiv susceptibilitatea acestuia de a se compacta, care este favorizată de alcătuirea granulometrică neechilibrată, structura instabilă, conținutul redus de humus etc.

Astfel, solurile cu un conținut ridicat în argilă, peste 50%, mai ales dacă sunt lucrate în condiții de umiditate ridicată, sunt foarte susceptibile să se compacteze puternic. Compactarea naturală, produsă pe solurile brune luvice și luvisoluri, are loc datorită procesului de argilo-iluviere a orizonturilor inferioare (B_t).

În funcție de sensibilitatea la compactare, rezistența la forțele de presare și durata perioadei în care rămân afânate, solurile se clasifică astfel:

- *soluri sensibile la compactare* - se compactează ușor, mai ales în perioadele cu precipitații bogate și se mențin afânate o perioadă scurtă de timp;

- *soluri mijlociu sensibile la compactare* - sunt susceptibile de a se compacta în zonele umede, iar durata perioadei în care se resimt efectele pozitive ale lucrărilor de afânare este de 1-3 ani;

- *soluri rezistente la compactare* - sunt soluri care se compactează greu chiar în condiții de umiditate ridicată, iar efectul lucrărilor de afânare se menține un timp îndelungat.

b. *Precipitațiile*. Acestea influențează compactarea solului prin conținutul de umiditate al acestuia, mai ales în timpul perioadelor în care se execută lucrările de bază și cele de recoltare. Un sol umed, se compactează ușor în perioadele ploioase, inclusiv în stratul subarabil.

În funcție de cantitatea de precipitații specifică unei zone, riscul producerii compactării datorită creșterii umidității solului poate fi:

- *mare*, în perioadele când precipitațiile depășesc cu mai mult de 50% media multianuală a zonei;

- *mediu*, dacă suma precipitațiilor se situează la nivelul mediei multianuale;

- *redus*, când suma precipitațiilor este sub 50% din media multianuală a zonei.

Cazul cel mai răspândit este cel al procesului de argilo-iluviere, specific solurilor brune luvice, luvisolurilor și altor tipuri genetice de sol din zone umede, în urma căruia se compactează, adesea foarte puternic, orizonturile inferioare (orizontul Bt argilo-iluvial).

2. *Compactarea artificială (antropică)* apare ca urmare a activităților induse de om. Între aceste activități, cu influențe negative asupra gradului de compactare a solului, cele mai importante sunt conform (5) următoarele:

a. *Modul de folosință al terenului*, afectează gradul de compactare al solului prin rotația culturilor și tehnologiile de cultură, existând o strânsă corelație între modul de folosință, sistemul de lucrare, tehnologiile utilizate și gradul de compactare al terenului. Modul de folosință este considerat favorabil reducerii compactării solului, dacă armonizează măsurile de conservare a acestuia cu cerințele plantelor de cultură privind condițiile de viață.

În funcție de impactul asupra compactării și condițiilor din sol, modul de folosință al terenului se clasifică în:

- *dăunător stării fizice a solului*, atunci când tehnologiile utilizate înrăutățesc condițiile din sol, măresc riscul compactării iar culturile nu au un efect de afânare a acestuia;

- *adecvat*, impactul tehnologiilor și culturilor asupra solului este minim;

- *conservativ*, în situația în care tehnologiile agricole și plantele de cultură îmbunătățesc și conservă starea solului.

b. *Lucrările solului*. Acestea influențează prin traficul exagerat, nerațional, efectuat pe teren cu utilaje pentru executarea lucrărilor agricole, de recoltare, transport, hidro-ameliorative sau de altă natură. Acest gen de procese de compactare este specific agriculturii moderne, intensive și puternic mecanizate și are tendința de a se accentua pe măsură ce crește gradul de mecanizare.

Alți factori de influență depind de elementele sistemii de mașini și ale tehnologiilor de mecanizare. Astfel, compactarea este favorizată de folosirea utilajelor cu masă mare și presiune ridicată pe sol, creșterea numărului de treceri sau de intervenții pe suprafața terenului, creșterea

presiunii în pneuri și, în mare măsură, de executarea lucrărilor și traficului pe sol umed.

c. Irigarea. Dacă aceasta nu este aplicată în mod corespunzător, utilizându-se norme mari de udare și la intervale scurte de timp, sunt afectate condițiile de lucru, calitatea lucrărilor și modul în care are loc deplasarea mijloacelor mecanice, crescând riscul apariției fenomenelor de compactare.

d. Sistemul de agricultură și agrotehnica aplicată. O importanță deosebită asupra intensității proceselor de compactare, au și o serie de elemente ale sistemului de agricultură și ale agrotehnicii aplicate. În acest sens, compactarea este favorizată de folosirea rotațiilor de scurtă durată, mai ales a celor fără culturi amelioratoare, de bilanțul negativ al humusului în sol, de o fertilizare redusă sau inadecvată, de calitatea necorespunzătoare a lucrărilor solului și executarea acestora în condiții de umiditate superioară celei optime; intensificarea producției agricole, prin creșterea numărului de recolte pe an și reducerea perioadei de executare a lucrărilor agricole, are de asemenea efecte negative asupra proceselor de compactare.

Intensitatea compactării de origine antropică poate fi amplificată de unele caracteristici ale solului, ale sistemii de mașini și tehnologiilor de mecanizare.

Solul poate intensifica efectele compactării de origine antropică dacă are un conținut redus de humus, o structură instabilă la acțiunea apei, o alcătuire granulometrică neechilibrată sau o susceptibilitate ridicată la compactare.

Sistemele de mașini poate contribui la o creștere a efectelor negative ale compactării antropice prin utilizarea frecventă a mașinilor și utilajelor cu masă mare și presiune ridicată a pneurilor pe sol, iar tehnologiile de mecanizare prin creșterea numărului de treceri și executarea lucrărilor pe sol umed.

B. După adâncimea la care se produce compactarea, deosebim:

- *compactare de suprafață*, se observă la nivelul stratului arat;
- *compactare de mică adâncime*, apare imediat sub stratul arat, la 30-40 cm;
- *compactarea de adâncime*, afectează orizonturile subarabile ale solului, la peste 40 cm, până la 80-100 cm.

Compactarea de suprafață poate avea origine naturală, ca de exemplu pe solurile cu textură neechilibrată (lut argilo-nisipos grosier) sau pe unele lăcoviști, dar de cele mai multe ori ea este de origine antropică.

Compactarea de adâncime, inițial se datora unor cauze de origine naturală, dar odată cu trecerea la utilizarea unor vehicule cu masa mare și foarte mare, de 10-20 de tone pe fiecare axă sau chiar mai mult, a apărut și compactarea de adâncime de origine antropică.

Alți autori disting, de asemenea, o *compactare primară*, specifică unor soluri care nu au fost anterior afânate prin lucrări și o *compactare secundară*, sau recompactare, care constă în revenirea la starea de compactare inițială a unor soluri care au fost afânate prin diferite lucrări.

6.4. EFECTE ALE COMPACTĂRII SOLURILOR

Datorită numărului mare de factori care trebuie luați în calcul, efectele globale ale compactării solurilor sunt dificil de estimat dar indiferent de natura acesteia, sunt multiple. Principalele categorii de efecte și influențe ale compactării solurilor pot fi clasificate astfel (6):

- Efecte asupra proprietăților solului;
- Efecte asupra dezvoltării plantelor;
- Efecte asupra producțiilor;
- Efecte asupra proceselor biologice din sol;
- Efecte asupra mediului (ecologice).

6.4.1 EFECTE ALE COMPACTĂRII ASUPRA PROPRIETĂȚILOR SOLULUI

1. Porozitatea și distribuția porilor după mărime

Cercetări efectuate în România (7), având drept criterii de apreciere a intensității compactării valorile porozității totale, în funcție de conținutul în argilă al solului, estimează că 66% din suprafața totală este afectată de fenomenul de tasare, în diferite faze; astfel, 6% (556 000 ha) reprezintă suprafețele excesiv tasate, 22% (2 170 000 ha) suprafețele puternic tasate și

38% (3 761 000 ha) suprafețele moderat și slab tasate; diferența de 34% (3 343 000 ha) sunt considerate ca normale din acest punct de vedere.

Alte cercetări (8) evidențiază că suprafața totală afectată de procese de compactare, datorată tehnologiilor și sistemelor de lucrare a solului din România este de aproximativ 6 500 000 ha iar suprafața arabilă care suferă de compactare primară, în jur de 2 060 000 ha.

Atunci când un sol este compactat, toate categoriile de proprietăți ale acestuia sunt afectate într-o măsură mai mare sau mai mică, dar în primul rând sunt afectate unele dintre proprietățile fizice importante, cum ar fi volumul porilor, porozitatea totală sau distribuția porilor.

Categoriile de pori sunt afectate diferit, reducerea volumului prin compactare afectând în primul rând porii de dimensiuni mari (macroporii), dar și crăpăturile din sol, porii rezultați din deplasarea rămelor sau alte spații necapilare aflate între agregatele de sol. Mai mult, este afectată continuitatea acestora și mai ales stabilitatea sistemului poros, în cadrul căruia foarte mulți macropori rămân izolați (9).

Pentru calculul gradului de tasare a solului și stabilirea claselor de valori ale gradului de tasare (tabelul 6.2) în funcție de porozitate, se utilizează relația (10):

$$GT = 100 \frac{P_{MN} - P_T}{P_{MN}} \quad (10) \quad \text{în care:}$$

$$P_{MN} = 45 + 0,163 \cdot A$$

P_{MN} - porozitatea minim necesară (% v/v)

GT - gradul de tasare (% v/v)

PT - porozitatea totală (% v/v);

A - conținutul de argilă cu $\phi < 0,002$ mm (% g/g).

Limita de aerație se definește prin umiditatea solului corespunzătoare unui conținut de aer de 10% și se determină cu relația (11):

$$LA = PT - 10 / DA \quad (11) \quad \text{unde:}$$

LA - limita de aerație (% g/g);

PT - porozitatea totală (% v/v);

DA - densitatea aparentă (g/cm^3).

Limita de aerăție indică umiditatea maximă pe care o poate avea solul, fără ca aerăția să fie deficitară.

Aceste schimbări afectează cantitatea totală de apă care poate fi reținută, precum și mișcarea apei, aerului și regimul termic al solului. De asemenea, influențează negativ creșterea rădăcinilor și activitatea microorganismelor, în special a celor aerobe.

Tabelul 6.2

Clase de valori ale gradului de tasare (10)

Grad de tasare	Valori (%)
Extrem de mic (sol foarte afânat)	< -17
Foarte mic (sol moderat afânat)	-17 ÷ -10
Mic (sol slab afânat)	-9 ÷ 0
Mijlociu (sol slab tasat)	1 ÷ 10
Mare (sol moderat tasat)	11 ÷ 18
Foarte mare (sol puternic tasat)	> 18

2. Rezistența la penetrare

Compactarea determină înrăutățirea stării fizice a solului, materializată prin creșterea valorilor rezistenței la penetrare și a rezistenței specifice la arat, cu repercusiuni directe asupra consumului de combustibil și a costurilor de producție, care au fost cu 17-21% mai ridicate față de martorul netasat (12).

Valoarea critică a stării fizice de compactare, de la care funcțiile solului se înrăutățesc a fost numită “*stres la precomprimare*” (*precompression stress* - Pc) și reprezintă un indicator pentru evaluarea stabilității mecanice a solurilor. Valorile privind “Stresul la precomprimare” (SP) arată stabilitatea mecanică a solului, care după (14), sunt următoarele:

- < 30 kPa - foarte scăzut
- 30-60 kPa - scăzut
- 60-90 kPa - mijlociu
- 90-120 kPa - mare

Rezistența la penetrare se determină cu penetrometrul sau penetrologgerul, determinările în teren evidențiind că viteza de creștere a rădăcinilor plantelor se reduce odată cu creșterea valorilor rezistenței la penetrare. Limita critică a rezistenței la penetrare pentru dezvoltarea

rădăcinilor, în majoritatea solurilor, este în jur de 3 MPa, iar depășirea acestui prag determină o creștere foarte lentă sau chiar stoparea acesteia (13).

Pentru protecția terenului și evitarea compactării la lucrările solului, valoarea PC-ului (precompression stress) nu trebuie depășită.

În studiile de compactare a solului, măsurătorile includ adesea doar stresul vertical, evaluat prin rezistența la penetrare, determinat la o anumită adâncime sub centrul unei roți. Până acum, s-a presupus că deformarea plastică (compactarea) are loc numai atunci când acest stres depășește așa-numita tensiune de precompresie din stratul de sol în momentul traficului. Până la tensiunea de precompresie din stratul de sol deformarea este numai elastică. Alte studii efectuate arată că în condiții de câmp nu există un prag de stres sub nivelul de deformare plastică, complet elastic (15).

O altă componentă care acționează și produce efecte este forța de forfecare orizontală, care depinde de rezistența la rulare a roții, de forța de tracțiune și de capacitatea de drenare și uscare a solului.

Stresul de forfecare influențează foarte mult, în sens negativ, stratul superficial al solului provocând, prin alunecarea roților, deteriorarea severă a structurii și intensificarea compactării solului, deoarece la stresul vertical se aplică și o tensiune de forfecare orizontală.

Termenul de presiune la sol este utilizat în practică și în foarte multe lucrări științifice, pentru tensiunea verticală indusă de o roată sau o șenilă în zona de contact cu solul. Din punct de vedere fizic, această abordare nu este suficientă deoarece termenul de presiune este o cantitate scalară, specifică numai pentru gaze și fluide, care este aceeași pentru toate direcțiile, în timp ce forțele mecanice din soluri sunt mărimi vectoriale și sunt diferite pentru direcții diferite.

Pentru limitarea compactării solului și a daunelor determinate de traficul mijloacelor mecanice, limita actuală de presiune maximă la sol impusă de Regulamentul (UE) 167/2013 este de 0,8 MPa.

Limita de 10% a conținutului de aer din sol, este admisă ca limită minimă pentru dezvoltarea normală a celor mai multe culturi, valoare care este arareori atinsă în solurile afânate, cu textură fină și cu apa freatică la mică adâncime, dar foarte frecvent întâlnită la solurile tasate, cu textură mijlocie sau fină.

3. Structura solului

Structura solului se degradează în paralel cu compactarea acestuia, fiecare din cele două procese contribuind la intensificarea celuilalt.

Pe măsură ce structura se degradează scade porozitatea și se reduce conținutul în aer. Solurile cu o structură bună au o distribuție favorabilă a porilor de diferite dimensiuni în interiorul agregatelor și în spațiile dintre acestea.

Degradarea structurii se produce și datorită reducerii conținutului în humus sau prăfuirii solului datorită lucrărilor excesive aplicate de multe ori la o umiditate nepotrivită sau traficului exagerat (tabelul 6.3).

Tabelul 6.3

Procentul de agregate hidrostabile la diferite soluri și folosințe agricole (10)

Solul	Folosința	Agregate hidrostabile (%) cu diametrul (mm) de:						
		>5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	>0,25
Cernoziom tipic Mărculești	Arabil	6,7	8,8	7,9	13,0	12,7	16,0	65,1
	Pajiște	9,7	24,1	13,2	17,8	7,8	6,9	79,5
Cernoziom cambic Fundulea	Arabil	0,5	3,1	3,4	11,7	15,4	24,1	58,2
	Pajiște	5,9	22,6	12,3	20,6	10,2	10,0	81,6

Alcătuirea structurală a solului se exprimă prin procentul pe clase de elemente structurale sau prin calcularea diametrului mediu ponderat (DMP):

$$DMP = \frac{\sum(Pes \cdot Dm)}{100}, \quad \text{unde:}$$

Dm = diametrul mediu al fiecărei clase de elemente structurale (mm)

Pes = procentul fiecărei clase de elemente structurale (%);

Deteriorarea structurii este mai evidentă în solurile cu textură argiloasă și în stratul superficial, unde patul germinativ poate fi sever afectat. Dacă pregătirea patului germinativ se face când solul are o umiditate necorespunzătoare, fiind prea umed sau prea uscat, atunci calitatea acestuia va fi slabă și va fi nevoie de creșterea numărului de treceri și intervenții mecanice. Aceasta va duce la creșterea traficului cu roți ce va determina o creștere a gradului de compactare a terenului, mai ales la culturile care necesită o pregătire minuțioasă a patului germinativ în vederea semănatului, cum ar fi sfecla pentru zahăr. În plus, un număr mai mare de treceri determină o intensificare a compactării și în straturile mai profunde.

4. Densitatea aparentă

Densitatea aparentă reprezintă un indice fizic important de caracterizare a solurilor și a stării de compactare a acestora. Ca regulă generală, solurile compactate au valori ridicate ale densității aparente, dar acest indice trebuie determinat în condiții similare și standardizate de umiditate pentru a putea compara starea fizică a diferitelor categorii de soluri. Se consideră că umiditatea cea mai potrivită pentru aceste determinări este cea corespunzătoare capacității de câmp specifice solului respectiv.

Vineș Gh. considera compactate orizonturile a căror densitate aparentă este mai mare de $1,40 \text{ g/cm}^3$ pentru solurile cu 12-32% argilă, $1,30 \text{ g/cm}^3$ pentru solurile luto-argiloase cu 32-45% argilă și $1,20 \text{ g/cm}^3$ pentru solurile argiloase care au peste 45% argilă (16).

Amplitudinea creșterii valorilor densității aparente este dependentă de textura solului, umiditatea acestuia în momentul efectuării lucrărilor, presiunea de contact a pneurilor, pentru vehicule cu masa sub 10 t/axă, sau greutatea pe axă, la vehiculele la care valoarea acesteia depășește 10 t, la care se adaugă evident numărul de treceri ale mijloacelor mecanice pe suprafața respectivă.

Valorile densității aparente cresc în special în stratul 0-30 cm la utilizarea mașinilor agricole ușoare și între 30-60 sau chiar 100 cm la utilizarea mașinilor agricole grele și foarte grele.

6.4.2 EFECTE ALE COMPACTĂRII ASUPRA DEZVOLTĂRII PLANTELOR

Creșterea și dezvoltarea plantelor implică procese fizice, chimice și biologice care au loc în două medii diferite, solul și atmosfera, între care există puternice relații de interdependență. Cerințele față de sistemul radicular sunt guvernate în orice fază de vegetație de ceea ce numim "potențial fotosintetic", care este o noțiune ce înglobează lumina, CO_2 și puterea plantei de a absorbi aceste elemente prin părțile sale vii (frunze, lăstari, muguri etc.).

Gradul în care potențialul fotosintetic este atins depinde de capacitatea sistemului radicular de a extrage apa, substanțele nutritive și oxigenul din sol și de a elimina dioxid de carbon.

Creșterea maximă este înregistrată când sistemul radicular întâlnește condițiile cerute de potențialul fotosintetic, referitor la conținutul solului în

elemente nutritive, apă, precum și la un schimb eficient al gazelor. Recolta maximă se obține când se asigură condiții optime în timpul perioadei de vegetație, când există o concordanță temporală între dezvoltarea plantelor, mersul vremii și condițiile din sol, așa cum s-ar putea întâmpla într-un mediu artificial. Acest echilibru este deranjat în solurile compactate sau în orizonturile tasate, unde este *restricționată pătrunderea rădăcinilor* (figura 6.2) (17), se reduce *masa și desimea acestora pe unitatea de volum*, ceea ce conduce la o dezvoltare lentă și incompletă a sistemului radicular.

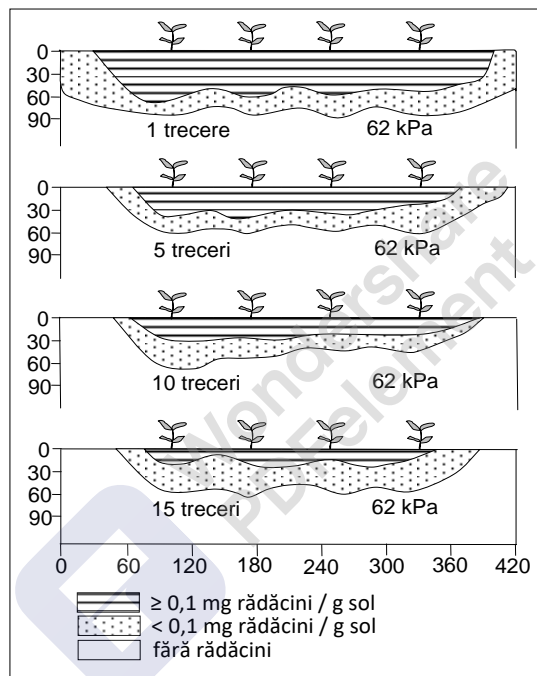


Figura 6.2 - Distribuția densității rădăcinilor într-un sol argilos după trecerea agregatelor cu roți având presiunea de 62 kPa (17)

Cel mai evident efect al restricției proliferării rădăcinilor plantelor este reducerea capacității acestora de a absorbi apa și substanțele nutritive. Limitarea pătrunderii rădăcinilor în straturile subarabile este mai accentuată în timpul perioadelor secetoase. Plantele își dezvoltă normal rădăcinile și absorb apa și elementele nutritive când densitatea aparentă este mai mică de $1,3 \text{ g/cm}^3$. La densități cuprinse între $1,3$ și $1,5 \text{ g/cm}^3$ activitatea rădăcinilor este stânjenită, iar la valori de peste $1,5 \text{ g/cm}^3$ rădăcinile nu pot crește normal și funcțiile lor sunt afectate.

S-a constatat, de asemenea, că restricțiile proliferării rădăcinilor pot reduce capacitatea sistemului radicular de a contracara efectul dăunător al prezenței și acțiunii agenților patogeni din straturile superioare ale solului.

Astfel, s-a evidențiat o legătură directă între compactarea solului, exprimată prin valorile densității aparente și prezența bolilor care provoacă putrezirea rădăcinilor (18); pentru diferite niveluri de infestare a solului cu agenți patogeni, producția a scăzut odată cu creșterea densității aparente.

Activitatea rădăcinilor și absorbția apei de către acestea este direct influențată de distribuția porilor după mărime, în special de continuitatea lor și mai puțin de porozitatea totală. Schimbările în ceea ce privește distribuția porilor după mărime datorată compactării, sunt, în special, efectul legăturii între porii de dimensiuni mari cu aerția și apa disponibilă.

Mai mult, relația între gradul de compactare și apa disponibilă pentru rădăcini este dependentă de gradul de infiltrație în sol a precipitațiilor. Deși curbele optime depind din punct de vedere statistic de planta cultivată, tipul și textura solului (19), acestea prezintă un punct de vedere interesant în ceea ce privește relațiile între sol-cultură și mersul general al vremii. Curbele optime au fost determinate la diferite grade de compactare, iar sensibilitatea culturilor la compactare este în funcție de specia cultivată. Speciile cu înrădăcinare profundă sunt mai puțin sensibile la compactare, deoarece sunt mai bine adaptate la penetrarea orizonturilor subarabile dense.

6.4.3 EFECTE ALE COMPACTĂRII ASUPRA PRODUCȚIILOR

Deși compactarea solului a fost asociată cu reducerea nivelului producțiilor încă de la descoperirea acestui fenomen, în momentul de față este unanim acceptat faptul că pierderile sunt suficient de mari pentru a justifica creșterea volumului cercetărilor și a lucrărilor dedicate acestui subiect.

O primă categorie de efecte este că se reduce capacitatea solului de a reține apa și mai ales permeabilitatea acestuia, înrăutățindu-se regimul apei în sol, se reduce aerția, crește sensibil rezistența la penetrare și rezistența la arat, cu influențe directe asupra producțiilor plantelor cultivate și eficienței economice.

Ca o consecință a înrăutățirii însușirilor solului, scade puternic capacitatea de producție a acestuia, recoltele fiind diminuate cu până la 50% față de solul necompactat.

Pierderile datorate reducerii nivelului producțiilor ca urmare a compactării, datorate în special utilizării mașinilor cu masă mare și foarte mare, au fost estimate numai în SUA la 1,2 miliarde dolari anual (20, 21) iar Woorhees (22) aproxima reducerea producției la cultura porumbului cu 6% numai datorită acestui factor.

În Europa, s-a estimat că aproximativ 33 000 000 ha teren agricol sunt afectate de procesele de compactare, iar în jur de 50% din suprafața arabilă este sensibilă la compactarea de adâncime (23).

Pe solurile argiloase, scăderea producției de porumb datorită compactării a fost de până la 50% (24). Rezultatele unui mare număr de experiențe din Suedia, cu cereale și plante uleioase, arată că producția s-a redus cu aproximativ 25% (25).

Rezultatele unui studiu referitor la influența diferitelor lucrări ale solului și a compactării produse de acestea asupra producției de sfeclă pentru zahăr, efectuat timp de 6 ani, pun în evidență că reducerea producției se datorează în principal efectului rezidual al compactării asupra balanței azotului (29).

Cercetări efectuate în România (30, 31) au estimat influența compactării asupra producției, atât ca efect direct cât și ca efect remanent. Efectul direct s-a evidențiat prin scăderi de producție de 31% la porumb boabe, 55% la floarea-soarelui, 15% la grâu, 25% la soia și 34% la iarba de Sudan și porumb siloz.

Studii referitoare la compactare (32) au stabilit că există o legătură strânsă între compactarea solului - dezvoltarea plantelor - producție - mersul general al vremii (figura 6.3).

Concluzia este că nivelul de compactare la care se obține producția maximă este influențat foarte mult de mersul general al vremii.

O caracteristică importantă este că în anii secetoși producțiile maxime au fost obținute în solurile ușor compactate și nu în cele afânate.

Acest fapt a fost explicat prin diferențele existente în ceea ce privește cantitatea de apă disponibilă în sol; variantele necompactate au avut un conținut foarte redus de umiditate datorită pierderilor mari prin evaporare, în timp ce variantele foarte tasate au reținut mai strâns apa în porii de

dimensiuni foarte mici. Bilanțul cel mai favorabil al apei s-a înregistrat la nivelurile medii de compactare.

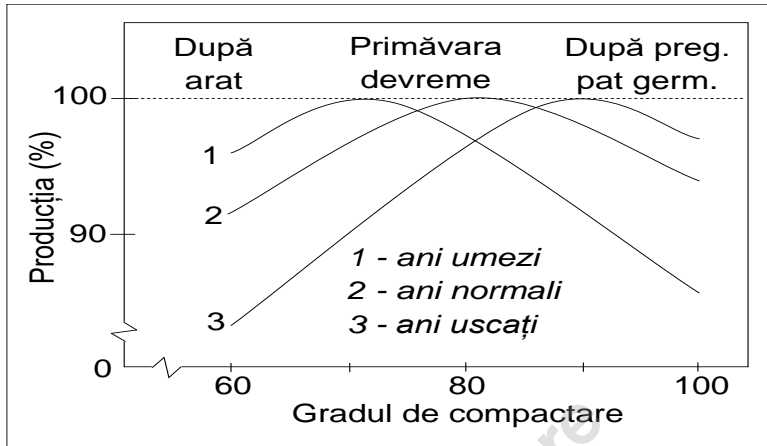


Figura 6.3 - Reprezentarea schematică a relațiilor între gradul de compactare - producție - mersul vremii (32)

În același timp, consumul de carburant a crescut cu până la 35% la executarea lucrărilor pe solurile compactate în SUA (26). Linstrom ș.a. (27) au considerat compactarea solului ca pe o cauză principală a scurgerilor de suprafață și eroziunii, iar Chancellor (28) a estimat că totalul cheltuielilor necesare amenajărilor pentru irigații și a exploatării acestora sunt ridicate datorită infiltrației slabe și evaporăției puternice de pe terenurile compactate.

6.4.4 EFECTE ALE COMPACTĂRII ASUPRA PROCESELOR BIOLOGICE DIN SOL

Compactarea are efecte și asupra tuturor proceselor biologice din sol, cum ar fi descompunerea materiei organice, mineralizarea elementelor nutritive, creșterea rădăcinilor sau bolile acestora, dezvoltarea buruienilor, precum și asupra compoziției și diversității florei și faunei etc.

În ceea ce privește fauna solului, compactarea are o influență negativă majoră asupra populațiilor de râme, care se reduc drastic din punct de vedere cantitativ în solurile compactate în comparație cu cele necompactate. Aceste efecte negative sunt cauzate de reducerea

permeabilității pentru aer și condițiilor de anaerobioză create în aceste soluri dar și stresului cauzat de traficul cu mașini agricole.

Nematozii din sol sunt afectați de asemenea, deoarece doar porii cu dimensiuni $>30 \mu\text{m}$ sunt importanți pentru dezvoltarea acestora, iar compactarea determină reducerea drastică a acestei categorii de pori (33).

Microorganismele sunt afectate în mare măsură de procesele de compactare, mai ales datorită modificării procentului diferitelor categorii de pori din sol și în consecință, procese precum descompunerea materiei organice, mineralizarea elementelor nutritive sau cantitatea de CO_2 degajat sunt influențate negativ. Ca regulă generală, compactarea determină o reducere a activității microorganismelor aerobe, mai ales în condiții de umiditate ridicată.

Dacă se consideră că prin afânarea solului are loc o intensificare a proceselor de descompunere a materiei organice și a mineralizării, atunci compactarea are efecte inverse, de reducere a acestor procese (34) și poate fi considerată o cauză principală a scăderii aprovizionării plantelor cu elemente nutritive în solurile compactate.

6.4.5 EFECTE ALE COMPACTĂRII ASUPRA MEDIULUI (ECOLOGICE)

Așa după cum s-a prezentat în precedentele subcapitole, compactarea afectează toate procesele din sol dar are influențe negative și asupra mediului înconjurător.

Unul dintre efectele cele mai evidente ale compactării este reducerea puternică a conductivității hidraulice, atât în solurile saturate cât și în cele nesaturate, cu efecte negative asupra cantității de apă infiltrată în urma precipitațiilor sau a topirii zăpezilor. Ca urmare a acestui fapt, va crește cantitatea de apă scursă la suprafața solului, în special pe terenurile în pantă, fiind favorizat procesul de eroziune hidrică și se va reduce cantitatea de apă acumulată în sol ca rezervă pentru creșterea și dezvoltarea plantelor. Acest aspect este foarte important mai ales în zonele secetoase, semiaride, unde

precipitațiile cad rar, precum și în regiunile cu precipitații bogate dar cu soluri având o rată redusă a infiltrației.

Creșterea cantității de apă scursă la suprafață, determină o intensificare a proceselor de eroziune hidrică, fenomen prezent în foarte multe regiuni ale lumii, care este însoțit de spălarea stratului de sol fertil de la suprafață (35).

Numeroase cercetări au arătat că o compactare puternică reduce creșterea rădăcinilor și absorbția elementelor nutritive de către plante (36, 37), cu efecte negative asupra nivelului producțiilor și eficienței utilizării îngrășămintelor. Efectele nu se limitează doar la reducerea producțiilor sau creșterea necesarului de fertilizanți, ci asistăm la o acumulare a unor cantități mari de îngrășămintă în sol la sfârșitul sezonului de vegetație, care vor fi în pericol de a fi levigate (38, 39). Prin levigare ulterioară, în timpul perioadelor ploioase, aceste elemente chimice ajung în profunzime, până la nivelul apei freatică și determină poluarea acestora.

Odată cu creșterea gradului de compactare, în sol se acumulează cantități mai mari de azot amoniacal în comparație cu azotul nitric, cu efecte nefavorabile asupra producției.

Alte studii (40, 41) au evidențiat că gradul de compactare influențează formarea, pe rădăcinile plantelor leguminoase, a nodozităților la speciile de *Rhizobium*. Odată cu creșterea gradului de compactare, exprimat prin creșterea valorilor densității aparente, s-a redus foarte mult numărul nodozităților formate pe rădăcinile culturii de soia. S-a evidențiat astfel, modul în care gradul de compactare influențează negativ asupra fixării azotului atmosferic în sol.

6.5 INFLUENȚA LUCRĂRILOR SOLULUI ASUPRA COMPACTĂRII

Lucrările solului, începând cu cele de bază, arătura, continuând cu cele pentru pregătirea patului germinativ, semănatul și îngrijirea culturilor, sunt o componentă a tehnologiilor de producție, mai exact, reprezintă acțiuni

care urmăresc, în primul rând, crearea în sol a condițiilor pentru dezvoltarea plantelor de cultură precum și afânarea straturilor compactate ale solului.

Efectele lucrărilor solului asupra producției depind de sol, climă, mașinile și utilajele folosite precum și de topografia locului. Acolo unde compactarea straturilor superficiale este o problemă, lucrările solului vor avea în mod cert efecte ameliorative.

Lucrările solului produc modificări în ceea ce privește gradul de agregare al solului, cu efecte asupra proprietăților fizice așa cum au fost prezentate în diferite lucrări (42, 43, 44) (figura 6.4).

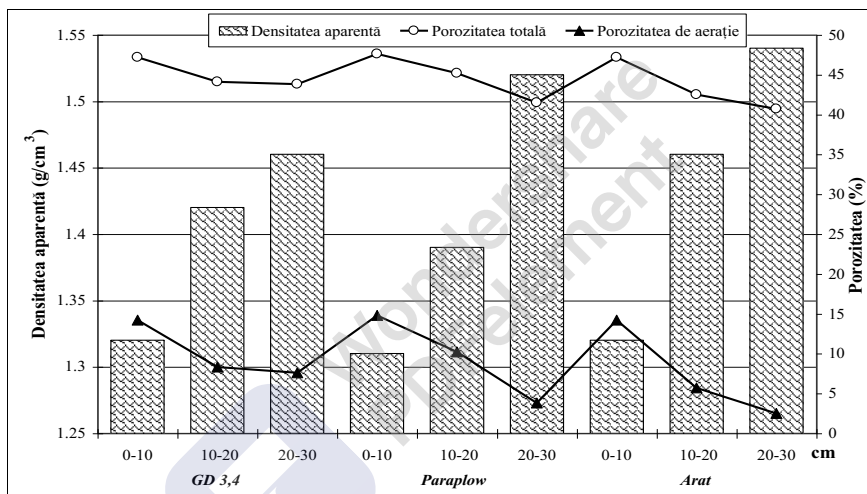


Figura 6.4 - Influența sistemului de lucrare aplicat la porumb asupra stabilității hidrice a structurii solului

Solurile agricole sunt în general subiectul a două tipuri de trafic: unul care produce compactare, traficul cu roți și altul care determină afânarea, respectiv traficul datorat lucrărilor solului.

Deși tendința este de a considera aceste două tipuri de trafic ca separate, efectele lor asupra proprietăților solului nu sunt practic în întregime independente, deoarece reacția solului la fiecare din ele este în funcție de efectele lucrărilor anterioare și a rezultantei factorilor naturali care au acționat în acest interval.

Reacția solului la compactare depinde de caracteristicile traficului, proprietățile solului, umiditatea solului în momentul executării traficului și

este exprimată în general cu ajutorul densității aparente (D_a), porozității totale (P_t) și rezistenței la penetrare (R_p), în funcție de presiunea aplicată solului și de umiditatea acestuia ($U\%$). Umiditatea, anterioară și după compactarea solului, trebuie să fie cunoscută, pentru a permite interpretarea datelor referitoare la rezistența la penetrare și densitatea aparentă.

Lucrările solului, care afectează proprietățile sale fizice, depind de tipul uneltei, adâncimea de lucru, condițiile inițiale și umiditatea solului în momentul efectuării lor (45). Studii privind influența traficului cu roți asupra compactării solului, au evidențiat o degradare a stării sale fizice datorită creșterii numărului de treceri. Modificarea densității aparente (figura 6.5) a fost maximă la adâncimea de 15-20 cm și a oscilat între 0,10 - 0,50 g/cm³ (46).

Amplitudinea variației densității aparente depinde de textura solului, conținutul acestuia în umiditate, presiunea de contact (pentru vehicule cu mai puțin de 10 tone pe axă), greutatea pe axă (pentru vehicule cu peste 10 tone pe axă) și de numărul de treceri a mijloacelor mecanice.

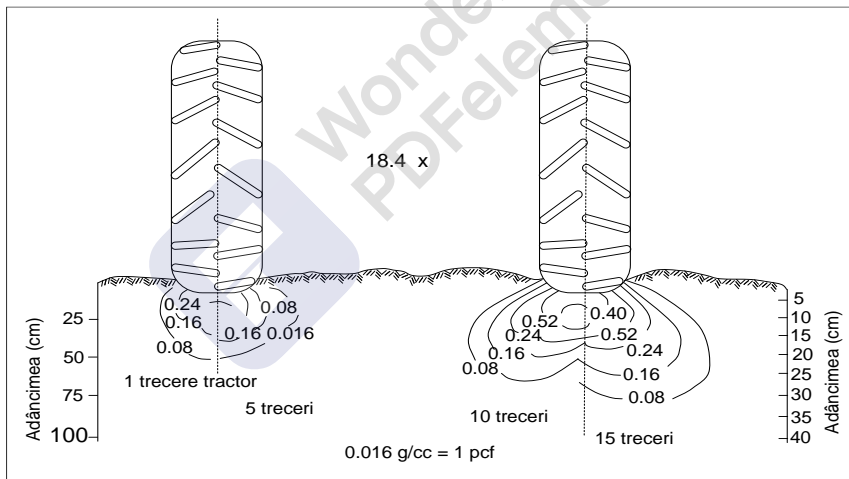


Figura 6.5 - Influența traficului cu roți asupra densității aparente

Zona de maximă compactare, pentru vehicule ușoare, este în partea superioară a profilului de sol (0-30 cm), în timp ce vehiculele grele au tendința de a compacta stratul subarabil (30-80 cm); aceasta reprezintă o problemă mult mai serioasă întrucât lucrările de afânare, ca subsolajul, implică cheltuieli mult mai mari față de lucrarea de bază, normală, a solului.

Încărcătura pe osie la tractoare, mașinile de recoltat și la remorci a crescut mereu și a provocat din ce în ce mai multe daune grave staturilor profunde (47). Creșterea greutății utilajelor a fost compensată într-o oarecare măsură prin utilizarea roților duble la tractoare, prin creșterea lățimii anvelopelor și printr-o creștere a numărului de osii. Pentru a evita compactarea mai adâncă de 40 cm s-a propus ca sarcinile pe osii să fie limitate la 6 t pe un singur ax sau 8-10 tone pe o axă tandem (48, 49).

Studiile referitoare la traficul mijloacelor mecanice au arătat că în multe din sistemele convenționale de lucrare a solului, 90% sau chiar mai mult din suprafața terenului este călcată cel puțin o dată pe an de roți (50, 51).

Intensitatea traficului în câmpurile arabile se determină pe baza suprafeței parcurse de roțile mașinilor, exprimat în procente din suprafața câmpului, la toate operațiunile individuale dintr-un an agricol și prin determinarea nivelului de încărcare exprimat în tone/km/ha.

În producția de cereale la numărul și tipurile de mașini utilizate în mod tradițional în Europa, suprafața totală anuală tasată de roțile utilajelor este, de obicei, de 3 și 6 ori mai mare decât cea a câmpului. Acest lucru înseamnă că, în medie, fiecare punct al câmpului este afectat de roțile mașinilor de 3 până la 6 ori pe an. În sistemele agricole cu lucrări reduse și cu producție mai puțin intensivă suprafața afectată de roțile mașinilor este mult mai redusă, respectiv de 1,7 până la 4 ori pe an (tabelul 6.4) (52).

La culturile de sfeclă pentru zahăr și cartof suprafața tasată de roțile utilajelor este de 4 până la 8 ori pe an iar la culturile furajere intensitatea traficului în câmpurile arabile este mai mare, de 6 până la 10 ori pe an.

Calcularea încărcăturii pentru fiecare operațiune, exprimată prin numărul de tone/km/ha, se face prin multiplicarea masei vehiculului (tone) cu distanța parcursă în km. De exemplu, dacă distanța parcursă pe un câmp de un tractor și o remorcă cu o greutate totală de 10 tone este de 1 km/ha, adică un parcurs la fiecare 10 m, intensitatea traficului este de 10 t/km/ha.

În sistemele tradiționale de producere a cerealelor, cu o cultură pe an, pentru operațiunile normale anuale de la lucrările de cultivare, însămânțare, fertilizare, combaterea buruienilor și recoltare rezultă de regulă, un total de 120-150 t/km /ha. Dacă se efectuează și alte operațiuni, cum ar fi balotarea paielor, discuitul miriștei și aplicarea gunoiului de grajd, valoarea anuală totală poate depăși 200 t/km /ha. Este deosebit de importantă

planificarea sistemelor de trafic în așa fel încât distanțele parcurse să fie reduse la minimum, în special la cele pentru întoarcere, suprapunere, transport etc.

La un conținut de umiditate ridicat, patinarea roților contribuie la compactare în aceeași măsură ca și masa mijloacelor mecanice. Studii de laborator (53) au arătat că peste 50% din tasarea stratului superior al solului poate fi atribuită patinării roților.

Tabelul 6.4

Intensitatea traficului pe terenul arabil la diferite lucrări agricole

Lucrarea	Caracteristicile operațiunilor	Suprafața tasată de roți (% din suprafața câmpului)	T/km/ha
Arat la 20 cm	Tractor cu 4 t pe osie + plug cu 3 brăzdare	90-170	35-40
	Tractor cu 10 t pe osie + plug cu 8 brăzdare	70-130	32-46
Cizel la 12 cm	Tractor cu 4 t pe osie + plug de 3 m lățime	45-110	15-20
	Tractor cu 12 t pe osie + plug de 9 m lățime	30-70	15-20
Grăpat la 5 cm adâncime	Tractor cu roți simple și 8 t pe osie + grapă de 9 m lățime	20-38	10-12
	Tractor cu roți duble și 8 t pe osie + grapă de 9 m lățime	32-55	10-12
Semănat cereale	Tractor cu roți duble și 5 t pe osie + semănătoare cu fertilizator de 3 m	100-170	25-35
	Tractor cu roți simple și 5 t pe osie + semănătoare de 7 m	25-65	10-15
Recoltat cereale	Combină de 3,6 m, 5 t goală, 7 t complet încărcată	40-55	18-23
	Combină de 6,6 m, 14 t goală, 19 t complet încărcată	40-60	28-35
Recoltat sfeclă pentru zahăr	Tractor cu 6 t pe osie + mașină de recoltat pe 3 rânduri 6 t goală, 12 t complet încărcată	120-180	120-160
	Mașină de recoltat pe 6 rânduri de 20 t goală, 40 t complet încărcată	120-180	120-160
Aplicare gunoi de grajd	Câmp obișnuit, multe intrări	40-150	15-60
	Câmp neuniform, câteva intrări	80-250	30-110
Pentru creșterea unei culturi pe tot anul	Cereale, producție de intensitate ridicată, aratură cu plugul cu cormană	300-650	100-220
	Cereale, producție de intensitate redusă, lucrări reduse -minime	170-400	70-140
	Culturi de rădăcinoase și cartof	400-800	200-400
	Pajiște pentru însilozare, 3 recoltări, randament ridicat	600-1000	180-350

Efectul de compactare este maxim la un coeficient de patinare între 15 și 25%, cu o medie obișnuită de 20%; la patinarea maximă, structura stratului superior este distrusă prin zdrobirea și sfărâmarea agregatelor.

Primele încercări de a stabili un model matematic al variației densității aparente și porozității solului, în funcție de apăsarea exercitată pe sol și conținutul acestuia în umiditate, s-au bazat pe teste de compactare a solului executate în laborator.

Ecuția lui Soehne (54), care exprimă modificarea porozității unui sol după aplicarea unei presiuni statice la o umiditate cunoscută a fost modificată pentru condiții de câmp de Amir ș.a. (55). Aceștia au exprimat porozitatea în funcție de umiditatea solului, presiunea aplicată și presiunea reziduală, prin aceasta din urmă înțelegându-se presiunea necesară pentru a aduce porozitatea unui sol absolut necompactat (virgin) la nivelul celei normale din câmp. Această ecuație, care combină compactarea cu o ecuație de drenaj, încearcă să determine perioada optimă pentru executarea traficului pe sol în vederea reducerii riscului compactării. S-a evidențiat că intervalul de timp necesar pentru ca producția să revină la normal nu este în corelație directă cu cel necesar pentru îmbunătățirea stării fizice a solului.

$$\Delta P_o = B \times \ln \left(\frac{P_2}{P_1} \right) + S \times \ln C, \quad \text{unde:}$$

ΔP_o - variația porozității;

B și C - caracteristicile de compactare ale solului;

S - constantă care descrie influența tipului de sol asupra reducerii umidității ca rezultat al drenajului;

P_1 - presiunea reziduală (daN/cm²);

P_2 - presiunea aplicată pe sol (daN/cm²).

Hakansson (56) a determinat creșteri de producție în timp pe solurile afectate de compactare, deși densitatea aparentă a avut valori ridicate și a atribuit aceste creșteri rețelei de crăpături și canale formate prin activitatea rămelor care îmbunătățesc infiltrația și circulația apei precum și faptului că dezvoltarea rădăcinilor este favorizată de existența acestei rețele.

Pentru înțelegerea fenomenului de compactare a solurilor agricole și reducerea riscului compactării excesive, în condițiile executării tuturor lucrărilor la timp și cu mașini agricole potrivite, un rol foarte important au avut modelarea matematică, ecuațiile empirice și mecanica clasică.

Acestea au fost adaptate pentru condițiile specifice de trafic ale solurilor agricole și utilizate pentru a stabili relații matematice care să includă cât mai mulți dintre factorii care determină compactarea acestor soluri.

Modelarea matematică a fost utilizată tot mai frecvent pentru a simula compactarea în diferite situații posibil de întâlnit în teren, cât și pentru a estima impactul diferitelor tehnologii agricole, a utilizării unor mașini noi, cu mase și lățimi de lucru mari, asupra stării fizice a solului.

6.6 MĂSURI DE PREVENIRE ȘI COMBATERE A COMPACTĂRII SOLULUI

Mulți cercetători (57, 58) consideră că este posibilă prevenirea compactării excesive și menținerea stării fizice a solului la un nivel mediu, acceptabil, prin utilizarea unor sisteme de lucrare care pot influența și menține valorilor proprietăților fizice între anumite limite, în funcție de obiective, care pot fi uneori compactarea, alteori afânarea solului.

Trebuie avut în vedere că nu întotdeauna factorul limitativ principal al producției este compactarea; de exemplu, în regiunile secetoase sunt mai importante pierderile de apă prin evaporare datorate lucrărilor solului, decât faptul că acesta se compactează și atunci trebuie urmărit și menținut la un nivel convenabil în primul rând acest factor limitativ.

Pentru o fermă sau întreprindere agricolă, prioritară este determinarea stării inițiale de compactare a solului, de care va depinde reacția acestuia la traficul cu mijloacele mecanice prevăzute în tehnologie. De asemenea, trebuie prevăzute efectele unor anumite tehnologii asupra condițiilor din sol în timpul sezonului de vegetație, precum și efectele economice. În scopul prevenirii apariției compactării secundare aceste cauze trebuie eliminate pentru că la solurile deja tasate lucrarea de afânare care se repetă la anumite intervale de timp încarcă foarte mult costurile de producție.

Pentru aceasta se recomandă parcurgerea următoarelor etape:

I. Determinarea stării inițiale de compactare a solului înainte de executarea lucrărilor:

a. Alegerea parametrilor de caracterizare a stării fizice a solului.

b. Stabilirea schemei de prelevare a probelor:

- alegerea scării de mărime convenabilă;
- estimarea variabilității rezultatelor.

II. Estimarea condițiilor din sol în timpul perioadei de vegetație:

a. Estimarea schimbării condițiilor din sol datorită compactării:

- forța de apăsare pe sol;
- numărul de treceri;
- patinarea roților;
- umiditatea solului în momentul efectuării traficului.

b. Estimarea schimbării condițiilor din sol datorită lucrărilor:

- tipul de mașină agricolă sau unealtă folosită;
- adâncimea de lucru.

III. Estimarea nivelului producției sau efectelor economice:

a. cunoștințele anterioare despre optimul tehnic și economic;

b. analiza condițiilor meteo probabile;

c. relația mersul vremii - producție;

d. estimarea prețului de vânzare;

e. estimarea costurilor:

- costuri fixe;
- costuri variabile (uscare, transport etc.).

Având în vedere aceste estimări, pot fi luate în considerare diferite alternative:

- dacă în urma lucrărilor obișnuite rezultă o compactare excesivă, se recomandă: drenajul sau executarea traficului numai în momentul în care solul s-a uscat; reducerea masei agregatelor; reducerea numărului de treceri; încorporarea de materie organică; introducerea asolamentelor raționale;

- afânarea solurilor compactate se poate face prin lucrări adânci, de subsolaj, încorporare de materie organică sau lăsarea terenului respectiv nelucrat pentru o perioadă.

6.7 AMELIORAREA ȘI CONSERVAREA SOLURILOR AFECTATE DE COMPACTARE

Amploarea proceselor de compactare pe diferite categorii de soluri în România este prezentată în tabelul 6.5 (10).

Tabelul 6.5

Suprafețe cu terenuri arabile compactate în România (% din suprafața arabilă) (10)

Compactare	Compactare de mică adâncime (<40-45 cm), în general antropică	Compactare de mare adâncime (>40-45 cm), în general naturală	Total (%)
Absentă	20	14	34
Prezentă	52	14	66
<i>din care:</i>			
- slabă și moderată	30	8	38
- puternică	17	5	22
- foarte puternică	5	1	6
TOTAL	72	28	100

Pe solurile compactate, indiferent de originea acestui proces, se pune problema ameliorării și conservării lor pentru ca acest fenomen să nu se mai repete. Aceasta se poate realiza pe cale mecanică, prin lucrări executate la adâncimea stratului compactat:

- lucrări de subsolaj (scormonire), la 35-40 cm adâncime, pe solurile cu compactare de mică adâncime;

- lucrări de scarificare (afânare adâncă), la adâncimea de 60-80 cm, pe solurile cu compactare de adâncime.

Și la noi, s-a generalizat pentru combaterea compactării de adâncime executarea lucrărilor de scarificare (afânare adâncă) la adâncimea de

60 - 80 cm. Cercetările efectuate în România au arătat că această lucrare trebuie repetată la intervale de 5-6 ani sau mai mult (59) deoarece aduce sporuri de producție de ordinul a 10-15% (60) și îmbunătățește unele însușiri ale solului (61), îndeosebi regimul aero-hidric, care favorizează la rândul lui dezvoltarea în adâncime a sistemului radicular. Totuși, în zonele și în anii cu pluviozitate excedentară, scarificarea poate conduce temporar la intensificarea excesului de umiditate stagnantă.

Pentru ameliorarea solurilor compactate se recomandă următoarele măsuri:

- efectuarea lucrărilor solului la o umiditate corespunzătoare și limitarea la strictul necesar a numărului de treceri;
- folosirea agregatelor combinate care realizează la o singură trecere lucrările de pregătire a patului germinativ, erbicidat, fertilizat și semănat;
- menținerea în limite optime a reacției solului și a compoziției cationilor schimbabili;
- utilizarea unei structuri de culturi variate, cu rotații de lungă durată, în care să fie incluse plantele amelioratoare de leguminoase și graminee perene;
- folosirea culturilor de acoperire și aplicarea îngrășămintelor organice pentru favorizarea activității mezofaunei (râmelor);
- mărirea suprafeței de contact a roții cu solul, prin utilizarea pneurilor cu presiune mică, utilizarea pneurilor cu lățime mare și a roților duble;
- alternarea direcției și a adâncimii arăturii în fiecare an;
- aplicarea lucrărilor de subsolaj și de arat fără întoarcerea brazdei;
- reducerea intensității mineralizării materiei organice prin adoptarea tehnologiei semănatului direct în miriște;
- arătura trebuie să urmărească pe terenurile în pantă, direcția generală a curbelor de nivel;
- folosirea de culturi acoperitoare sau pentru îngrășământ verde.

Pentru eliminarea tasării se recomandă efectuarea arăturilor adânci, la 25-30 cm, cu subsolaj (5-10 cm), care trebuie să alterneze ca adâncime, de la un an la altul, în funcție de cerințele plantelor cultivate din cadrul asolamentului.

Criteriile pedologice pentru stabilirea cerinței de efectuare a afânării adânci (62), arată că au prioritate solurile afectate de exces de umiditate pluvială, cele care au o porozitate totală deficitară și un grad de tasare mai mare de 10% (tabelul 6.6).

Evitarea efectuării lucrărilor mecanice și a circulației animalelor pe solul umed este un principiu cunoscut dar efectele economice severe ale întârzierii semănatului, recoltării sau a altor lucrări, care pot depăși pagubele prin compactare, amplifică dilema care apare la fermieri în primăverile și în toamnele umede. Utilizarea unor mașini mai mari și mai grele pentru cultivare și recoltare este inevitabilă și dacă nu se iau măsuri de compensare corespunzătoare, gradul de compactare poate crește până la valori greu de remediat.

Tabelul 6.6

Criterii pedologice pentru stabilirea cerinței de efectuare a afânării adânci, după gradul de tasare

Criteriul		Gradul de tasare		Cerința de afânare adâncă
Argilă <0,002 mm (%)	Porozitatea minimă necesară (%)	Categoria	%	
10	45	1 - nu	-	-
20	47			
30	49	2 - slab	10	moderată
40	51			
50	53	3 - moderat	10-18	stringentă
60	56	4 - accentuat	18	acută

Compactarea de suprafață poate fi temporar remediată prin lucrări de afânare, dar în orizonturile mai adânci acest lucru este foarte greu de realizat și în același timp foarte costisitor (63, 47). Prevenirea compactării în subsol se poate face prin controlul presiunii exercitate pe sol de roțile mașinilor agricole, care nu trebuie să depășească capacitatea solului de a prelua aceste solicitări. Evitarea compactării este opțiunea cea mai de dorit acolo unde este posibil din punct de vedere fizic și economic.

Prioritățile în execuția lucrării de afânare adâncă se stabilesc după intensitatea unor factori cum ar fi gradul de tasare și excesul de umiditate însă la execuția lucrării trebuie să se țină cont și de alte criterii legate de panta

terenului, adâncimea apei freatice, caracteristicile litologice ale substratului, conținutul în argilă, susceptibilitatea la alunecări etc.

Pentru înlăturarea acestor neajunsuri este necesară efectuarea lucrărilor de afânare adâncă, care trebuie executate împreună cu fertilizarea organică cu 40-50 t/ha gunoi.

Eficiența afânării adânci a solului depinde în mare măsură de momentul executării, determinat de starea de umiditate a solului, care trebuie să fie cuprinsă între 60 și 90% din intervalul umidității active. În aceste condiții se asigură o bună afânare a solului pentru că fragmentarea se face în mai multe planuri și nu doar o tăiere pe direcția de înaintare, ca în cazul terenului cu umiditate mare.

Scarificarea solului la o umiditate de sub 60% din intervalul umidității active, se realizează cu un consum mare de combustibil, datorită rezistenței foarte mari pe care o opune solul la înaintarea organelor active ale scarificatorului.

La S.C.D.A. Podu-Iloaiei, Iași, pe un cernoziom cambic cu 36 - 38% argilă, sistemul convențional de lucrare al solului, reprezentat prin arătura efectuată la 20-30 cm adâncime precum și sistemele conservative de lucrare, executate care au inclus cizelul, au asigurat valori optime ale densității aparente, rezistenței la penetrare, porozității totale și stabilității hidrice a structurii. În schimb la variantele lucrute cu grapa cu discuri, însușirile fizice ale solului au avut valori inferioare (64, 65, 66).

Lucrările de afânare pe cale mecanică a solurilor compactate nu reprezintă un remediu de durată, deoarece solurile astfel afânate se recompactează ușor, ceea ce face necesară revenirea periodică cu astfel de lucrări și prezintă pericolul ca, în timp, intensitatea recompactării și destructurării să crească. Aceste lucrări trebuie de aceea însoțite de lucrări de prevenire, menționate anterior, urmărindu-se astfel, în timp, crearea unor condiții care să elimine sau să reducă pericolul recompactării.

Alegerea epocii potrivite pentru efectuarea diferitelor lucrări cum ar fi lucrările de bază, ca aratul, sau de pregătire a patului germinativ, are o importanță deosebită, pentru că dacă solul este prea umed se produce compactarea iar dacă este prea uscat se pulverizează agregatele și se degradează structura.

6.8 IMPLEMENTAREA MĂSURILOR DE COMBATERE A COMPACTĂRII SOLULUI

Pentru a se putea trece la aplicarea măsurilor de prevenire a compactării, trebuie stabilite câteva elemente.

În primul rând, trebuie să se stabilească dacă există sau nu o cauză generală, principală, care determină o stare fizică necorespunzătoare de compactare. De exemplu, multe terenuri suferă din cauza unui drenaj nesatisfăcător, ceea ce face ca acestea să se mențină umede pentru o perioadă îndelungată în cursul anului; alte terenuri conțin un procent ridicat de argilă, ceea ce le predispune la compactare, mai ales la utilizarea unor mașini cu masă mare; un procent redus de materie organică determină o stare structurală necorespunzătoare, o stabilitate hidrică slabă, elasticitate redusă și o plasticitate ridicată; pe alte terenuri se manifestă o infestare cu boli și dăunători sau apar probleme de toxicitate, încât compactarea devine o problemă secundară.

În al doilea rând, compactarea trebuie localizată, deoarece ea poate reprezenta o problemă numai la o anumită adâncime, cum ar fi cazul hardpanului, poate fi limitată numai la stratul superficial sau există și în orizonturile subarabile. Acest lucru este foarte important deoarece influențează decisiv metodele de ameliorare a acestor soluri. Indiferent de adâncimea la care se manifestă, în toate cazurile, condițiile generale de compactare trebuie să fie determinate prin prelevarea probelor de sol și analizarea lor în laborator.

În al treilea rând, trebuie stabilite proprietățile fizice și indicii semnificativi pentru caracterizarea stării de compactare. Densitatea aparentă și rezistența la penetrare sunt, în general, acceptate ca buni indicatori ai stării de compactare a solului. Trebuie, de asemenea, determinate umiditatea solului, conținutul în materie organică, masa utilajelor și forța lor de apăsare pe unitatea de suprafață.

În al patrulea rând, trebuie stabilit modul de recoltare a probelor de sol și de interpretare a datelor. Acestea se recoltează cu personal și echipament specializat.

Evoluția densității aparente se studiază întâi pe solurile tipice dintr-o regiune, într-un număr suficient de repetiții, după care se trece la determinarea influenței diferitelor lucrări sau combinații de lucrări asupra stării fizice a solului.

6.9 EFECTE ECONOMICE ALE APLICĂRII MĂSURILOR DE PREVENIRE ȘI COMBATERE A COMPACTĂRII SOLULUI

Pentru o fermă sau întreprindere agricolă, măsurile întreprinse în legătură cu calitatea solului sunt foarte importante din punct de vedere economic. Orice acțiune de conservare a solului, incluzând măsuri pentru menținerea și îmbunătățirea procentului de substanță organică, a fertilității și structurii solului, depind de capacitatea proprietarului de a-și asuma anumite riscuri financiare pe termen scurt în vederea obținerii unei stabilități a producțiilor pe termen lung.

O parte din acest risc poate fi acoperit și prin sumele alocate în cadrul programelor naționale care acționează în această direcție.

Interdependența între producție, prețul pieței, compactarea produsă de mijloacele mecanice și costuri a fost investigată de mai mulți economiști (67), studii care s-au bazat pe date din câmpurile experimentale.

Pierderile de producție, care reprezintă diferența între producția parcelor compactate și a celor necompactate, au fost translate la nivelul fermelor prin calcularea procentului de teren compactat în funcție de mărimea și clasa de putere a tractoarelor utilizate. Costurile totale pe hectar, în funcție de mărimea tractorului și numărul de treceri sunt prezentate, pentru porumb, în figura 6.6 (67).

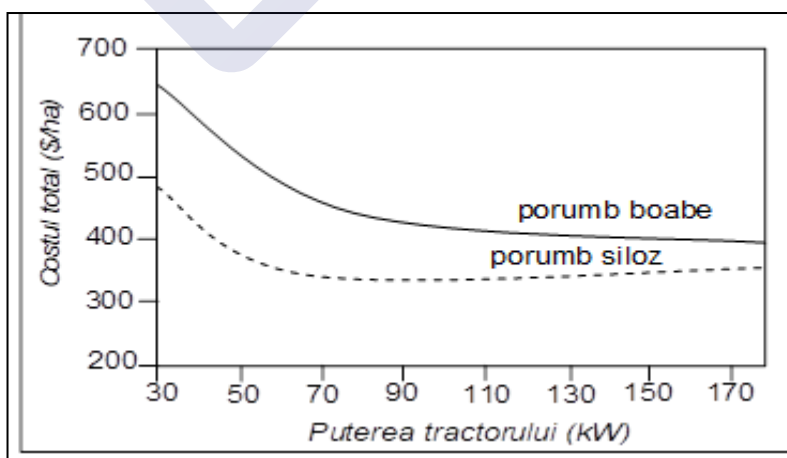


Figura 6.6 - Creșterea costurilor de producție la porumb în funcție de numărul de treceri și puterea tractoarelor

Procentul de teren compactat se calculează ca un raport între suprafața călcată de roțile motrice și cea acoperită la o singură trecere cu echipament standard. Se fac apoi analize economice, incluzând nivelul producțiilor și al pierderilor de producție datorate compactării pentru diferite condiții climatice și tipuri de mașini.

Concluzia este că mărimea optimă a tractorului (kW) depinde de cultură, condițiile climatice iar tractoarele mici nu sunt recomandate, deoarece suprafața totală călcată de acestea este mai mare în comparație cu cea călcată de tractoarele de putere mijlocie și mare. Prin reducerea numărului de treceri costurile au scăzut întotdeauna (figura 6.7) (67). La cuantificarea acestor pierderi nu au fost luate în considerare și efectele reziduale ale compactării.

Pe terenurile nisipoase din Regatul Unit, tasarea solului a determinat reducerea producției medii de boabe la cereale, în perioada 2013-2016, cu 2,90, 1,78, 2,03 și 1,44 t /ha, acestea reprezentând echivalente în procente de 31%, 22%, 17%, respectiv 18% (tabelul 6.7). Producțiile obținute pe suprafețele circulante au fost mai mici față de cele înregistrate în zona cu trafic controlat cu diferențe semnificative în toți anii și la toate culturile. Producția mai redusă la grâul de toamnă în 2013 și la ovăz în 2016 la sistemul no-till s-a datorat condițiilor de umiditate mai mare a solului din anii respectivi.

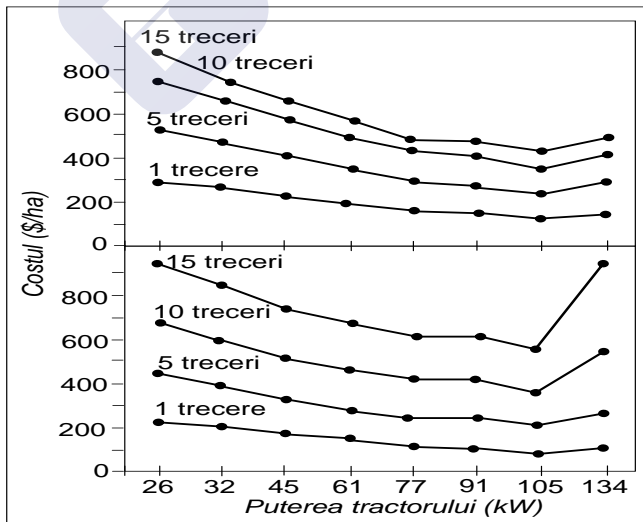


Figura 6.7 - Costurile totale pe hectar în funcție de puterea tractorului (kW) și numărul de treceri

Tabelul 6.7

**Producțiile (t/ha) pe benzile circulat și pe zonele care nu sunt circulat
din parcelele cu sistem de trafic controlat**

Cultura	Banda de circulație		
	Cu trafic normal	Cu trafic controlat	Media
Grâu de toamnă 2013			
Lucrări adânci 25 cm	7,69	8,97	8,33a
Lucrări superficiale 10 cm	7,04	8,10	7,57a
No – till	4,34	10,72	7,53a
Media	6,36a	9,26b	
Orz de toamnă 2014			
Lucrări adânci 25 cm	6,06	8,69	7,37a
Lucrări superficiale 10 cm	6,22	7,68	6,95a
No - till	6,79	8,06	7,42a
Media	6,36a	8,14b	
Orz de toamnă 2015			
Lucrări adânci 25 cm	9,87	13,24	11,55a
Lucrări superficiale 10 cm	10,69	12,53	11,61a
No - till	10,00	10,90	10,45a
Media	10,19a	12,22b	
Ovăz 2016			
Lucrări adânci 25 cm	7,33	8,33	7,83a
Lucrări superficiale 10 cm	7,01	8,00	7,51a
No - till	5,87	8,19	7,03a
Media	6,73a	8,17b	

Practicile agricole cu trafic controlat, unde utilajele sunt dirijate pe urme prestabilite prin adaptarea lățimii echipamentului și a distanței dintre roți, contribuie prin evitarea compactării, la creșterea producției, reducerea deplasărilor neproductive la întoarceri, suprapuneri, consum energetic mai redus la unitatea de suprafață, îmbunătățirea însușirilor solului și infiltrarea mai bună a apei din precipitații și irigații.

Reducerea suprafeței lucrate de la 30% la 15% a determinat creșterea producției medii, pe patru ani cu 3,4%. Producția medie de cereale pe banda lucrată a fost redusă la sistemele cu trafic pe 30 și 15% din suprafață cu 1,44 t/ha și 2,90 t/ha sau 17 % și, respectiv, 31% (tabelul 6.8).

Costul sistemelor de orientare necesare pentru tractoare, combinele de recoltare și celelalte echipamente raportat la beneficiile economice rezultate prin folosirea sistemului de agricultură cu trafic controlat, cu suprafață tasată pe 30 și 15% din suprafața câmpului (0,32 t/ha și 0,61 t/ha, respectiv, 41 £ /ha și 77 £ /ha) arată că pentru implementarea unui singur sistem de precizie sunt necesare 104, respectiv 56 hectare.

Tabelul 6.8

**Producțiile de cereale obținute în diferite sisteme de trafic
și de lucrare a solului (t/ha)**

Lucrarea	Trafic convențional, 1,2 și 1,5 bari în anvelopele tractorului	Trafic cu presiune mică, 0,7 bari în anvelopele tractorului	Sistem cu trafic controlat 30%	Media	Sistem cu trafic controlat 15%
Grâu de toamnă 2013			Trafic și lucrări DL5% = 0,35		
Lucrări adânci 25 cm	7,29	7,71	7,93	7,65b	8,11
Lucrări superficiale 10 cm	7,67	7,93	8,39	8,00b	8,56
No - till	6,87	7,02	7,01	6,97a	7,78
Media	7,28a	7,55ab	7,78b	7,54	8,15
Orz de toamnă 2014			Diferențe nesemnificative		
Lucrări adânci 25 cm	8,50	8,50	8,50	8,50a	8,92
Lucrări superficiale 10 cm	8,60	8,20	9,10	8,63a	9,37
No - till	8,80	8,60	8,40	8,60a	8,61
Media	8,63a	8,43a	8,67a	8,58	8,97
Orz de toamnă 2015			Trafic și lucrări DL5% = 0,69		
Lucrări adânci 25 cm	11,17	11,46	11,53	11,39b	11,93
Lucrări superficiale 10 cm	11,53	11,61	11,40	11,51b	11,67
No - till	9,93	9,99	10,28	10,07a	10,41
Media	10,88a	11,02a	11,07a	10,99	11,34
Ovăz 2016			Trafic și lucrări DL5% = 0,46		
Lucrări adânci 25 cm	8,61	8,96	9,12	8,89b	9,28
Lucrări superficiale 10 cm	8,81	8,86	9,06	8,91b	9,23
No - till	6,70	6,91	7,60	7,07a	7,95
Media	8,04a	8,24ab	8,59b	8,29	8,82

Suprafețele de 312 ha și 168 ha necesare pentru acoperirea costurilor a trei sisteme de precizie pot părea ridicate la fermele cu suprafețe mai mici însă prin achiziționarea unor sisteme cu un cost de aproximativ 5000 de lire sterline se reduc costurile anuale la 1325 lire sterline și s-ar reduce și pragul de rentabilitate la 97 ha, respectiv 52 ha pentru trei sisteme.

Cercetările efectuate la Fundulea au dovedit că pe solul tasat de 3 ori recolta a scăzut, față de solul netasat, cu 12% la grâu, 25% porumb, 35% la floarea-soarelui și 46% la sfecla pentru zahăr (tabelul 6.9) (68).

Aceste lucrări sunt acum executate prin utilizarea sistemelor de orientare prin satelit, a celor de poziționare globală în timp real (real time kinetic - RTK) și a celor pentru dirijare și direcție automată de pe utilajele agricole. Utilajele agricole inteligente vor juca un rol deosebit în creșterea eficienței lucrărilor și pentru implementarea agriculturii de precizie pentru optimizarea producției și a însușirilor solului.

Tabelul 6.9

Influența tasării solului asupra producției la diferite culturi agricole

Varianta	Grâu		Porumb		Floarea-soarelui		Sfeclă pentru zahăr	
	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%	q/ha	%
Netasat	46,5	100	75,5	100	23,4	100	442	100
Tasat o dată	43,8	94,2	65,2	86,4	21,4	91,5	306	69,2
Tasat de 3 ori	41,1	88,4	56,4	74,7	15,3	65,4	237	53,6

O altă alternativă pentru reducerea degradării stării fizice a solului o constituie "*controlul traficului*", care presupune ca un procent redus din suprafața terenului să fie utilizat numai pentru deplasarea mijloacelor mecanice, cu avantajul că patinarea este mai redusă, în timp ce restul suprafeței nu este niciodată călcată.

Sistemul de agricultură cu "trafic controlat" este un sistem specific de cultivare unde toate, sau majoritatea, lucrărilor solului și a celor de întreținere sau de transport sunt restricționate la folosirea unor trasee stabilite în prealabil (Elsevier's Dictionary of soil Sciences).

Sistemul de agricultură cu trafic controlat are următoarele avantaje:

- O mai bună stare fizică a solului, prin îmbunătățirea porozității, infiltrației, structurii, drenajului și folosirea mai eficientă a nutrienților;

- Inputuri în cantități mai reduse :consumuri mai mici de carburant, tractoare mai puțin puternice;
- Lucrările se pot executa și în condiții de umiditate ridicată;
- Creșteri de producție.

Pentru aceasta s-au experimentat așa-numitele "șasiuri autodeplasabile" (foto 6.1) la care se pot atașa și unelte clasice de lucru.

Considerând că traficul convențional duce în mod obișnuit la o reducere a producției de 15%, în sistemul "trafic controlat", unde suprafața compactată reprezintă numai 10% din cea călcată în mod obișnuit, pierderile de producție vor fi și ele de numai 10%, chiar dacă nu va crește nimic pe spațiile pe care se deplasează roțile. Apreciind însă o reducere de numai 50% a producției pe spațiile pe care rulează roțile și de 0% pe restul suprafeței, se va obține un spor de producție de aproximativ 5%.



Foto 6.1 - Model de șasiu autodeplasabil pentru controlul traficului utilizat de Departamentul Agriculturii SUA

Pentru a reduce compactarea se utilizează utilaje cu pneuri duble și presiuni mai mici ale anvelopelor, dar în general, problema rămâne. Sistemele de mecanizare cu trafic controlat permit potrivirea lățimii de funcționare a echipamentului și a distanței dintre roți și prin utilizarea anvelopelor ultra-flex, care pot funcționa la presiuni de 0,6 până la 0,7 bari, au redus mult tasarea comparativ cu anvelopele convenționale umflate la 1,2 - 1,5 bari pentru roțile față și spate.

O altă variantă a acestui sistem este cea în care agregatul de lățime mare este ghidat prin sistemul Global Navigation Satellite System (GNSS), încât roțile motrice și de susținere se vor deplasa la fiecare trecere pe aceleași urme (figura 6.8) (69).

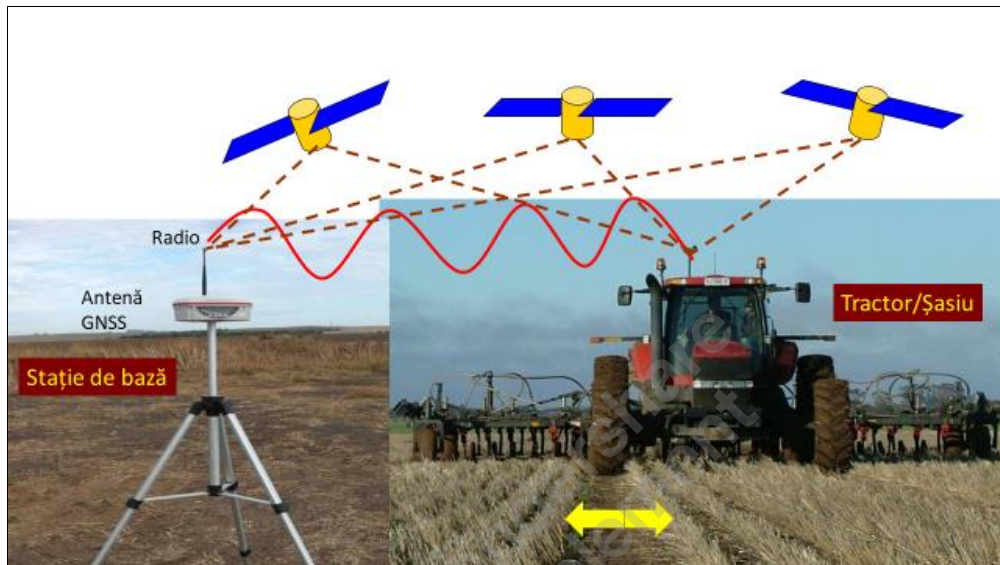


Figura 6.8 – Agregat de lucru a solului cu ghidare prin GNSS

Acest sistem are însă și o serie de dezavantaje:

- necesită tehnologie sofisticată, GPS de mare precizie plus sisteme de autodirecționare;
- lipsa de pe piață a sistemelor de mașini necesare;
- apar probleme la recoltare cu urmărirea marcajelor;
- odată implementat sistemul, nu este rentabil să se renunțe ulterior la acesta.

BIBLIOGRAFIE

1. Van Camp, L., Bujjarabal, B., Gentile, A-R., Jones, R.J.A, Montanarella, L., Olazabal, C. and Selvaradjou, S.K., 2004 - *Reports of the Technical Working Groups Established under the Thematic Strategy for Soil Protection*. EUR 21319 EN/1, 872 p. Office for Official Publications of the European Communities, Luxemburg.
2. Crescimanno, G., Lane, M., Owens, P., Rydel, B., Jacobsen, O., Düwel, O.; Böken, H., Berényi Üveges, J.; Castillo, V., Imeson, A., 2004 - *Final Report, Working Group on Soil Erosion, Task Group 5: Links with organic matter and contamination working group and secondary soil threats*. Brussels: European Commission, Directorate-General Environment.
3. Van den Akker, J.J.H, Canarache, A., 2001 - *Two European concerted actions on subsoil compaction*. Landnutzung und Landentwicklung / Land Use and Development. Vol. 42 (1), p. 15-22
4. Canarache, A., Colibaş, I., Colibaş, M., Horobeanu, I., Patru, V., Simota, H., Trandafirescu, T., 1984 - *Effect of induced compaction by wheel traffic on soil physical properties and yield of maize in Romania*. Soil. Till. Res. 4 (2), p. 199-213.
5. Birkas, Marta, Csik, L., 2001 – *A Preliminary Estimation of the Subsoil Compaction Occurrence*. Proceedings of 3rd Workshop INCO COPERNICUS Concerted Action “*Experiences with the impact of subsoil compaction on soil nutrients, crop growth and environment, and ways to prevent subsoil compaction*”. Buşteni, Romania, June 14-18.
6. Hakansson, I., 2005 - *Compaction of Arable Soils*. SLU Service / Repro, Uppsala.
7. Canarache, A., 1991 - *Factors and indices regarding excessive compactness of agricultural soils*. Soil and Tillage Research, 19: p. 145-164.
8. Dumitru, M., Ciobanu, C., Manea, Alexandra, Cârstea, S., 2002 - *Land and Soil Quality Monitoring in România*. Proceedings of International Conference Soils under Global Change - A Challenge for the 21st Century, Constanţa, Romania, Sept 3-6, Vol. I.

9. Kulli, B., Gysi, M., Flühler, H., 2003 - *Visualizing soil compaction based on flow pattern analysis*. Soil and Tillage Research, 70: p. 29-40.
10. Canarache, A., 1990 - *Fizica solurilor agricole*, Editura Ceres, București.
11. Canarache, A., 1979 - *Noi date privind evidența suprafețelor de terenuri agricole afectate de exces de umiditate*, Cer. și Pl. Tehn., nr. 10, p. 5-10.
12. Jităreanu, G., Onisie, T., 1995 – *Eficiența energetică a diferitelor sisteme de lucrare a solului*. Lucrări științifice, Universitatea Agronomică Iași, Seria Agronomie, Vol. 38.
13. Steinitzer, E., Murer, E., 2000 - *Impact of soil compaction upon crop yield estimated by SIMWASER*. In: Arvidson, J., Van den Akker, J.J.H., Horn, R., (eds), *Experiences with the impact and prevention of subsoil compaction in the European Community*, Swedish University of Agriculture, Uppsala, Division of Soil Management, Report No. 100: p. 53-65.
14. Horn, R. & Fleige, H., 2009 - *Risk assessment of subsoil compaction for arable soils in Northwest Germany at farm scale*. Soil & Tillage Research, Volume 102, Issue 2, p. 201-208
15. Arvidsson, J. and Keller, T., 2004 - *Soil precompression stress. I. A survey of Swedish arable soils*. Soil and Tillage Research, 77: p. 85-95.
16. Vineș, Gh., 1985 - *Lucrările solului - cerințe, orientări*, Producția vegetală. Cereale și plante tehnice, nr. 10, București.
17. Raghavan, G.S.V., Taylor, F., Vigier, B., Gauthier, L., McKyes, E., 1982 - *Effect of compaction and root rot disease on development and yield of peas*. Canadian Agricultural Engineering, 24(1): p. 31–34.
18. Vigier, B., Raghavan, G.S.V., 1980 - *Soil compaction effects in clay soils on common root rot in canning peas*. Canadian Plant Disease Survey 60 (4): p. 43-45.
19. Boone, F., Veen, B.V., 1994 - *Mechanisms of crop responses to soil compaction*. In Soane, B.D., Van Ouwerkerk, C. (eds), *Soil Compaction in Crop Production*, Elsevier, Amsterdam, p. 237-264.
20. Gill, W.R., 1971. - *Economic assessment of soil compaction*. ASAE Monograph, St. Joseph, MI, USA.
21. Gill, W.R., 1984 - *Seasonality and Agriculture in the Developing World*. Cambridge University Press.
22. Woorhees, W.B., 2000 - *Long term effect of subsoil compaction on yield of maize*. In: Horn, R., Akker, J.J.H., Arvidson, J., (eds), *Subsoil Compaction. Distribution, Processes and Consequences*. Advances in Geoecology, 32:p. 331-338.
23. Van den Akker, J.J.H., Schonning, P., 2004 - *Subsoil compaction and ways to prevent it*. In: Schonning, P., Elmholt, S., Christensen, B.T., (eds), *Managing Soil Quality: Challenges in Modern Agriculture*. Cabi Publishing, Willingford, UK, p. 163-184.

24. Raghavan, G.S.V., Alvo, P., McKyes, E., 1990 - *Soil Compaction in Agriculture: A View Toward Managing the Problem*. In: *Advances in Soil Science. Soil Degradation*. Lal, R., Stewart, B.A., (eds).
25. Arvidsson, J., Trautner, A., Van den Akker, J.J.H, Schjønning, P., 2001 - *Subsoil compaction caused by heavy sugarbeet harvesters in southern Sweden: II. Soil displacement during wheeling and model computations of compaction*. *Soil and Tillage Research*, Vol. 60, Issue 1-2.
26. Oskoui, K.E., Voorhees, W.B., 1990 - *Economic consequences of soil compaction*. American Society of Agricultural Engineers, 90.
27. Lindstrom, M.J., Voorhees, W.B., 1994 - *Responses of Temperate Crops in North America to Soil Compaction*. In: B.D. Soane, Van Ouwkerk, C., (eds), *Soil Compaction in Crop Production*. Elsevier, Amsterdam.
28. Chancellor, W.J., 1976 - *Compaction of soil by agricultural equipment*. In: Lal, R., - *Axle load and tillage effects on crop yields on a Mollic Ochraqualf in Northwest Ohio*. *Soil and Tillage Research*, Volume 37, Issues 2-3, June 1996, p. 143-160.
29. Mohammad, F., 1987 - *Sugarbeet development under conservation tillage*. M.Sc. thesis, McGill University, Montreal, Canada.
30. Nicolae, C. și colab., 1979 - *Influența lucrărilor agroameliorative asupra sporirii capacității de producție a solurilor argilo-iluviale. Probleme de agrofitehnie teoretică și aplicată*, ICCPT Fundulea, Vol. 1, nr. 2.
31. Simota, C., Lipiec, J., Dumitru, E., Tarkiewicz, T., 2000 - SIBIL: *A simulation model for soil water dynamics and crop yield formation considering soil compaction effects*. In: *Subsoil Compaction, Processes, Consequences and Distribution*, edited by R. Horn, J.J.H. van Akker, J. Arvidson, Catena.
32. Eriksson, J., 1982 - *Soil compaction and root environment. Compactability of Swedish cultivated soils*. SLU, Uppsala, Division of Agricultural Hydrotechnics, Report 126.
33. Brussaard, L., Van Fassen, H.G., 1994 - *Effects of compaction on soil biota and soil biological processes*. In: Soane, B.D., Van Ouwkerk, C., (eds), *Soil Compaction in Crop Production*, Elsevier, Amsterdam, p. 215-235.
34. Nevens, F., Reheul, D., 2003 - *The consequences of wheel induced soil compaction and subsoiling for silage maize on a sandy loam soil in Belgium*. *Soil and Tillage Research*, 70: p. 175-184.
35. Rousseva, S., Lozanova, L., 2000 - *The influence of subsoil compaction of kastanozem on the soil erosion processes*. In: Birkas, M., Gyuritz, C., Farkas, C., Gecse, M, (eds), *Proceedings of 2nd Workshop and International Conference on Subsoil Compaction*, Szent Istvan University, Gödöllő, Hungary, 29-31 May, 2000, p. 73-79.

36. Arvidsson, J., 1997 - *Soil compaction in agriculture - from soil stress to plant stress*. Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Agraria, 41, 150 p (Ph.D. Thesis)
37. Alakukku, L., 2000 - *Response of annual crops to subsoil compaction in a field experiment on clay soil lasting 17 years*. Advances in GeoEcology, 32: p. 205-208.
38. Hakansson, I., 2000 - *Setup of field experiments on the impact of subsoil compaction on soil properties, crop growth and environment – recommendations by Working Group 5 of the EU Concerted Action on Subsoil Compaction*. In: Arvidsson, J., Van den Akker, J.J.H., Horn, R., (eds), *Experiences with the impact of prevention of subsoil compaction in the European Community*, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Division of Soil Management, Report No. 100, p. 145-159.
39. Hakansson, I., Medvedev, V.W., 1995 - *Protection of soils from mechanical overloading by establishing limits for stresses caused by heavy vehicles*. Soil and Tillage Research, 35: p. 85-97.
40. Voorhees, W.B., Carlson, V.A., Senst, C.G., 1976 - *Soybean nodulation as affected by weel traffic*. Agronomy Journal, 68.
41. Faiz, S.M.A., Ahmed, Bhuya, M.R., Islam, A.K.M.E., 1977 - *Prelusive investigation on the effect of soil bulk density on module formation in soybean roots*. Bangladesh Journal of Soil Science, 13: p. 121-124.
42. Jitäreanu, G., Avarvarei, I., 1998 - *The evolution of physical and chemical statement of the soil in irrigated fields and under the influence of natural and human factors*. Proceedings of 13th International Congress on Agricultural Engineering, Rabat, Maroc, Vol. I.
43. Jitäreanu, G., Răus, L., 2007 - *The modification of physical properties of the soil under the influence of some conventional and unconventional tillage systems*. Lucrări științifice, seria Agronomie, Iași, Vol. 49.
44. Jitäreanu, G., Ailincăi, C., Ailincăi Despina, Zbanț, Maria, 2008 - *Influence of Some Agrophytotechnical Parameters on the Wheat and Maize Yields and Soil Fertility in the Moldavian Plain*, Lucrări Științifice – Vol. 51, seria Agronomie, USAMV Iasi. ISSN 1454-7414.
45. Trisdall, J.M., 1996 - *Formation of soil aggregates and accumulation of organic matter*. In: Carter, M.R., Stewart, B.A., (eds) CRC Press, Boca Raton, FL, p. 57-96.
46. Raghavan, G.S.V., Alvo, P., McKyes, E., 1990 - *Soil Compaction in Agriculture: A View Toward Managing the Problem*. In: Lal, R., Stewart, B.A., (eds), Advances in Soil Science, Soil Degradation, Vol. 2.

47. Van den Akker, J.J.H., Arvidsson, J. and Horn, R., 2003 - *Introduction to the special issue on experiences with the impact and prevention of subsoil compaction in the European Union*. Soil and Tillage Res. 73: p. 1-8.
48. Hakanson, W.B. Voorhees, H. Riley, 1988 - *Vehicle and wheel factors influencing soil compaction and crop response in different traffic regimes*. Soil Tillage Res., 11 (1988), p. 239-282
49. Godwin, R.J, Misiewicz, P.A., Smith, E.K., Millington, W.A.J., White, D.R., Dickin, E.T., Chaney, K., 2018 - *Summary of the effects of three tillage and three traffic systems on cereal yields over a four-year rotation*, Harper Adams University, Newport, Shropshire TF108NB, UK
50. Eriksson, J., Hakansson, I., Danfors, B., 1974 - *The effect of soil compaction on soil structure and crop yields*. Swedish Inst. Agric. Eng. Uppsala, Report 354.
51. Voorhees, W.B., Nelson, W.W., Randall, G.V., 1986 - *Extent and persistence of soil compaction caused by heavy axle loads*. Soil Science Society of America Journal, 50: p. 428-433.
52. Hakansson Inge, 2005 - *Machinery –induced comp action of soils, Reports from the division of soil management*, No. 109, ISSN 0348-0976
53. McKyes, E., 1985 - *Soil Cutting and Tillage*. Developments in Agricultural Engineering, 7, Elsevier, Amsterdam.
54. Söhne, W., 1958 - *Fundamentals of pressure distribution and soil compaction under tractor tyres*. Agricultural Engineering, May, p. 276-281.
55. Amir, I., Raghavan, G.S.V., McKyes, E., Broughton, R.S., 1976 - *Soil compaction as a function of contact pressure and soil moisture content*. Canadian Agricultural Engineering, 18:p. 54-57.
56. Hakansson, I., 1990 - *A method for characterizing the state of compactness of the plough layer*. Soil and Tillage Research, 16: p. 105-120.
57. Gupta, S.C., Raper, R.L., 1994 – *Prediction of soil compaction under vehicles*. In: Soane, B.D., van Ouwerkerk, C. (eds), *Soil Compaction in Crop Production*, Elsevier, Amsterdam, p. 71-90.
58. Canarache, A., Dumitru, E., Dumitru, S., 2000 - *Estimation of compaction risk and of its geographical extension in Romania using pedotransfer function and GIS techniques*. In: Proceedings of 2nd Workshop Subsoil Compaction, Gödöllő, Hungary.
59. Colibaş, I., Colibaş, Maria, Stângă, N., 1981 - *Efectul rescarificării asupra unor indici pedoameliorativi și recoltei în condițiile solurilor podzolice argiloiluviale, pseudogleice din Câmpia piemontană a Crișurilor*. Public. SNRSS, nr. 19A.
60. Stângă, N., și colab., 1987 - *Sporurile de producție, eficiența economică și energetică a scarificării și afânării adânci*. Cereale și plante tehnice, nr. 8.

61. Canarache, A., 1996 - *Factori limitativi și riscuri de degradare a însușirilor și regimurilor fizice ale solurilor din România*. Raport Conferința științifică de știința solului, 1-2 oct, Chișinău.
62. Nițu, I., Rauță, C., Drăcea, Maria, 1988 - *Lucrările agropedoameliorative*, Editura Ceres, București.
63. Eckelmann, W., Baritz, R., Bialousz, S., Bielek, P., Carré, F., Houšková, B., J.A. Jones, R. J. A., Kibblewhite, M., Kozak, J., Le Bas, C., Tóth, G., Tóth, T., Várallyay, G., Yli Halla, M. and Zupan, M., 2006 - *Common Criteria for Risk Area Identification according to Soil Threats*, Research report no. 20, Soil Information Working Group (SIWG), European Soil Bureau Network (ESBN)
64. Pînzariu D., Patraș J., Slonovschi V., Jităreanu G., 1994 - *Influența unor metode de pregătire a solului asupra unor însușiri fizice și a producției pe cernoziomul cambic de la Podu - Iloaiei*. Cercetări Agronomice în Moldova, vol. 3 - 4, Iasi
65. Jităreanu, G., Onisie, T., 1996 - *Soil compaction and its implication for the quality of the environment*. Lucrări științifice, Universitatea Agronomică Iași, Seria Agronomie, vol. 39.
66. Jităreanu, G., Ailincăi, C., Bucur, D., 2006 - *Influence of tillage systems on soil physical and chemical characteristics and yield in soybean and maize grown in the Moldavian Plain (North- Eastern Romania)*, Advances in Geoecology, 38, CATENA Verlag, Reiskirchen, Germany, 370- 379, ISBN 3-923381-52-2, US ISBN 1-59326-246-9 (Thomson Scientific – BIOSIS records).
67. Gunjal, K., Lavoie, G., Raghavan, G.S.V., 1987 - *Economics of Soil Compaction due to Machinery Traffic and Implications for Machinery Selection*. Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroeconomie, Vol. 35, Issue 3: p. 591–603.
68. Sin, Gh., 1983 - *Aspecte importante ale tehnologiei culturilor în exploatarea rațională a fertilității solului*, Producția vegetală. Cereale și plante tehnice, nr. 11, București.
69. www.ctfsolutions.com.au, Don Yule - *Controlled traffic farming and cropping productivity CTF – providing a future of productivity*.

CAPITOLUL 7

SEMĂNATUL ȘI LUCRĂRILE DE ÎNGRIJIRE ALE CULTURILOR

7.1 SEMĂNATUL

Prin semănat se înțelege încorporarea în sol a semințelor la distanțe și adâncimi stabilite ca optime, potrivit cerințelor agrobiologice ale fiecărei culturi. Noțiunea de sămânță se referă la toate categoriile de material biologic folosite la semănat sau plantat. În situația în care în sol se introduc organe vegetale, ca rădăcini, tuberculi, tulpini etc. se vorbește de plantat. Semănatul și plantatul în condiții optime asigură o răsărire și o dezvoltare bună a culturilor.

Pentru a fi folosite la semănat, semințele trebuie să îndeplinească o serie de condiții: să aparțină unui soi sau hibrid inclus în lista oficială, obținute pe un lot semincer aprobat, să corespundă soiului sau hibridului zonat, să aibă o puritate ridicată, fără semințe de buruieni, să fie sănătoase, să aibă energie germinativă, masa a 1000 de boabe (MMB) și masa hectolitrică (MH) ridicate, în conformitate cu standardele STAS (1).

Legislația prevede ca materialul utilizat pentru semănat și plantat să fie verificat de Inspectoratele Județene pentru Controlul Calității Semințelor și să posede buletin de analiză. Sămânța corespunzătoare pentru semănat primește un buletin scris cu caractere roșii sau prevăzut cu o dungă roșie, iar cea necorespunzătoare primește un buletin scris cu caractere negre.

Pregătirea semințelor pentru semănat include condiționarea acestora, care include toate operațiile de curățire, uscarea, sortare etc. urmate de tratamente cu insectofungicide, preîncolțire, șlefuire, drajare, tratamente cu Nitragin, umectare ș.a.

7.2 CERINȚE AGROTEHNICE ALE SEMĂNATULUI

Pentru reușita semănatului trebuie respectate anumite cerințe, între care un rol hotărâtor îl au epoca de semănat, adâncimea de încorporare și norma de sămânță.

7.2.1 EPOCA DE SEMĂNAT

Prin *epocă de semănat* se înțelege intervalul de timp în care semințele plantelor de cultură pot fi încorporate în sol, pentru a se asigura germinația și răsărirea uniformă, în vederea obținerii de plante viguroase, capabile să asigure producții superioare (2).

Epoca de semănat depinde de particularitățile biologice ale plantelor, temperatura solului și aerului, umiditatea solului, destinația culturii etc.

Data începerii semănatului depinde de condițiile de climă ale zonei, mersul vremii în anul respectiv, textura solului, expoziția terenului ș.a. Astfel, în zonele de șes, solul se încălzește mai devreme decât în zonele colinare; solurile nisipoase se încălzesc mai repede ca cele argiloase, iar pantele cu expoziție sudică mai repede decât cele cu expoziție nordică.

În condițiile României, se practică semănatul de toamnă, primăvară, vară și cel în pragul sau ferestrele iernii.

Semănatul de toamnă. Toamna se seamănă grâul, orzul, secara, rapița, mazăricea, borceagul, care împreună ocupă cca. 30% din suprafața arabilă. Semănatul în epoca optimă asigură răsărirea plantelor la timp și pregătirea acestora pentru sezonul rece.

Semănatul prea devreme determină o dezvoltare vegetativă puternică, scade rezistența plantelor la ger și le expune la atacul unor boli și dăunători. Semănatul prea târziu determină scăderi ale producției deoarece plantele intră în iarnă firave, slab înfrățite și slab înrădăcinate, deci neadaptate la condițiile climatice nefavorabile din timpul iernii.

Pe baza a numeroase cercetări și a rezultatelor obținute în producție, s-au stabilit următoarele intervale optime pentru semănatul culturilor de toamnă: rapița de toamnă, 20 august - 10 septembrie; secara de toamnă, 1 - 15 septembrie; orzul de toamnă, 15 - 30 septembrie și grâul de toamnă, 20 septembrie - 10 octombrie.

Studii recente efectuate de către Administrația Națională de Meteorologie, utilizând valorile termice consecutive din perioada 1901-2015

de la 17 stații meteorologice, arată că temperatura medie anuală a aerului a crescut în ultimii 35 de ani cu 0,6 °C, de la 9,6 °C în intervalul 1901-1980 la 10,2 °C în intervalul 1981-2015.

Aceste date susțin ideea că în condițiile schimbării climei apar modificări în ceea ce privește epoca optimă de semănat la culturile de toamnă dar și la unele culturi de primăvară. Astfel, în zonele din sudul și sud-estul țării, epoca optimă de semănat a grâului de toamnă recomandată pentru perioada următoare, este cuprinsă între 20 octombrie - 10 noiembrie, deci la o dată mai târzie față de cea recomandată în momentul de față. În condițiile creșterii temperaturilor medii anuale, conform datelor prezentate anterior, pentru semănatul porumbului proiecțiile recomandă ca optim, în următoarea decadă, intervalul 1-15 aprilie.

Semănatul de primăvară. Primăvara se seamănă majoritatea plantelor de cultură, care ocupă circa 2/3 din suprafața arabilă. Epoca de semănat se stabilește în funcție de temperatura minimă de germinare și din acest punct de vedere, culturile de primăvară se însămânțează în mai multe epoci:

Epoca I - timpurie: în această epocă se seamănă culturile a căror temperatură minimă de germinație este cuprinsă între 1-3 °C; în această epocă se seamănă lucernă, trifoi, mazăre, cereale păioase de primăvară ș.a.

Epoca I - târzie: la temperaturi ale solului cuprinse între 4-7 °C, se seamănă in, cânepă, linte, sfeclă pentru zahăr, floarea-soarelui, se plantează cartof ș.a., plante a căror temperatură minimă de germinație se încadrează în acest interval.

Epoca a II a - timpurie: în această epocă se seamănă culturile a căror temperatură minimă de germinație este de 8-10 °C, perioadă în care se seamănă soia, porumb, fasole ș.a.

Epoca a II a – târzie: când temperatura solului se situează în intervalul 10 - 12 °C, se seamănă orez, bostănoase, bumbac, se plantează tutun etc.

Temperatura se determină la adâncimea de semănat, dimineața, în jurul orei opt și trebuie ca trei zile consecutiv să depășească pragul minim caracteristic epocii iar prognoza evoluției acesteia trebuie să fie în creștere.

Semănatul de vară se practică pentru culturile succesive, sau duble, la care se deosebesc două perioade:

- după premergătoare care se recoltează mai timpuriu, până la 1 iunie, ca secara de toamnă pentru masă verde, borceag de toamnă, se poate

semăna porumb siloz, sorg furajer, iarbă de Sudan, mei, bostănoase etc., iar în condiții de irigare, porumb pentru boabe, fasole boabe ș.a.

- după culturi care se recoltează în cursul lunii iunie și prima jumătate a lunii iulie, ca borceag de primăvară, orz de toamnă, orzoaică, cartof extratimpuriu ș.a., se poate semăna porumb pentru siloz sau masă verde, iarbă de Sudan, floarea-soarelui pentru siloz ș.a., dar cu cât ne apropiem de sfârșitul lunii iulie se vor semăna numai culturi pentru siloz, protecția solului sau îngrășământ verde.

Sortimentul de plante utilizate ca o a doua cultură este mult mai mare în legumicultură. Până la 15 iulie se pot semăna ridichea de iarnă și vară, sfecla roșie, morcov pentru consum de toamnă, fasole pentru păstăi, castraveți pentru conserve, mazăre pentru păstăi și boabe verzi ș.a. Prin răsad pot fi plantate în câmp până în primele zile ale lunii iulie varza de toamnă, varza roșie, varza creastă, iar în a doua parte a lunii iulie soiurile timpurii de conopidă și gullii. În general, legumele se plantează eșalonat pentru ca ajungerea la maturitate să se facă într-un interval mai larg, în scopul asigurării desfacerii.

7.2.2 ADÂNCIMEA DE ÎNCORPORARE A SEMINTELOR

Adâncimea de încorporare a semințelor sau de semănat influențează germinația, răsărirea și uniformitatea culturii. Aceasta depinde de particularitățile morfologice și fiziologice ale semințelor, condițiile de climă și sol, epoca și metoda de semănat, pregătirea patului germinativ etc. Se apreciază că semințele plantelor trebuie introduse în sol la o adâncime de circa 8-10 ori mai mare decât diametrul lor (3).

Astfel, semințele mici, trifoi, lucernă, in, plante medicinale etc. se seamănă la adâncimea de 2-3 cm, iar cele mari mai adânc: grâu 5-6 cm, porumb 6-8 cm, cartoful se plantează la 10-12 cm etc.

Plantele dicotiledonate cu germinația hipogeică, mazăre, bob, năut ș.a. se pot semăna mai adânc decât cele cu germinație epigeică, fasole, soia ș.a. deoarece cotiledoanele rămân în sol.

La cerealele păioase de toamnă adâncimea de semănat are importanță și pentru formarea nodului de înfrățire; semănând mai adânc, acesta se va forma la o adâncime mai mare și va fi protejat de îngheț în timpul iernii. Dacă semănatul culturilor de toamnă întârzie față de epoca optimă, se va mări adâncimea de însămânțare; același lucru se face și în cazul

în care semănatul culturilor de primăvară se face într-un sol cu umiditate redusă. În general, se seamănă mai adânc pe solurile ușoare și uscate și superficial pe solurile umede și argiloase, unde există pericolul ca multe semințe să nu germineze din cauza lipsei de oxigen.

7.2.3 NORMA DE SĂMÂNȚĂ

Norma de sămânță reprezintă cantitatea de sămânță utilizată pentru un hectar și se calculează cu relația:

$$Q = \frac{D \times MMB}{P \times G} \times 100 \quad \text{unde:}$$

Q - norma de sămânță (kg/ha);

D - desimea la semănat (boabe/m²);

MMB - masa a 1000 boabe (g);

P - puritatea (%);

G - capacitatea germinativă (%).

Desimea plantelor, la m² sau hectar, depinde de biologia fiecărei specii, soiul sau hibridul cultivat, destinația culturii, metoda de semănat, condițiile pedoclimatice etc. Plantele care au o creștere viguroasă, ca porumbul, floarea-soarelui, cartoful, sfecla pentru zahăr etc., au nevoie de un spațiu de nutriție mai mare decât cele cu creștere mai puțin viguroasă, ca grâu, orz, orez etc.; de aceea, la un hectar cu porumb se vor cultiva 70-80 sau peste 100 mii plante iar la grâu 5-6 milioane.

În cadrul aceleiași culturi, se seamănă mai des soiurile și hibridii mai timpurii, pe solurile mai fertile și cu umiditate suficientă.

Norma de sămânță se mărește cu 10-15% atunci când condițiile de climă și sol sunt nefavorabile, cum ar fi secetă, temperaturi scăzute, sau pat germinativ pregătit necorespunzător, deoarece o parte din semințe nu vor avea condiții optime pentru germinare.

La prășitoare, desimea la recoltare este de obicei mai mică decât cea de la semănat, întrucât o parte din plante sunt distruse pe parcursul vegetației datorită dăunătorilor, bolilor sau prin lucrările de îngrijire. Din acest motiv, pentru a compensa pierderile ulterioare se adaugă la norma de semănat reieșită din calcul între 10% și 15% din valoarea acesteia.

7.2.4 METODE DE SEMĂNAT

Metodele de semănat diferă în funcție de particularitățile morfologice și fiziologice ale plantelor, sistemul de cultură și destinația acestora, condițiile naturale etc.

a. *Pentru plantele semămate în rânduri apropiate, neprășitoare se practică semănatul în rânduri obișnuite, în rânduri dese și în rânduri încrucișate.*

Semănatul în rânduri obișnuite se practică pentru cerealele păioase, in, mazăre, graminee și leguminoase perene furajere, cânepa pentru fuior ș.a. Distanța dintre rândurile de plante poate fi de 12,5-17,5 cm, iar între plante pe rând de 0,25 - 4 cm, în funcție de specia cultivată și se realizează cu diferite tipuri de semănători.

Semănatul în rânduri dese se practică pentru culturi ca in, cereale păioase, la distanța de 6-6,5 cm între rânduri, ceea ce permite mărirea distanței între plante pe rând și realizarea unui spațiu de nutriție mai echilibrat. Se utilizează semănători speciale, cu brăzdarele dispuse pe trei rânduri sau semănători obișnuite la care se montează brăzdare duble.

Pentru realizarea semănatului în rânduri dese este absolut necesar ca terenul să fie uniform afânat, foarte bine mărunțit și nivelat, fără resturi vegetale la suprafață.

b. *Pentru plantele care se seamănă în rânduri distanțate, prășitoare, se practică semănatul în rânduri distanțate, circular, în rânduri gemene, în benzi, culise, rigole, biloane.*

Semănatul în rânduri distanțate se practică la plantele prășitoare, folosindu-se distanța de 25-70 cm între rânduri, interval care se întreține prin prașile mecanice și/sau erbicidare. Semănatul se face bob cu bob, de precizie și se execută cu semănători de precizie combinate, care pot fi echipate și cu dispozitive pentru fertilizarea suplimentară sau aplicarea pesticidelor.

Rândurile pot fi echidistante, la 50 cm sau 25 cm (soia), 70 cm (porumb, floarea-soarelui), 45 sau 60 cm (sfeclă pentru zahăr, cânepă pentru sămânță etc.).

Pentru porumb, la aceleași desimi la hectar, se utilizează și alte scheme de semănat, cu distanțe mai mici între rânduri, 50 cm sau chiar 37,5 cm, sau cu distanțe mai mari, de 150 cm. Semănatul la 150 cm între rânduri, cu o desime de 100000 plante la hectar, a determinat într-un

experiment executat în trei locații din USA, obținerea unor producții cu 10% mai mari față de semănatul la 70 cm între rânduri (foto 7.1) (9).

Aceasta s-a datorat faptului că plantele au fost expuse la lumina solară directă de la vârf până la bază, iar solul s-a încălzit mai mult, favorizând activitatea microorganismelor nitrificatoare.

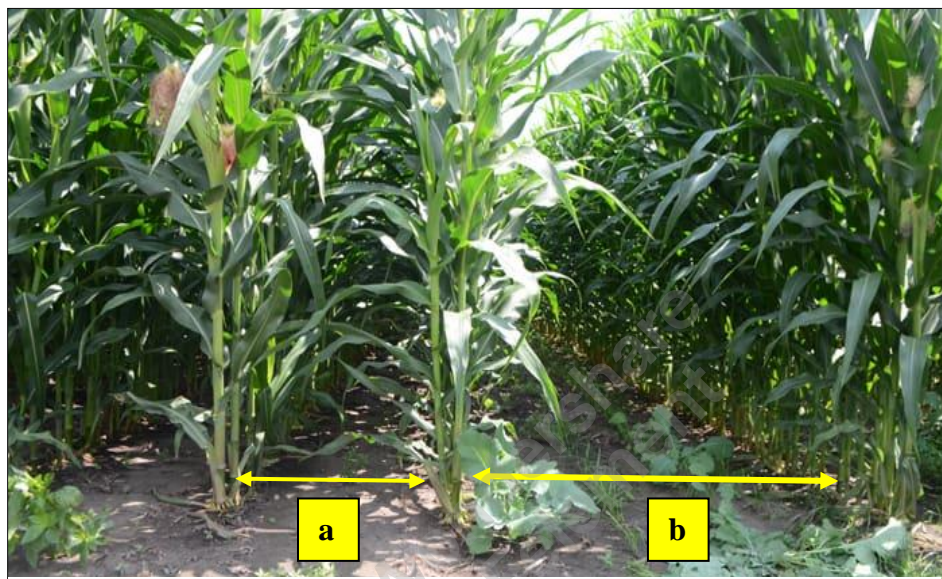


Foto 7.1 - Porumb semănat la 70 cm între rânduri (a) și 150 cm (b)

Semănatul în rânduri încrucișate constă în parcurgerea terenului pe două direcții perpendiculare, folosind semănători universale pentru semănat în rânduri obișnuite, reglate pentru a administra jumătate din norma calculată.

Metoda are avantajul că semințele sunt repartizate mai uniform pe unitatea de suprafață, forma spațiului de nutriție fiind mai apropiată de un pătrat. Are însă și unele dezavantaje ca tasarea solului, consum dublu de timp și motorină.

Semănatul cu plantă protectoare se practică în zone cu precipitații mai abundente, la culturile de trifoliene care se seamănă împreună cu cerealele de toamnă sau primăvară. Cultura de toamnă sau primăvară este planta protectoare, iar după recoltarea ei, plantele protejate, trifoi, lucernă, rămân pe sola respectivă mai mulți ani la rând (6).

Pentru reușita culturii este necesar ca recoltarea cerealelor să se facă la o înălțime mai mare iar eliberarea terenului de paie să se facă cât mai repede.

Semănatul cu plantă protectoare se utilizează și în cadrul sistemelor minime de lucrare a solului, când după recoltarea culturii principale se seamănă muștar, lupin sau alte culturi cu talie joasă, care sunt lăsate peste iarnă fără a fi recoltate, pentru a proteja solul împotriva eroziunii și a contribui la reținerea unor cantități mai mari de apă în sol.

Semănatul circular, se utilizează pentru semănatul culturilor prășitoare, în special pentru porumb, pe suprafețele irigate care utilizează instalații tip pivot central (foto 7.2).



Foto 7.2 - Semănatul circular (4)

Pentru aceasta se stabilește întâi poziția pivotului și se face cu acesta un parcurs circular, fără a iriga, pentru a trasa prima urmă. Agregatul format din tractor echipat cu sistem GPS și semănătoare se deplasează la prima trecere după urma lăsată de roțile pivotului, de la exterior spre interior, până în momentul în care raza de deplasare devine prea mică pentru un semănat de calitate. Suprafața rămasă la mijloc se seamănă în rânduri drepte.

Avantajul metodei constă în faptul că apa de irigație este distribuită uniform, fără a se concentra pe câteva fâgașe (brazde), fiind cea mai bună metodă pentru a reduce eroziunea hidrică de suprafață și a îmbunătăți uniformitatea de distribuție a apei.

Semănatul în rânduri gemene (twin rows) se practică în special la porumb, cu scopul de a optimiza forma și mărimea spațiului de nutriție, dezvoltarea rădăcinilor, având ca efect o mai bună aprovizionare cu apă și elemente nutritive, precum și o mai bună repartizare a spațiului de creștere al plantelor, cu efecte pozitive asupra nivelului producției.

Această metodă de semănat, inventată în SUA și utilizată de peste 70% dintre fermierii americani, presupune o creștere a densității plantelor cu până la 16%. În sistemul convențional, cu distanța de 70-75 cm între rânduri, se utilizează între 14 și 32% din suprafața unui hectar. În sistemul “twin rows” rândul se divide, crește numărul de plante la metrul pătrat și se utilizează până la 45% din suprafața unui hectar. O variantă a acestei metode de semănat, experimentată în 20 de locații diferite din SUA, a utilizat distanța de 19-20 cm între rândurile gemene și 70-76 cm între cele distanțate (5) (figura 7.1).

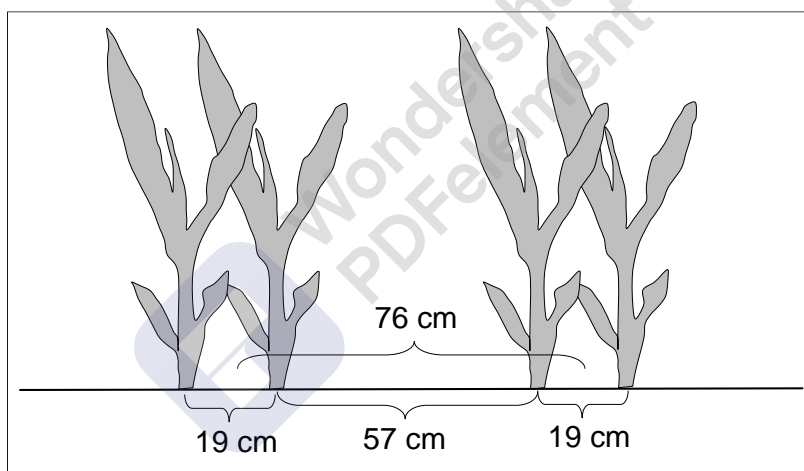


Figura 7.1 - Schema semănatului în rânduri gemene (twin rows) (5)

Datorită unei mai bune acoperiri a solului de către frunzele plantelor, acestea filtrează razele solare, având ca efect intensificarea fotosintezei, o reducere a pierderilor de apă prin evaporare și o dezvoltare mai redusă a buruienilor. Producțiile obținute în varianta “twin rows” au fost superioare sau egale variantei semănată la 70 cm la toate densitățile experimentate (60, 70, 80, 90 sau 100 de mii de plante / hectar) (foto 7.3) (5). În plus, prin utilizarea acestei metode se reduce concurența între plantele cultivate, fapt important mai ales în condiții de stres hidric sau nutrițional și la densități mari la unitatea de suprafață.



Foto 7.3 – Porumb semănat după metoda “twin rows”

Semănatul în benzi se utilizează atât la culturile semănite în rânduri distanțate cât și la cele semănite în rânduri obișnuite.

La fasole, soia, sfeclă pentru zahăr, distanța între rânduri în cadrul benzii este de 45 cm, iar între rândurile pe care se deplasează roțile tractorului de 60-70 cm, pentru a înlesni efectuarea lucrărilor de îngrijire.

Loturile semincere de cereale păioase din verigile superioare, superelită, elită, se seamănă la 12,5 cm între rânduri, în benzi cu lățimea de 1,5 m, iar între benzi se lasă cărări de 25-35 cm pentru deplasarea muncitorilor care execută lucrări de purificare biologică.

Semănatul în culise este o variantă a semănatului în benzi, practică în zonele cu vânturi uscate sau pe terenurile nisipoase, pentru fixarea acestora. Culisele sunt formate din 2-3 rânduri de porumb, floarea-soarelui sau alte plante cu tulpini înalte, iar pe intervalul dintre acestea, care are 2 - 3 m, se cultivă castraveți, pepeni etc. care au rolul de a reduce cantitatea de sol erodat prin eroziune eoliană.

Semănatul în rigole. În zonele secetoase sau pe terenurile nisipoase, în fața brăzdarelor semănătorii se pot monta corpuri de rariță care deschid rigole, iar semănatul se face pe fundul acestora. Sămânța, fiind încorporată mai adânc în sol, are asigurată umiditatea necesară, iar plantele răsar uniform și se înrădăcinează mai bine. Pe terenurile în pantă, rigolele se execută paralel cu direcția generală a curbelor de nivel și au suplimentar rolul de a împiedica

scurgerea apei provenită din precipitații, în special când plantele sunt în primele faze de vegetație și nu protejează suficient solul. Cu timpul, în urma efectuării lucrărilor de îngrijire, aceste rigole se acoperă cu sol.

Semănatul pe biloane se practică pe soluri cu exces de umiditate. Biloanele se execută de obicei anterior semănatului, din toamnă, având rolul de a asigura uscarea mai rapidă a solului în primăvară și de a feri semințele și plantele tinere de influența umidității excesive. Sistemul se practică frecvent ca variantă în cadrul sistemului de lucrări minime.

Plantatul în biloane, se practică la cartof, unde biloanele se execută concomitent cu plantatul, acoperind tuberculii și asigurând un mediu în care este păstrată umiditatea și se formează noua recoltă.

Semănatul cu normă variabilă. În vederea maximizării producției și creșterii eficienței acesteia, s-a adoptat o nouă metodă de semănat și anume semănatul cu normă variabilă.

Având în vedere heterogenitatea solului pe parcelele de lucru, metoda a apărut ca o necesitate pentru adoptarea unor strategii în care semănatul se face prin corelarea numărului de plante semănate la hectar cu fertilitatea solului din parcela respectivă. Odată ce variabilitatea solului a fost identificată, sola se împarte în „*zone de management*”, care au o fertilitate relativ uniformă (figura 7.2).

Pe baza observațiilor multianuale și a analizelor agrochimice, se vor identifica zonele de management, în delimitarea cărora se va ține obligatoriu cont de tipul de sol, producțiile anilor anteriori pe fiecare microzonă, topografia terenului, pantă, drenaj, posibilitățile de a iriga terenul, electroconductivitatea solului și hărțile avio cu imagini NDVI - Indicele Normalizat al Vegetației.

Densitatea dorită pe fiecare zonă se stabilește în funcție de calitatea solului, luând în considerare nivelul de aprovizionare cu elemente nutritive, pH-ul, textura solului și conținutul în humus. Calitatea patului germinativ influențează și ea norma de sămânță: dacă acesta nu este foarte bine pregătit, atunci se mărește cantitatea de sămânță.

La porumb de exemplu, în condiții optime de pregătire a patului germinativ, prin corelarea densității la semănat cu gradul de aprovizionare cu elemente nutritive al zonelor de management, se pot obține rezultate de producție foarte bune. La soia, se recomandă ca normele de sămânță să fie reduse în zonele cu productivitate ridicată și mărite în zonele mai slab productive.

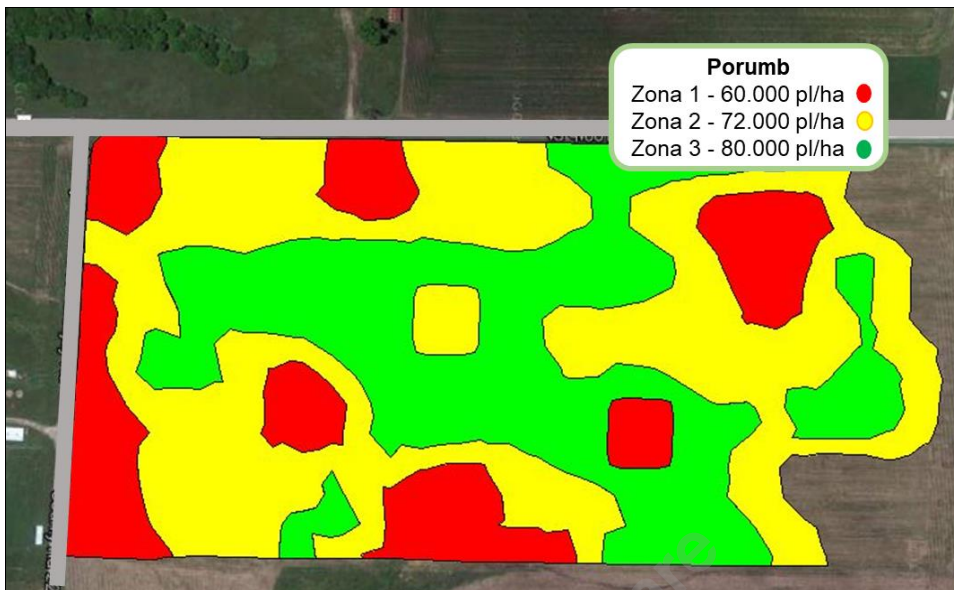


Figura 7.2 - Zone de management în sistemul de semănat cu normă variabilă

Așadar, prin utilizarea metodei de semănat cu normă variabilă de sămânță se reduce costul input-urilor pe solele cu fertilitate neuniformă și se obțin creșteri de producție, fiind soluția care permite fermierilor să își maximizeze profitul pe fiecare solă lucrată. În acest mod este mărită și eficiența utilizării terenurilor, ținându-se cont de specificul și caracteristicile de fertilitate ale acestora.

7.2.5 INDICI CALITATIVI DE LUCRU LA SEMĂNAT

La lucrările agricole executate cu agregate de semănat și plantat se cer respectați următorii indici calitativi:

Uniformitatea de dozare a semințelor (U_d) (%), respectiv constanța normei de semănat, trebuie să fie $>97\%$, admițându-se numai o abatere pozitivă față de normă, de maxim $+3\%$, pentru toate culturile.

Uniformitatea de distribuție a semințelor pe lățimea de lucru a semănătorii (U_D) (%), la mașinile de semănat în rânduri dese, trebuie să fie $>96\%$ la cerealele păioase, mazăre, ricin, $>94\%$ la in, rapiță, cânepă și $>92\%$ la lucernă, trifoi, ierburi.

Adâncimea medie de încorporare în sol a semințelor sau a tuberculilor (a_m) se măsoară de la nivelul de încorporare al seminței până la

suprafața solului, abaterea standard față de adâncimea medie trebuind să fie mai mică de $\pm 0,2 a_m$.

Distanța între boabe pe rând (d), trebuie să oscileze între (0,8-1,2) d_c , unde d_c = distanța corectă. Precizia este considerată suficientă când minim 50% din distanțele între boabe pe rând sunt corecte.

Uniformitatea de distribuție a semințelor pe lungimea rândului, la mașinile de semănat în rânduri dese, trebuie să fie >97% pentru toate culturile.

Gradul de vătămare al semințelor, produs de mașinile de semănat, trebuie să fie <3% la toate culturile.

7.3 LUCRĂRI DE ÎNGRIJIRE A CULTURILOR

De la semănat și până la recoltare culturile au nevoie de anumite lucrări de îngrijire, prin care se urmărește crearea celor mai bune condiții pentru creșterea și dezvoltarea plantelor. Lucrările se aplică diferențiat în funcție de felul plantei, distanța între rânduri, condițiile climatice, tipul de sol, dotarea tehnică etc. Lucrările de îngrijire care se execută după semănatul culturilor au rolul de a favoriza și stimula germinația semințelor, răsărirea și creșterea plantelor. Prin diferite lucrări sunt distruse buruienile, se afânează solul și se distruge crusta (7).

7.3.1 LUCRĂRI DE ÎNGRIJIRE PENTRU CULTURILE DE TOAMNĂ

În perioada de toamnă-iarnă, principalele lucrări de îngrijire pot fi udarea de răsărire, combaterea dăunătorilor, eliminarea excesului de umiditate, protecția împotriva gerurilor de peste iarnă ș.a.

Udarea de răsărire se aplică în zonele secetoase sau în perioadele secetoase, pe terenurile unde există posibilitatea efectuării irigațiilor.

Combaterea dăunătorilor se poate face prin aplicarea de insecticide (ex. împotriva gândacului ghebos – *Zabrus tenebrioides*) sau prin respectarea epocii optime de semănat (musca de Hessa – *Maetiola destructor*).

Excesul de umiditate poate să apară ca urmare a ploilor de toamnă sau a topirii zăpezii, apa care se adună și bălțește în locurile joase putând provoca asfixierea plantelor. Eliminarea ei se face prin șanțuri de scurgere

executate cu plugul, imediat ce apa s-a adunat pe semănături. Este de dorit ca lucrările de eliminare a excesului de apă, pe parcelele pe care acest fenomen se produce în mod obișnuit, să se facă preventiv.

Protecția împotriva gerurilor presupune luarea unor măsuri pentru reținerea zăpezii, folosindu-se parazăpezi.

În timpul iernii, periodic, în special după perioade cu ger, se verifică starea culturilor. Pentru aceasta, se iau probe (monoliți) de sol cu plante, sub formă de calupuri, având dimensiunile de 30/30/20 cm. Aceștia se așază în lădițe și se țin 2-3 zile în încăperi cu temperatura de 8-10 °C după care temperatura se ridică la 18-20 °C. Când plantele încep să vegeteze, se determină numărul celor care au rămas verzi și a celor care s-au uscat, raportarea făcându-se la m². Datele obținute servesc la stabilirea măsurilor care trebuie aplicate primăvara (8).

În perioada de primăvară se execută, după caz, lucrări de eliminare a excesului de umiditate, fertilizare suplimentară cu azot și erbicidare, combatere a bolilor și dăunătorilor, irigare ș.a. Uneori, la ieșirea din iarnă, plantele au o parte din rădăcini la suprafața solului; dezrădăcinarea se datorează fie semănatului în teren prea afânat, fie alternării perioadelor de îngheț și dezgheț, fie spulberării solului de către vânt. Punerea în contact a rădăcinilor plantelor cu solul se face prin utilizarea tăvălugului neted, imediat ce terenul s-a zvântat.

7.3.2 LUCRĂRI DE ÎNGRIJIRE PENTRU CULTURILE DE PRIMĂVARĂ

Aceste lucrări se diferențiază pentru culturi neprășitoare și prășitoare.

Culturile neprășitoare. Din această grupă fac parte grâul și orzul de primăvară, ovăzul, lucerna, trifoiul, mazărea, inul ș.a., plante care se seamănă în rânduri obișnuite. Pentru îngrijirea lor se pot executa următoarele lucrări:

Tăvălugirea se poate executa imediat după semănat și se recomandă dacă solul este uscat sau atunci când se seamănă semințe mici.

Grăpatul se recomandă pentru distrugerea crustei și a buruienilor în curs de răsărire și se execută în perioada dintre semănat și răsărire plantelor.

Se folosesc grape ușoare cu colți sau sapa rotativă. Lucrarea nu se execută în timpul răsării plantelor, deoarece acestea se rup foarte ușor.

După răsărire, lucrarea cu grapele se execută numai când plantele s-au înrădăcinat suficient de bine.

Combaterea buruienilor se realizează pe cale chimică, folosind erbicide specifice fiecărei culturi.

Fertilizarea suplimentară se face în special în zonele umede sau în condiții de irigare, folosind îngrășăminte ușor solubile. La culturile de lucernă și trifoi, fertilizarea se poate executa la desprimăvărare sau după fiecare coasă.

Culturile prășitoare. Din această grupă fac parte porumbul, floarea-soarelui, sfecla pentru zahăr, cartoful, soia, fasolea ș.a. În funcție de specie și condițiile pedoclimatice se pot executa: grăpatul, completarea golurilor, prășitul, fertilizarea suplimentară, răritul, mușuroitul, mulcitul, ciupitul, cârnitul, copilitul, polenizarea suplimentară, tratamente fitosanitare etc.

Grăpatul se poate face atunci când s-a format crustă, atât înainte cât și după răsărirea plantelor, de regulă pentru culturile semănate mai adânc. La porumb se obțin rezultate bune prin lucrarea cu sapa rotativă, când plantele au între 5-15 cm, cu o viteză a agregatului de 10-13 km/h. Nu se va lucra dimineața, pe rouă, deoarece plantele, fiind turgescente, se pot frânge ușor.

Completarea golurilor trebuie făcută imediat după răsărirea culturilor, pentru a micșora decalajul între plantele răsărite inițial și cele provenite din completarea golurilor. Semințele se vor ține în prealabil în apă minim 24 ore și vor fi introduse în sol cu plantatorul sau sapa.

Prășitul urmărește distrugerea buruienilor și afânarea superficială, cu rol în aerisirea și păstrarea apei în sol. Se execută de mai multe ori, între rândurile de plante, prașile mecanice, iar pe suprafețe mici și pe rând, prașile manuale. La efectuarea prașilelor, trebuie luate în considerare următoarele aspecte:

- adâncimea de lucru trebuie să asigure distrugerea buruienilor dar trebuie evitată mobilizarea prea adâncă, în urma căreia rezultă bulgări sau curele care favorizează pierderea apei și acoperirea plantelor cu sol; adâncimea obișnuită este cuprinsă între 4 și 10 cm;

- asigurarea unei zone de protecție a plantelor, de o parte și alta a rândului, cu o lățime de 7-15 cm; pentru evitarea rănirii plantelor, îndeosebi la culturi sensibile, sfeclă pentru zahăr, floarea-soarelui, cultivatoarele pot fi prevăzute cu discuri de protecție;

- viteza de deplasare în lucru a agregatelor de prășit, trebuie să fie de 3-5 km/h la prima prașilă și 6-9 km/h la celelalte prașile; folosirea unor viteze mai mari determină acoperirea plantelor cu sol sau rănirea acestora.

De respectarea acestor condiții tehnologice, precum și de starea tehnică corespunzătoare a agregatelor, depinde calitatea lucrării de prășit. În funcție de gradul de îmburuienare, tipul de sol, planta cultivată, regimul precipitațiilor etc., în cursul perioadei de vegetație se execută 1-2 prașile. Acest număr este mai mare pe solurile grele, tasate, în zonele umede, pe solurile cu o rezervă mare de semințe de buruieni și pentru culturile care cresc mai încet și acoperă mai puțin solul.

Între plante, pe rând, prășitul se poate executa manual, cu sapa; această lucrare este anevoioasă și grea, se aplică doar pe suprafețe mici și poate fi eliminată total sau parțial prin administrarea de erbicide. Pe solurile unde nu sunt necesare lucrări de afânare, prășitul poate fi complet înlăturat, aplicând erbicide pe întreaga suprafață.

Fertilizarea suplimentară. Concomitent cu efectuarea prașilelor mecanice se pot administra și îngrășăminte chimice cu azot în vederea completării dozei optime stabilite; pentru aceasta, pe cultivator se montează echipamentul pentru fertilizare suplimentară pe vegetație (FS).

Răritul se execută la culturile semănate prea des și constă în smulgerea sau tăierea plantelor, până la realizarea desimii optime.

Răritul se efectuează în faza de 2-4 frunze, orice întârziere influențând negativ creșterea plantelor și producțiile obținute. Este o lucrare costisitoare și anevoioasă, de aceea trebuie evitată fie printr-un semănat de precizie (porumb, floarea-soarelui), fie prin folosirea de sămânță monogermă (sfecla pentru zahăr).

Mușuroitul, lucrarea prin care solul este strâns în jurul plantelor, se execută cu cultivatoare echipate cu corpuri de rariță. Se execută pentru a stimula formarea tuberculilor și combaterea buruienilor la cartof, pentru deschiderea brazdelor de udare, ca lucrare de îngrijire pe terenurile în pantă în vederea reducerii eroziunii etc. Lucrarea de mușuroit se recomandă numai în zone umede, deoarece mărește suprafața de evaporare, iar solul se încălzește mai repede și se usucă.

Mulcirea este lucrarea care constă în acoperirea solului cu diferite materiale, ca paie tocate, gunoi de grajd, turbă, mranită, folii de polietilenă, hârtie specială pentru mulci ș.a. Mulcirea influențează pozitiv asupra regimului de apă, temperatură și hrană din sol, asupra microflorei și

microfaunei. Norma de paie utilizată ca mulci este de 3-4 t/ha, sau 15-20 t/ha turbă, aplicate până la răsăritul culturilor sau pe intervalul dintre rânduri; optim este ca mulciul să se aplice la 1-2 zile după semănat. Lucrarea se practică frecvent în legumicultură, în cultura căpșunului etc. și este o verigă de bază în cadrul sistemului de lucrări minime a solului.

Ciupitul este lucrarea prin care se înlătură ramurile de creștere și mugurii vegetativi mici de la baza frunzelor. Se execută la cânepa de sămânță, castraveți, dovleci, tomate etc.

Cârnitul este lucrarea de suprimare a vârfului tulpinii și lăstarilor și se face la tomate, tutun, bumbac ș.a. După înlăturarea părților de plantă prin lucrări de ciupit și cârnit, substanțele nutritive sunt dirijate către cele rămase, fructele cresc mai mari și ajung mai repede la maturitate.

Polenizarea suplimentară are scopul de a mări numărul florilor fecundate și, ca urmare, de a spori producția. Se aplică la floarea-soarelui și mai rar la cânepă, secară, lucernă, trifoi ș.a.

BIBLIOGRAFIE

1. Budoi, Gh., 1996 - *Agrotehnica*. Editura Ceres, București.
2. Muntean, L.S., Borcean, I., Axinte, M., Roman, Gh.V., 2004 - *Fitotehnie*. Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
3. Guș, P., Rusu, T., Bogdan, Ileana, 2004 - *Agrotehnica*. Editura Risoprint, Cluj Napoca.
4. www.USDA.gov
5. www.Monsanto.com - *National Research Summary* (twin rows)
6. Onisie, T., Jităreanu, G., 1999 - *Agrotehnica*. Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
7. Berca, M., 2011 - *Agrotehnică. Transformarea modernă a agriculturii*. Editura Ceres, București.
8. Rusu, T., 2005 - *Agrotehnica*. Editura Risoprint, Cluj Napoca.
9. <https://www.no-tillfarmer.com/blogs/1-covering-no-till/>

CAPITOLUL 8

BURUIENILE DIN CULTURILE AGRICOLE

8.1 NOȚIUNI GENERALE DESPRE BURUIENI. DEFINIȚII

Totalitatea plantelor sălbatice sau cultivate (ameliorate) care cresc și se dezvoltă într-o cultură agricolă dar străină acesteia, poartă denumirea de buruieni. Buruienile sunt adaptate să trăiască împreună cu plantele cultivate pe care le stânjenesc în creștere și dezvoltare și influențează negativ calitatea și cantitatea recoltelor. Buruienile sunt plante nedorite în culturi. Ele cresc și se dezvoltă oriunde există un minim de condiții de viață, adică pământ și factori de vegetație (lumină, căldură, apă, elemente nutritive). Se întâlnesc în toate culturile agricole, pe pajiști și fânețe, în parcuri și grădini, în spațiile industriale, pe marginea drumurilor, căilor ferate, canalelor de irigații, pe diguri și pe terenuri necultivate. Cu alte cuvinte, se numesc buruieni toate plantele străine dintr-o cultură (12).

Buruienile provin din flora spontană și se împart în:

- specii segetale – speciile de buruieni care preferă și se dezvoltă mai mult pe terenurile arabile (cultivate): știrul, căprița, zămoșița, pălămida, susaiul, rapița sălbatică etc.;

- specii ruderales – speciile de buruieni care cresc și se dezvoltă în special pe terenurile necultivate, puternic tasate; terenurile virane, marginea drumurilor, șanțuri etc.: bozul, cucuta, nalba, troscotul, speciile de urzici etc. Mușețelul mirositor (*Matricaria chamomilla*) este o plantă ruderală care preferă în special terenurile puternic tasate, iar mușețelul nemirositor (*Matricaria inodora*) este plantă segetală, frecvent întâlnită pe terenurile cultivate.

Sunt unele specii de buruieni, cum ar fi pirul gros (*Cynodon dactylon*), pirul târâtor (*Agropyron repens*) sau obsiga (*Bromus* sp.), care deși sunt buruieni extrem de păgubitoare pentru toate culturile agricole, când sunt prezente pe pajiști sunt considerate plante furajere (cu valoare nutritivă scăzută). Aceasta, deoarece sunt și extrem de greu de combătut din pajiștile naturale.

Orice plantă de cultură provenită din cultura premergătoare care răsare, se dezvoltă, infestează și concurează plantele unei alte culturi de bază se numește samulastră sau samuraslă; exemple: plantele de grâu în cultura de lucernă în primul an, plantele de floarea-soarelui în cultura de grâu sau orz, plantele de lucernă sau trifoi în cultura de porumb, plantele de cartof în cultura de grâu etc.

Plantele de cultură care infestează o cultură de bază prin materialul de semănat se numesc buruieni condiționate; exemple: plantele de grâu în cultura de orz, plantele de orz în cultura de grâu, plantele de secară în cultura de grâu etc.

Deci din punct de vedere agrotehnic, prin buruienă se înțelege orice altă plantă străină plantei de cultură. Aceste buruieni sunt deosebit de periculoase pentru culturile agricole, iar metodele de combatere a acestora sunt destul de laborioase.

Uneori însă, buruienile au un rol favorabil. Unele sunt utilizate ca plante medicinale, tinctoriale, melifere, pe pajiștile naturale sunt utilizate ca plante furajere, iar pe terenurile în pantă și pe cele nisipoase ajută la fixarea solului, evitând eroziunea de suprafață.

8.2 PAGUBE PRODUSE DE BURUIENI

Pagubele produse de buruieni culturilor agricole se pot grupa pe trei categorii:

- a) pagube determinate de creșterea costurilor de producție la majoritatea verigilor tehnologice;
- b) pagube cantitative determinate prin scăderea nivelului producției;
- c) pagube calitative prin deprecierea calității recoltelor.

Aceste pagube însumate sunt frecvent de la 20 - 30% și pot ajunge până la compromiterea recoltei. În perioada 1990 – 2000, lipsa unui cadru tehnologic adecvat, a unor forme performante de organizare a unităților agricole, a personalului specializat și a cunoștințelor în domeniu au condus la

creșterea nivelului de îmburuienare a culturilor agricole. Multe terenuri au rămas necultivate, permițând dezvoltarea unei flore spontane foarte bogate și numeroase de buruieni, asigurând o sursă continuă de îmburuienare pentru terenurile cultivate învecinate (tabelul 8.1).

Pierderile medii la cele șase culturi sunt de aproximativ 2 miliarde euro.

Notă: La calculul acestor pierderi s-au luat în considerare următoarele prețuri medii:

- 1 tonă grâu - 127 euro;
- 1 tonă porumb - 118 euro ;
- 1 tonă floarea-soarelui - 255 euro;
- 1 tonă soia - 340 euro;
- la cartof și la legume pierderile sunt estimative.

Tabelul 8.1

**Pagubele cauzate de buruieni principalelor culturi agricole în România,
în perioada 1990 – 2017 (date estimative)**

Nr. crt.	Cultura	Suprafața medie cultivată	Producția obținută în condiții de combatere optimă	Pierderi medii datorate buruienilor fără combatere		Pierderi generale medii	
		mii ha	kg/ha	kg/ha	%	mii kg/ha	mii euro
1.	Grâu	2200	4200	2000	35 - 65	4500	571500
2.	Porumb	2500	5000	2500	35 - 70	7500	885000
3.	Floarea-soarelui	600	3000	1500	30 - 70	900	229000
4.	Soia	100	3000	2000	30 - 80	200	680000
5.	Cartof	250	40000	dif.	30 - 70	-	300000
6.	Legume	280	dif.	dif.	25 - 65	-	300000

Cum și prin ce acționează negativ buruienile asupra culturilor agricole prezentăm în cele ce urmează:

a) **Infestarea cu buruieni a culturilor agricole duce la creșterea costurilor de producție.** Buruienile creează mari greutăți în executarea lucrărilor agricole. Astfel, pe terenurile puternic îmburuienate mai ales cu buruieni perene, cu înmulțire puternic vegetativă (costrei, pir, pălămidă) cheltuielile pentru executarea lucrărilor sunt mult mai mari, cu peste 30%, crește consumul de carburant la executarea arăturilor, a prașilelor, a recoltatului, uzura mașinilor și uneltelor agricole este mult mai mare (peste



20%). La aceste cheltuieli suplimentare cu lucrările agricole, pe de o parte se adaugă faptul că în tehnologia de cultură a plantelor o serie de lucrări se execută în plus tocmai cu scopul de a preveni înmulțirea buruienilor, de a le împiedica să germineze și de a le distruge pe cele răsărite. Astfel:

- lucrarea de dezmiriștit care se execută vara sau toamna are uneori scopul de a distruge buruienile și de a le împiedica să ajungă la maturitate (să formeze semințe);

- cu toate că arătura în multe situații se poate înlocui cu alte lucrări (lucrarea cu discul, cizelul, agregate combinate), prezența buruienilor, a semințelor și a organelor vegetative ale acestora ne obligă să executăm arătura normală sau adâncă pentru a le disloca, fragmenta și încorpora adânc sub brazdă;

- majoritatea lucrărilor solului, după aratul, semănatul și răsăritul culturii au ca scop principal distrugerea buruienilor;

- prașilele mecanice și manuale au scopul de a înlătura concurența plantelor cu buruienile prin distrugerea acestora din urmă;

- aplicarea erbicidelor fie înainte de semănat, după semănat, înainte de răsărit sau în perioada de vegetație are scopul de a distruge buruienile.

La toate acestea se adaugă, creșterea cheltuielilor cu carburanți, uzura tractoarelor și mașinilor agricole, scăderea productivității muncii (un lan îmburuienat se recoltează într-un timp mult mai lung decât unul curat), creșterea cheltuielilor pentru condiționarea, selectarea și uscarea producției obținute (un lan îmburuienat induce creșterea umidității boabelor la recoltare – așa-numita umiditate de împrumut), precum și întârzierea lucrărilor agricole și creșterea cheltuielilor cu forța de muncă manuală.

Prezența buruienilor în pajiști, culturi horticoale sau canale de irigat obligă la executarea unor operații în plus pentru a le combate și a le elimina din cultură.

b) **Buruienile contribuie la diminuarea cantitativă a recoltelor.**

Buruienile răpesc plantelor cultivate apa, hrana, căldura și lumina. Unele dintre ele consumă de 3 - 4 ori mai multă apă decât plantele cultivate (terenul îmburuienat va prezenta un conținut mult mai mic de apă decât cel fără buruieni). Cu alte cuvinte, buruienile sunt concurenți de temut ai plantelor de cultură pentru factorii de viață, astfel:

- buruienile consumă o mare parte din apa și substanțele nutritive din sol. Fiind plante spontane își dezvoltă sistemul radicular mai repede și mai adânc decât plantele de cultură, astfel au o capacitate mare de absorbție a

apei și a substanțelor nutritive. De exemplu, rădăcinile de pălămidă (*Cirsium arvense*) pot ajunge în primul an de viață la 1 - 3,5 m adâncime, iar în anul al treilea la peste 5 m adâncime. Cu cât numărul acestor buruieni este mai mare, cu atât consumul de apă din stratul arabil și subarabil va fi mai mare, lăsând plantele de cultură fără apă sau agravând seceta. Dacă nu ar fi buruieni, efectele secetei ar fi mult diminuate. De altfel, combaterea buruienilor este una din principalele măsuri de luptă cu seceta.

Buruienile consumă mari cantități de elemente nutritive. Analiza unui număr mare de buruieni a dovedit că, în medie, ele extrag din sol de 2 - 3 ori mai multe substanțe nutritive (azot, fosfor, potasiu și microelemente) decât plantele de cultură. Buruienile împiedică, de asemenea și creșterea rădăcinilor plantelor cultivate cu care conviețuiesc.

- buruienile parazite și semiparazite (*Cuscuta* sp., *Orobanch* sp.) se hrănesc cu seva plantelor cultivate. Acestea emit haustori pe care îi direcționează în vasele liberiene sau lemnoase ale plantelor pe care le debilitază și le distrug. La un atac puternic, plantele de cultură pot fi sufocate în totalitate. Pe anumite sole puternic infestate cu *Orobanch* sp., în județul Constanța, s-au înregistrat până la 120 de lăstari de lupoaie pe o plantă de floarea-soarelui (10);

- buruienile umbresc plantele de cultură și solul. În culturile îmburuinate plantele de cultură se etiolează și cresc repede în lungime. Procesul de fotosinteză este încetinit, astfel că plantele de cultură capătă culoarea galbenă-verzuie, asimilația este încetinită și nu-și pot dezvolta țesuturile mecanice de rezistență, ca atare sunt fragile și expuse frecvent căderii. Prin umbrire, buruienile le răpesc plantelor de cultură și o parte din căldură. Astfel, în jurul plantelor de cultură îmburuinate temperatura este cu 2 - 4 °C mai mică decât în condiții fără buruieni;

- diferite specii de buruieni stânjenesc creșterea și dezvoltarea plantelor de cultură, înfășurându-se în jurul tulpinilor și înăbușind porțiuni întregi de cultură sub formă de vetre foarte largi (măzărice – *Vicia* sp., turița – *Galium tricornutum*, volbura – *Convolvulus arvensis*, hrișca urcătoare – *Polygonum convolvulus* etc.);

- buruienile, prin dezvoltarea lor, stânjenesc procesele microbiologice din sol. Astfel, scade intensitatea proceselor de amonificare și nitrificare, datorită scăderii umidității și a temperaturii;

- buruienile sunt plante gazdă pentru multe boli și dăunători pe care se dezvoltă sau se hrănesc până la apariția plantelor de cultură, după care se

mută foarte ușor. Gândacul din Colorado (*Leptinotarsa decemlineata*) se hrănește cu frunzele de zărnă (*Solanum nigrum*) până la apariția frunzelor de cartof; gândacul ghebos (*Zabrus tenebrioides*) care atacă cerealele, are ca plantă gazdă volbura (*Convolvulus arvensis*); agenții patogeni care produc rugini la unele plante leguminoase trăiesc pe susaiul de grădină (*Sonchus* sp.); laptele cucului (*Euphorbia cyparissias*) este plantă gazdă pentru rugina mazării (*Uromyces pisi*) etc. Numeroase virusuri sunt transmise (transportate) de către insecte de la buruieni la plantele de cultură. Exemplul cel mai adecvat îl reprezintă afidele (*Aphis* sp.), care sunt responsabile de transmiterea multor boli;

- buruienile micșorează eficiența unor elemente din tehnologia de cultură, cum ar fi aplicarea îngrășămintelor, efectuarea lucrărilor solului, a irigațiilor, aplicarea de pesticide, recoltarea etc. Pe suprafețele îmburuienate, sporurile de producție, ca urmare a aplicării îngrășămintelor, sunt mai mici, lucrările agrotehnice sunt de slabă calitate. Arătura executată pe un teren cu multe buruieni este de proastă calitate, brazdele nu acoperă complet buruienile, este neuniformă ca înălțime (vălurită), iar uneori prea afânată (neășezată). În foarte multe situații lucrările nu pot fi realizate în timpul optim, ceea ce determină pierderi mari de recoltă.

c) **Buruienile contribuie la deprecierea calității recoltelor.**

Apariția, înmulțirea, creșterea și dezvoltarea buruienilor într-o cultură conduce la fenomenul de concurență cu plantele de cultură, iar rezultatul va fi scăderea cantitativă și calitativă a producțiilor.

Producțiile de boabe de cereale și leguminoase obținute în sole îmburuienate au conținutul în proteină mai mic. La cultura de floarea-soarelui conținutul de ulei din boabe este mai redus. La inul pentru fibre (fuior) scade rezistența fibrelor, iar la cartof se reduce conținutul în amidon. Multe buruieni, dacă sunt consumate de animale, prin pășunat sau din furaj, induc laptelui gusturi și mirosuri diferite care sunt transmise și preparatelor din lapte (*Allium rotundum* – ceapa ciorii, *Absinthium* sp. – pelinul, *Artemisia austriaca* – peliniță etc.).

O cultură de grâu infestată la recoltare va conduce la obținerea unei producții impure, cu foarte multe semințe de buruieni, iar prin măcinare se obțin făinuri cu gust și miros neplăcut, care consumate în cantități mai mari devin toxice. Speciile de *Sinapis arvensis* și *Raphanus raphanistrum* induc un gust iute făinii și pâinii, *Agrostemma githago* (neghina) și *Ambrosia* sp. degradează gustul și mirosul făinii (tabelul 8.2).

Tabelul 8.2

**Specii de buruieni care produc depreciieri calitative
recoltelor și animalelor (10)**

Nr. crt.	Specia de buruieni	Cultura	Indicatorul afectat	Animalele afectate
1.	<i>Sinapis arvensis</i> <i>Raphanus raphanistrum</i>	grâu	- făină cu gust iute; - lapte depreciat	- vaci de lapte; - oi, capre
2.	<i>Ambrosia</i> sp. <i>Agrostemma githago</i>	grâu	- gustul făinii; - mirosul făinii	- oi, vaci de lapte; - porci
3.	<i>Papaver rhoeas</i> <i>Hyoscyamus niger</i> <i>Melilotus officinalis</i>	grâu	- gustul făinii; - toxice la om și animale	- porci; - oi; - bovine
4.	<i>Thlaspi arvense</i>	grâu	- imprimă făinii un gust amar	- diferite animale
5.	<i>Bromus secalinus</i>	grâu	- imprimă făinii o culoare neagră	- diferite animale
6.	<i>Melampyrum arvense</i>	grâu	- depreciază culoarea făinii (albastră)	- diferite animale
7.	<i>Galium</i> sp. <i>Allium</i> sp. <i>Bidens</i> sp. <i>Amaranthus</i> sp.	grâu	- depreciază calitatea și gustul făinii	- oi; bovine; - porci
8.	<i>Solanum nigrum</i>	soia	- depreciază calitatea și gustul șrotului; - calitatea uleiului	- diferite animale
9.	<i>Leersia oryzoides</i>	orez	- depreciază calitatea orezului	- diferite animale
10.	<i>Chenopodium album</i>	diferite culturi	- depreciază calitatea producției	- diferite animale
11.	<i>Equisetum arvense</i>	diferite culturi	- depreciază calitatea recoltelor	- diferite animale
12.	<i>Avena fatua</i> , <i>Apera spica-venti</i>	grâu	- depreciază calitatea făinii; - gustul făinii; - culoarea făinii	- diferite animale; - paie cu conținut ridicat de siliciu

La cultura de soia îmburuientată puternic cu zârnă (*Solanum nigrum*), bacele acesteia, prin spargere în momentul recoltării, vor induce semințelor de soia un gust și un miros respingător, determinat de prezența alcaloizilor (solanină) în recoltă, iar în loturile semincere se realizează pagube uriașe determinate de procentul foarte mare de boabe sparte prin creșterea umidității

semințelor și înmuierea tegumentului în procesul de batozare rezultă boabe sparte, improprii semănatului.

Pe pajiști cresc specii de buruieni toxice pentru animale: *Ranunculus sceleratus*, *Ranunculus sardous* (piciorul cocoșului), *Caltha laeta* (calcea calului), *Iris pseudacorus* (stânjenelul galben), *Colchicum autumnale* (brândușa de toamnă), *Coronilla varia* (coroniște), *Galega officinalis* (ciumărea), *Glyceria aquatica* (mana de apă). Acestea pot ajunge, prin pășunat, ușor în hrana animalelor, provocându-le diferite afecțiuni.

8.3 PARTICULARITĂȚILE BIOLOGICE ALE BURUIENILOR

La întocmirea și realizarea unui program de măsuri pentru combaterea buruienilor din culturile agricole sunt necesare cunoștințe temeinice despre modul de viață și comportamentul acestora în diferite condiții concrete de climă și sol. Buruienile au însușiri biologice diferite de ale plantelor cultivate, însușiri care le oferă șansa de a se înmulți, rezista, concura și perpetua în condiții cu totul improprii pentru plantele cultivate.

Înmulțirea. Este particularitatea biologică cea mai puternic evidențiată, care deosebește buruienile de plantele cultivate prin capacitatea extrem de mare de înmulțire, atât prin semințe, cât și prin organe vegetative. Buruienile anuale, în general, se înmulțesc prin semințe (uneori și pe cale vegetativă, de exemplu prin tulpini la rocoină (*Stellaria media*) și meișor (*Digitaria sanguinalis*), sau prin bulbi și bulbili la ceapa ciorii (*Gagea arvensis*, *Ornithogalum umbellatum* etc.), iar cele perene atât prin semințe, cât și pe cale vegetativă (prin organe vegetative de înmulțire, precum: rizomi, drajoni, stoloni, bulbi, tuberculi sau prin părți din rădăcină și tulpină).

Buruienile produc un număr foarte mare de semințe (tabelul 8.3).

De obicei, masa a 1000 de semințe (MMB) la buruieni este cu mult mai mică față de cea a semințelor plantelor cultivate, astfel că această însușire de a ocupa un volum foarte mic și un număr foarte mare de semințe pe unitatea de măsură este o caracteristică a buruienilor. Marea majoritate a buruienilor care realizează un număr impresionant de semințe (500 000 - 1 000 000) au semințele foarte mici și cu caracteristici anatomo-morfologice tipice, ușor de răspândit. Numărul acestor semințe este variabil, fiind

dependent în mare măsură de specie, de condițiile de mediu (care pot fi favorabile sau mai puțin favorabile), dar și de nivelul tehnologiilor de cultură utilizate. Numărul mare de semințe la buruieni este caracteristica biologică marcantă a buruienilor, pentru că favorizează răspândirea exagerată a acestora în condiții de viață foarte variate. Exemple de specii de buruieni cu grad mare de înmulțire prin semințe: *Erigeron canadensis* (bătrâniș), *Descurainia sophia* (pliscul cucoarei), *Amaranthus retroflexus* (știr), *Chenopodium album* (loboda) etc.

Tabelul 8.3

**Numărul semințelor de buruieni produse de o singură plantă
la câteva specii de buruieni și MMB a acestora (3)**

Nr. crt.	Denumirea științifică	Număr semințe pe o plantă	Masa a 1 000 de semințe (grame)
1.	<i>Avena fatua</i> (odos)	8 250	17,5
2.	<i>Agrostemma githago</i> (neghină)	2 500	1,5
3.	<i>Amaranthus retroflexus</i> (știr)	500 000	0,3 - 0,5
4.	<i>Brassica nigra</i> (muștar)	13 000	1,7
5.	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (traista-ciobanului)	50 000	0,10
6.	<i>Cirsium arvense</i> (pălămidă)	19 000	1,57
7.	<i>Chenopodium album</i> (lobodă)	100 000 și peste	0,7
8.	<i>Cuscuta campestris</i> (torțel)	16 000	0,77
9.	<i>Echinochloa crus-galli</i> (mohor lat)	8 000	1,40
10.	<i>Hyoscyamus niger</i> (măselariță)	500 000	0,2
11.	<i>Papaver rhoeas</i> (mac)	50 000	0,1
12.	<i>Polygonum convolvulus</i> (hrișca urcătoare)	12 000	7,0
13.	<i>Matricaria chamomilla</i> (mușetel)	45 000	0,3
14.	<i>Rumex crispus</i> (dragavei)	30 000	1,4
15.	<i>Descurainia sophia</i> (voinicică)	700 000	-
16.	<i>Verbascum phlomoides</i> (lumânărică)	223 000	0,09

O mare parte din aceste semințe, ajunse la maturitate, cad pe suprafața solului, de aici prin lucrările solului sunt încorporate și se alătură celor existente, formând rezerva de semințe de buruieni din sol, care reprezintă principala sursă de îmburuienare a culturilor agricole. La această sursă de îmburuienare se adaugă și organele vegetative de înmulțire ale buruienilor perene. Exemple de buruieni care se înmulțesc prin rizomi: *Agropyron repens* (pirul târător), *Cynodon dactylon* (pirul gros), *Equisetum arvense* (coada-calului), *Sorghum halepense* (costrei), *Sambucus ebulus* (boz) etc.

Înmulțirea buruienilor pe cale vegetativă se realizează și cu ajutorul lucrărilor solului: arat, grăpat, prășit etc. Organele active ale mașinilor agricole fragmentează rizomi, stoloni, bulbi, drajoni, tuberculi în componente mai mici, dar care dispun de rezerve suficiente de hrană și au capacitatea de a emite lăstari, realizând astfel înmulțirea, dar și răspândirea buruienilor (ex.: *Cirsium arvense* – pălămida, *Sorghum halepense* – costreiu). Capacitatea de înmulțire vegetativă la unele specii de buruieni perene poate fi extrem de mare, creând probleme serioase culturilor agricole (tabelul 8.4).

În situația în care aceste buruieni găsesc condiții favorabile de creștere și dezvoltare (terenurile sunt lăsate în pârloagă), ele se înmulțesc foarte mult, fapt care va conduce la degradarea terenurilor, iar ameliorarea lor sau repunerea în circuitul agricol se va face cu cheltuieli foarte mari energetice și financiare.

Tabelul 8.4

Capacitatea de înmulțire vegetativă a unor specii de buruieni perene (11)

Denumirea buruienii	Greutate org. vegetative (kg)		Lungimea org. vegetative (m)		Număr muguri vegetativi	
	m ²	ha	m ²	ha	m ²	ha
<i>Sonchus arvense</i> (susai)	1,003	10 003	76	760 000	1,609	16 090 000
<i>Cirsium arvense</i> (pălămidă)	0,158	1 580	8,7	87 000	527	5 270 000
<i>Tussilago farfara</i> (podbal)	2,890	28 900	495	4 950 000	25 977	259 770 000

Maturitatea semințelor. Maturitatea semințelor de buruieni se face în mod diferit, ceea ce dă posibilitatea acestora să se mențină în sol, să reziste la metodele agrotehnice obișnuite de distrugere și să germineze în condiții optime specifice fiecărei specii în parte. Semințele buruienilor ajung la maturitate în etape diferite, practic pe toată perioada de vegetație. Astfel, buruienile efemere, care au un ciclu scurt de dezvoltare, răsar și se dezvoltă primăvara timpuriu, își scutură semințele, care, ajunse în sol, nu germinează decât primăvara următoare. Acestea nu germinează nici în urma lucrării de dezmiriștit (ex. *Veronica* sp., *Lamium* sp. etc.). Semințele altor specii de buruieni ajung la maturitate înainte sau concomitent cu recoltatul culturii.

Când semințele de buruieni ajung la maturitate înainte de recoltatul culturilor agricole, ele se scutură și măresc rezerva de semințe din sol.

Când ajung la maturitate odată cu plantele de cultură, în timpul recoltatului o parte din semințe ajung pe sol, o altă parte ajung în recoltă și se pot înlătura prin operații speciale de curățire a semințelor. În cazul în care vegetația buruienilor se prelungește și semințele lor ajung la maturitate după recoltatul culturii, ele infestază solul, sporind rezerva din sol. Se combat foarte bine prin măsuri agrotehnice de dezmiriștit, arături de vară, grăpat etc. La foarte multe specii de buruieni, maturarea semințelor se face eşalonat, pe aceeași plantă găsindu-se pe toată perioada de vegetație concomitent flori și semințe mature sau în diferite faze de maturitate (ex. *Amaranthus retroflexus* – știrul porcesc, *Echinochloa crus-galli* – mohorul lat, *Cirsium arvense* – pălămida). Prin cunoașterea speciilor de buruieni care infestază anumite culturi agricole și epoca de maturare a semințelor, putem stabili strategii eficiente de combatere a buruienilor, în sensul de a evita formarea sau scuturarea semințelor pe sol.

Longevitatea, vitalitatea și germinația eşalonată a semințelor.

Longevitatea semințelor este însușirea biologică a acestora de a-și păstra un timp îndelungat capacitatea și puterea de germinație.

Vitalitatea este însușirea biologică a semințelor de buruieni de a rezista la condiții nefavorabile de mediu cu păstrarea capacității germinative. Vitalitatea influențează direct longevitatea. Cu cât vitalitatea este mai pronunțată, cu atât se vor selecționa specii noi, rezistente, cu o longevitate mai mare. Longevitatea și vitalitatea la buruieni sunt caracteristici biologice diferite față de plantele cultivate. Semințele plantelor de cultură ajunse în sol, în funcție de specia cultivată, soi, varietate și de evoluția condițiilor climatice, își pot păstra capacitatea de germinație câteva săptămâni. Semințele de buruieni rămân viabile în sol câțiva ani, iar unele chiar zeci de ani și germinează eşalonat, infestând astfel culturile agricole.

Vitalitatea este influențată de structura anatomică și de însușirile fiziologice ale semințelor de buruieni, ca și de condițiile de mediu. Semințele cu membrane groase, greu permeabile, au o vitalitate mai mare. Când membrana sau tegumentul are răni sau fisuri, vitalitatea acestora scade. Totuși, sunt unele semințe care deși au tegumentul fisurat în timpul recoltatului, răsar mai bine și mai repede (ex.: *Polygonum convolvulus* – hrișcă urcătoare). Semințele care au constituenți de rezervă grăsimi (semințele de crucifere – rapiță, ridiche sălbatică, muștar sălbatic etc.) au o vitalitate mai mare. Când semințele sunt păstrate în condiții de laborator, vitalitatea lor este mult mai mare. Variațiile de temperatură micșorează vitalitatea. Starea de

maturitate influențează vitalitatea. Semințele de buruieni care nu au ajuns la maturitate deplină, chiar dacă au putere de germinație, au o vitalitate scăzută. În stratul mai profund al solului semințele de buruieni își păstrează vitalitatea mai mult timp decât în straturile superficiale, unde sunt expuse fluctuațiilor de temperatură și umiditate, care micșorează vitalitatea.

În experiențele organizate de Duvel, în SUA, cu semințe de buruieni îngropate în sol, s-a constatat că după 38 de ani ele au germinat; cele de *Datura stramonium* – laur (ciumăfaie) în proporție de 91%, iar cele de *Abutilon theophrasti* - teișor 48% (3).

Din punct de vedere practic, prezintă importanță mai puțin procentul de germinație al semințelor și mai mult longevitatea lor, care menține pericolul îmburuienării etapizate, îngreunând programul de combatere.

Longevitatea unor semințe de buruieni este foarte mare, de la 25 ani până la 135 ani, dar afirmațiile unor autori că ar fi germinat semințe descoperite în mormintele galice sunt neîntemeiate. Longevitatea este o însușire ereditară (genetică) a speciilor și este influențată de condițiile de mediu. Ca și vitalitatea, longevitatea este influențată de faza în care s-a găsit sămânța în momentul recoltării. Dacă sămânța a ajuns la maturitatea deplină, longevitatea se prelungește mult. Păstrarea semințelor la temperaturi scăzute de 0 - 10 °C și fără oscilații mari determină prelungirea longevității. La temperaturi ridicate, scade umiditatea și se scurtează longevitatea, iar peste o anumită limită semințele mor din cauza coagulării coloizilor și alterării enzimelor. În climatele umede și calde sau umede și reci longevitatea este mai mică decât în climatele uscate. Cea mai mare longevitate o au speciile de buruieni din familia *Leguminosae*, *Malvaceae*, *Labiatae*.

Cercetările au scos în evidență că în condiții de laborator, semințele de buruieni își păstrează vitalitatea și longevitatea perioade îndelungate, iar în condiții de câmp nu au depășit 34 ani (tabelul 8.5).

Vitalitatea și longevitatea organelor vegetative de înmulțire sunt mult mai mici decât ale semințelor.

Adâncimea optimă la care germinează în general semințele de buruieni este de 0,5 - 5 cm. Germinarea semințelor, de regulă, se declanșează în anumite condiții favorabile acestui proces, în funcție de specia de plante și anume:

- de prezența unei anumite cantități de apă, fără a fi în exces, în jurul a 40% din capacitatea de apă capilară a solului, când germinarea se realizează

la 0,5 - 5 cm, iar când germinarea se realizează mai în profunzime (5 - 15 cm) este favorabilă o umiditate mai mică;

- realizarea unei temperaturi (un prag de temperatură) corespunzătoare, de obicei 1 - 2 °C;

- prezența unui raport optim O/CO₂ în aerul din sol;

- prezența luminii;

- existența unui raport între lumină/temperatură; unele semințe de buruieni germinează mai bine la întuneric, iar altele mai bine la lumină.

Tabelul 8.5

Longevitatea semințelor unor specii de buruieni, în ani (11, 3)

Specia	Condiții	
	de câmp	de laborator
Pir târător (<i>Agropyron repens</i>)	10	-
Neghină (<i>Agrostemma githago</i>)	0 - 2	10 - 13
Odos (<i>Avena fatua</i>)	3 - 8	13 - 20
Traista-ciobanului (<i>Capsella bursa-pastoris</i>)	16 - 35	8 - 11
Albăstriță (<i>Centaurea cyanus</i>)	5 - 10	5 - 10
Lobodă (<i>Chenopodium album</i>)	39	10 - 15
Pălămidă (<i>Cirsium arvense</i>)	21	< 5
Nemțisor de câmp (<i>Delphinium consolida</i>)	> 11	5
Busuiocul dracului (<i>Galinsoga parviflora</i>)	> 11	3 - 4
Turiță (<i>Galium aparine</i>)	7 - 8	7 - 10
Mușețel nemirositor (<i>Matricaria inodora</i>)	11	6 - 7
Mac roșu (<i>Papaver rhoeas</i>)	11	11 - 13
Iarbă grasă (<i>Portulaca oleracea</i>)	30 - 40	-
Ridiche sălbatică (<i>Raphanus raphanistrum</i>)	-	> 16
Mohor (<i>Setaria</i> sp.)	> 39	-
Muștar de câmp (<i>Sinapis arvensis</i>)	> 35	14 - 20
Zârna (<i>Solanum nigrum</i>)	> 39	18 - 20
Rocoină (<i>Stellaria media</i>)	6 - 28	10 - 13

Germinația lor eșalonată în timp. O particularitate biologică importantă a semințelor de buruieni este germinația lor eșalonată în timp. Prin această însușire, semințele de buruieni se deosebesc esențial de semințele plantelor cultivate. Semințele plantelor cultivate răsar toate odată, în sezonul când le-am semănat. La semințele de buruieni, deși condițiile de germinație sunt în optim, multe semințe nu germinează din cauza procesului așa-numit repaus seminal. Acesta condiționează perioada de germinație de-a lungul unui an, deci pe anotimpuri, precum și în timp, de-a lungul anilor.

Factorii de care depinde repausul seminal sunt: temperatura, umiditatea, oxigenul, lumina și prezența unor inhibitori. Germinația eșalonată variază de la an la an. Când condițiile pentru germinație și dezvoltare a buruienilor sunt favorabile, ele infestază puternic lanurile. Dacă condițiile sunt nefavorabile pentru o buruiană, ele pot deveni favorabile pentru altă buruiană, astfel că harta buruienilor din lan se schimbă de la un an la altul în raport cu evoluția condițiilor climatice, cu plantele cultivate și cu tehnologia aplicată.

Astfel, în anii ploioși, în culturile de cereale păioase de toamnă se favorizează germinația speciilor de buruieni *Sinapis arvensis* – muștarul sălbatic, *Papaver rhoeas* – macul roșu, *Cirsium arvense* – pălămida, *Convolvulus arvensis* – volbura, *Galium* sp. – turița.

Când se irigă plantele de cultură, crește germinația semințelor de buruieni iubitoare de umiditate (ex.: *Echinochloa crus-galli* – mohorul lat).

Dacă se administrează gunoi de grajd și îngrășăminte chimice cu azot în cantități mari se favorizează germinația și se dezvoltă bine speciile marcatore, care cresc foarte bine în condiții cu mult azot: *Amaranthus retroflexus* – știrul, *Chenopodium album* – lobodă.

Administrarea amendamentelor calcaroase favorizează germinarea și dezvoltarea unor specii ca *Melilotus officinalis* – sulfina, *Linaria vulgaris* – lânărița și *Rubus caesius* – rugul etc.

Cunoașterea acestor caracteristici biologice ale semințelor de buruieni fac ca procesul de combatere al buruienilor să fie neîntrerupt și să se adapteze de fiecare dată plantelor de cultură, condițiilor de climă și sol.

Adaptabilitatea și plasticitatea buruienilor. *Adaptabilitatea* este însușirea biologică a buruienilor care le conferă acestora posibilitatea de a rezista la factorii nefavorabili de creștere și de dezvoltare, de a conviețui cu anumite plante de cultură și de a se aclimatiza ușor la noile condiții de viață.

Plasticitatea buruienilor este însușirea care se manifestă prin posibilitatea acestora de a crește, de a se dezvolta și de a se înmulți în condiții foarte variate de mediu. Acestea rezistă la secetă, ger, inundații, diferite acțiuni mecanice, fapt ce le ușurează menținerea, dezvoltarea, perpetuarea și răspândirea în culturile agricole. Când un teren nou este luat în cultură, defrișat sau lăsat pârloagă, buruienile invadează terenul și se acomodează ușor cu noile condiții create. În primii ani vor fi predominante buruienile care s-au găsit inițial pe terenul respectiv, însă treptat locul acestora este luat de buruienile specifice tipului de sol.

Pe terenurile cultivate, fie că este vorba de cereale păioase sau de culturi prășitoare, se dezvoltă un spectru de buruieni caracteristic. De exemplu, costreiu mare-*Sorghum halepense*, se dezvoltă numai în culturile prășitoare unde întâlnește condiții prielnice de dezvoltare, lumină, temperatură, spațiu și nu se dezvoltă în culturile de cereale păioase.

Sunt buruieni care cresc în toate culturile, iar altele care s-au adaptat la condițiile de viață existente numai în anumite culturi. De exemplu, unele îmburuienază puternic culturile de cereale păioase (grâu și orz): *Centaurea cyanus* – albăstriță, *Galium* sp. – turița, *Matricaria inodora* – mușetelul nemirositor, *Anthemis* sp. – romanița. Alte specii de buruieni sunt specifice doar anumitor culturi: *Camelina* sp. – camelina și *Lolium remotum* – sălbăția inului sunt adaptate să crească în culturile de in; *Avena fatua* – orzul sălbatic crește în culturile de cereale păioase; *Echinochloa oryzoides* – mohorul orezar și *Leersia oryzoides* – orezul sălbatic cresc în orezării, fiind adaptate la condițiile de umiditate în exces etc.

Spre deosebire de buruieni, adaptate pentru a crește în condiții foarte diverse de mediu și viață, la plantele de cultură intervalul de variație al acestor condiții este strict limitat, îngust. Dacă plantele de cultură în lipsa hranei și a apei stagnează creșterea, nu fructifică și mor, buruienile suferă extrem de puțin. O plantă de știr-*Amarantus* sp. sau de lobodă-*Chenopodium* sp., poate crește pe marginea drumului, pe marginea căilor ferate, pe soluri uscate sau tasate. În astfel de condiții buruiena are capacitatea de a crește și de a se dezvolta, are înălțimi mici, cu frunze subțiri și înguste, dar fructifică și face câteva semințe, deci asigură înmulțirea speciei mai departe.

Pe terenuri arate, afânate și fertilizate aceste specii de buruieni cresc și se dezvoltă viguros, ajungând la peste 1,5 m, ramifică și fructifică abundent. Mohorul (*Setaria* sp.), în culturile de cereale păioase formează o tulpină mică în timpul vegetației culturii, însă după recoltatul culturii, când condițiile de viață sunt optime (lumină, spațiu, hrană, umezeală), se dezvoltă foarte puternic și produce un mare număr de semințe.

Una din cele mai dăunătoare buruieni care se dezvoltă puternic în condiții de secetă este pălămida (*Cirsium arvense*), plantă perenă cu drajoni, cu un sistem radicular profund, ramificat și etajat, care ajunge la 1-2 m adâncime, tulpina viguroasă, ajunge la peste 1,5 m înălțime și se înmulțește în vetre. În condiții de secetă rezistă foarte bine datorită acestor adaptări, iar în condiții optime de umiditate crește și se dezvoltă luxuriant, formând peste 20 000 de semințe.

8.4 SURSELE DE ÎMBURUIENARE ALE CULTURILOR AGRICOLE

Sursele de îmburuienare ale culturilor agricole sunt: rezerva de semințe de buruieni și organele vegetative de înmulțire din sol; terenurile necultivate; sămânța neselectată, necondiționată folosită la semănat; gunoiul de grajd.

Rezerva de semințe de buruieni și organele vegetative de înmulțire din sol reprezintă principala sursă de îmburuienare a culturilor agricole. În sol, semințele de buruieni se mențin viabile un număr mare de ani și germinează eșalonat. Ajunse la maturitate, semințele de buruieni se scutură la suprafața solului apoi, prin diferite lucrări, sunt încorporate și amestecate cu solul. Ele pot ajunge în sol și prin crăpături, transportate de animale sau păsări, aduse odată cu apa de irigat sau sunt îngropate (în stratul superficial) de picăturile de ploaie. Rezerva de semințe de buruieni din sol nu este constantă, unele sunt distruse sau mâncate de diferiți dăunători, altele germinează și sunt distruse prin mijloace culturale sau chimice folosite, iar altele își pierd germinația datorită condițiilor de mediu. Pe de altă parte, alte generații de semințe proaspete ajung în sol și astfel rezerva se reface.

Diverși autori, în funcție de condițiile diferite în care au efectuat cercetările, au stabilit că această rezervă ar fi între 100 milioane și peste 2 miliarde de semințe de buruieni la hectar, din care capabile de germinat doar în proporție de 25%. Astfel, Kott (12) estimează o rezervă totală de semințe între 540 milioane și 3 miliarde de semințe la hectar germinabile și negerminabile. Traian Săvulescu (12) a găsit 520 milioane de semințe de buruieni la hectar într-un lan impropriu cultivat și 420 milioane într-o cultură în care s-a respectat tehnologia.

În determinările noastre, pe preluvosolul roșcat de la Moara Domnească, în Câmpul de asolamente, după cultura de grâu din rotația de trei ani, pe adâncimea stratului arabil (0 - 25 cm), s-au găsit între 79,5 și 125,5 milioane de semințe la hectar. Ca atare, solul constituie o sursă inepuizabilă și permanentă de îmburuienare a culturilor agricole. Repartiția acestei rezerve de semințe de buruieni pe profilul solului este relativ omogenă și anume: cea mai mare cantitate de semințe de buruieni se găsește în stratul arat 0 - 20 cm; în stratul subarabil numărul de semințe de buruieni scade brusc deoarece căile

de pătrundere în adâncime sunt mult mai reduse (crăpături mari, lucrări de scarificare și subsolaj, lucrări de desfundare etc.).

Experiențele efectuate la Stațiunea Didactică Băneasa, a USAMV București, de către Gh. Budoii în perioada 1970 - 1982 (tabelul 8.6)(3), scot în evidență următoarele:

- pe parcela cu solul brun-roșcat, care până în 1970 s-a arat la adâncimea constantă de 20 - 25 cm, s-au găsit în total 153,3 milioane semințe la hectar, din care peste 58% în stratul de 0 - 10 cm;

- după 12 ani, în 1982, timp în care tehnologia și uneltele de lucru s-au perfecționat, rezerva de semințe de buruieni s-a micșorat cu 45%, aceasta și deoarece adâncimea arăturii a crescut la 28-30 cm;

- modificarea adâncimii arăturii, în 1982, a condus la modificarea distribuirii semințelor pe profilul solului mult mai uniform în intervalele 0 - 10 cm și 10 - 20 cm.

Tabelul 8.6

**Numărul de semințe de buruieni (mii de semințe/m²)
la Stațiunea Didactică Băneasa, București (1970 – 1982) (3)**

Anul	Specia de buruieni	Adâncimea (cm)			
		0 - 10	10 - 20	20 - 30	Total
1970	<i>Amaranthus</i> sp. (știr)	11,2	7,2	0,8	19,2
	<i>Chenopodium album</i> (lobodă)	15,1	10,4	0,9	26,4
	<i>Galium aparine</i> (turiță)	5,5	3,3	-	7,8
	<i>Setaria</i> sp. (mohor)	19,2	11,1	0,4	30,7
	Altele (<i>Stellaria</i> sp., <i>Thlaspi</i> sp., <i>Galinsoga</i> sp., <i>Echinochloa</i> sp. etc.)	39,2	28,1	1,9	65,2
1970	Total: mii de semințe/m ² / %	90,2	59,1	4,0	153,3
		58,8	38,6	2,6	100
1982	Total: mii de semințe/m ² / %	41,5	28,6	14,4	84,5
		49,1	33,8	17,1	100
	Diferența după 12 ani 1970-1982 (%)				55,1

Rezerva de semințe de buruieni depinde de specia plantelor cultivate, condițiile pedo-climatice, speciile de buruieni, agrotehnica folosită etc.

Agricultorii care folosesc o rotație și un asolament rațional, sămânța de calitate și metode de combatere a buruienilor adecvate, au o rezervă de semințe de buruieni în sol scăzută.

Repartizarea semințelor de buruieni pe profil variază cu tipul de sol și cu tehnologia de cultură, în special cu adâncimea la care se face arătura.

O repartizare asemănătoare cu semințele de buruieni pe profilul de sol se observă și la organele vegetative de înmulțire ale acestora cu variații care depind de planta de cultură, de tipul de sol și de tehnologia de cultură practică. Kott (1961), citat de Budo și Penescu (3), arată că pe un hectar de teren cultivat s-a acumulat o cantitate de peste 0,7 tone bulbi de usturoi sălbatic, 4 tone de rădăcini de susai, 12 tone de rizomi de pir târâtor. Ca atare, rezerva de semințe de buruieni și organe vegetative de înmulțire din sol este o particularitate în dinamică.

Datorită capacității foarte mari de înmulțire prin semințe și organe vegetative pe care o au buruienile, câteva buruieni la m^2 , care nici pe departe nu se apropie de pragul economic de dăunare și care practic nu ridică nici o problemă de a afecta producția, pot reface rezerva de semințe de buruieni a solului. Dacă nu există nici o sursă de îmburuienare, cercetările au evidențiat că rezerva de semințe de buruieni viabile se reduce cu 22% anual (3).

Numai o parte din numărul de semințe de buruieni și organe vegetative de înmulțire prezintă importanță pentru fermieri și anume cele capabile să germineze. Celelalte, care și-au pierdut capacitatea germinativă, prin activitatea dăunătorilor, atacate de boli, putrezire sau prin învechire nu mai constituie un pericol, dar sunt importante deoarece participă la refacerea rezervei de materie organică din sol.

Terenurile necultivate. Terenurile virane, marginile de drum, de cale ferată, taluzurile și terasamentele canalelor de irigații și de desecare, zonele sau greșurile de la capătul parcelelor rămase neșemănate sau nearate, pe toate acestea cresc și se dezvoltă un număr foarte mare și foarte variat de specii de buruieni. Acestea ajung la maturitate nestingerite și prin diferite căi de răspândire infestază culturile și terenurile agricole învecinate. Dacă aceste locuri nu pot fi cultivate sau buruienile nu pot fi combătute, ele trebuie cosite înainte ca sămânța să ajungă la maturitate.

Folosirea la semănat a semințelor necondiționate (sămânță necertificată), determină creșterea rezervei din sol. Dacă materialul de semănat nu este condiționat, odată cu el se introduc în sol și semințe de buruieni. Locurile și instalațiile unde se condiționează, se manipulează și se distribuie sămânța trebuie bine supravegheate pentru că ele pot deveni surse de îmburuienare periculoase. Tot ceea ce rămâne de la condiționarea

semințelor (respectiv semințele de buruieni) trebuie distruse prin ardere, îngropate sau se realizează o platformă specială de însilozare. Dacă gozurile, material care rezultă în urma condiționării, se folosesc în hrana animalelor, acestea trebuie măcinate mărunt sau fierte.

Gunoii de grajd constituie o sursă importantă de îmburuienare. O parte din semințele de buruieni nu-și pierd capacitatea de germinare când trec prin tubul digestiv al animalelor. Furajele fibroase pe care le dăm animalelor trebuie să provină din pășuni curate de buruieni. S-a stabilit că la porci capacitatea de germinație a semințelor care trec prin tubul digestiv și își păstrează germinația este în proporție de 24%, la bovine 23%, la cabaline 12,9%, la oi 10,7% (12). La păsări, o proporție foarte mică din semințele de buruieni își mențin germinația. Acestea, având stomac glandular, folosesc pentru a macera furajul pietre și nisip și ca atare, semințele sunt distruse.

Își pierd mai puțin germinația semințele foarte mici, netede, lucioase și rotunde, cum ar fi semințele de *Amaranthus* sp. – știr sau *Chenopodium* sp. – lobodă. Semințele mari sunt mai mult supuse distrugerii odată cu trecerea prin tubul digestiv al animalelor. Altfel, dejecțiile animalelor constituie sursă de îmburuienare.

O altă sursă de infestare cu semințe de buruieni a gunoiului de grajd reprezintă așternutul animalelor, semințele buruienilor din paie aduse ca așternut sau cele rezultate prin scuturarea furajelor folosite în hrana animalelor.

La acestea se adaugă semințele de buruieni care cresc pe platformele de gunoi de grajd și cele aruncate la platforma de gunoi de către om, în urma operațiilor de curățenie din fermă.

Ca atare, gunoiul de grajd, transportat și împrăștiat pe câmp nefermentat este o sursă foarte mare de buruieni. Cu cât gunoiul de grajd este mai proaspăt, cu atât numărul de semințe de buruieni este mai mare. Prin fermentare în platforme bine organizate, semințele de buruieni își pierd capacitatea de germinație ca urmare a temperaturilor mari, de 50 – 60 °C, ce se înregistrează în timpul fermentării (11). Cu gunoiul de grajd se răspândesc ușor semințele de buruieni din speciile *Chenopodium album* – lobodă, *Amaranthus* sp. – știr, *Solanum nigrum* – zărnă, *Setaria* sp. – mohor etc.

8.5 CĂILE DE RĂSPÂNDIRE ALE BURUIENILOR

Buruienile pot fi răspândite foarte repede prin numeroase căi, fapt ce îngreunează mult lupta de combatere a acestora. Căile de răspândire specifice fiecărei specii de buruieni sunt în ordinea participării factorilor: vântul, apa, animalele și activitățile umane.

Vântul. La multe specii de buruieni semințele acestora prezintă adaptări care permit răspândirea lor prin vânt. Astfel, semințele de buruieni din familia *Compositae* (*Cirsium arvense* – pălămida, *Sonchus* sp. – susai, *Taraxacum officinale* – păpădia etc.) au un smoc de perișori numit „papus”, cele de măcriș (*Rumex* sp.) au aripioare; acestea facilitează transportul lor la distanțe foarte mari de către vânt. Alte specii, cum ar fi: ciurlanul (*Salsola kali* subs. *ruthenica*), știrul alb (*Amaranthus albus*) etc. au forma generală a plantelor globuloasă, iar când ajung la maturitate se desprind, se rup ușor de la suprafața solului și sunt rostogolite de vânt, răspândind astfel semințele prin locurile unde sunt purtate.

Apa. Apa provenită din precipitațiile căzute în cantități mari și repezi prin scurgere la suprafața terenurilor în pantă poate transporta un număr impresionant de semințe de buruieni. Semințele pot ajunge în apă și prin scuturarea acestora de pe malurile râurilor, lacurilor, bălților, canale de desecare și irigații. Ajunse în apă, semințele de buruieni își pot păstra capacitatea germinativă o perioadă de timp, astfel: 8 luni cele de torțel (*Cuscuta* sp.), mohorul galben (*Setaria glauca*), hrișca urcătoare (*Polygonum convolvulus*) și știrul (*Amaranthus* sp.); 20 luni cele de ridiche sălbatică (*Raphanus raphanistrum*), zărnă (*Solanum nigrum*), pir (*Cynodon dactylon*), mohor verde (*Setaria viridis*), romaniță (*Anthemis* sp.); 40 de luni cele de iarbă bărboasă (*Echinochloa crus-galli*), pălămidă (*Cirsium arvense*), peste 44 de luni cele de sulfină (*Melilotus officinalis*), cornacii (*Xanthium* sp.) (3).

Apare astfel pericolul infestării terenurilor agricole după retragerea apelor de inundație sau odată cu folosirea acesteia la irigat, dacă sistemele de absorbție a apei la prize nu sunt prevăzute cu filtre. De altfel, una din cauzele care a permis cu mulți ani în urmă înmulțirea exagerată a culturilor agricole cu costrei (*Sorghum halepense*) a fost și folosirea apei de irigat provenită din canale, râuri, lacuri care nu a fost filtrată înainte de a intra în sistemul de irigat. Ca atare, filtrarea apelor de irigat de semințe de buruieni este o măsură obligatorie.

Animalele. Fructele și semințele multor specii de buruieni au organe de prindere, de agățare sub formă de țepi, ariste, cârlige etc. Cu ajutorul acestora se prind de lâna oilor sau de blana diferitelor animale, ceea ce contribuie la răspândirea acestora pe mari distanțe. Exemple de astfel de buruieni sunt: brusturele (*Arctium lappa*), turița (*Galium* sp.), dentița (*Bidens* sp.), cornaci (*Xanthium strumarium*), holera (*Xanthium spinosum*), mohorul agățător (*Setaria verticillata*) etc. Animalele și păsările pot contribui la răspândirea buruienilor și prin dejecțiile lăsate pe câmp, deoarece așa cum am arătat anterior, multe semințe de buruieni își păstrează capacitatea de germinație după ce trec prin tubul digestiv al acestora.

Activitățile omului. Prin activitățile sale, omul poate favoriza răspândirea buruienilor. Aceste activități pot fi utilizarea de furaje infestate cu buruieni și semințele acestora în hrana animalelor, utilizarea de sămânță necondiționată la semănat etc. O amploare foarte mare o cunoaște în ultima perioadă *Cuscuta* sp. (cuscuta sau torțelul) care se răspândește foarte repede. Astfel, o plantă de cuscută poate răspândi ușor semințele, infestând într-un sezon o suprafață de peste 300 m² (3). Astfel că, chiar dacă avem un material de semănat cu un procent foarte mic de semințe de cuscută, cultura poate să fie infestată din primul an (tabelul 8.7).

Circulația și transportul diferitelor produse agricole și semințe comercializate din diferite zone sau țări constituie o cale importantă de răspândire a semințelor de buruieni, mai ales pentru speciile de carantină (care nu se găsesc în zona respectivă). Multe specii de buruieni au fost aduse și apoi s-au înmulțit și adaptat la noi. Astfel: știrul (*Amaranthus* sp.), busuiocul (*Galinsoga parviflora*), bătrânișul (*Erigeron canadensis*) sunt de origine americană; pungulița (*Thlaspi arvense*) este de origine mediteraneană; voinicica (*Symphytum officinale*) este de origine asiatică etc.

Un alt mod de a răspândi buruienile îl constituie lucrările aplicate solului. Astfel, prin cultivație, organele vegetative de înmulțire ale unor buruieni perene sunt mărunțite și împrăștiate pe teren, provocând infestarea acestuia. De asemenea, deplasarea tractoarelor și mașinilor agricole de pe o solă pe alta fără a fi curățate de inflorescențe și semințe de buruieni contribuie la infestarea terenului.

Sunt multe alte specii de buruieni care se răspândesc pe alte căi decât cele precizate anterior. Astfel, semințele de la *Viola tricolor* (trei frați pătați) sunt aruncate la mari distanțe din fructele ajunse la maturitate.

Tabelul 8.7

**Nivelul infestării unei culturi de lucernă cu *Cuscuta campestris*
la o normă de sămânță de 20 kg/ha, cu diferite grade de puritate (3)**

Procentul de cuscută în sămânța de lucernă (la greutate)	Numărul de semințe de cuscută	
	într-un kg de sămânță	semănat / ha
0,001	16	320
0,010	160	3 200
0,025	400	8 000
0,050	800	16 000
0,100	1 600	32 000
0,250	4 000	80 000

8.6 CLASIFICAREA BURUIENILOR

Pentru realizarea unei combateri metodice, organizate și eficiente a buruienilor, este necesară cunoașterea temeinică a biologiei și particularităților biologice, clasificarea și încadrarea acestora în anumite categorii sau clase în funcție de caracteristicile lor.

Astfel, buruienile se pot clasifica după mai multe criterii:

a) *Clasificarea speciilor de buruieni din punct de vedere botanic (sistematic)*. Această clasificare nu oferă cunoștințe precise pentru realizarea operației de combatere a buruienilor. Această împărțire oferă cunoștințe anatomice și morfologice despre buruieni, cunoștințe insuficiente pentru realizarea unor măsuri de combatere. Exemplu, din aceeași familie se încadrează specii de buruieni cu mari deosebiri biologice, însă asemănătoare anatomic și morfologic. În familia *Gramineae* sunt încadrate atât specii anuale de buruieni (*Echinochloa* sp., *Setaria* sp. etc.), dar și specii perene (*Agropyron* sp., *Sorghum halepense* etc.), specii ce diferă foarte mult din punct de vedere biologic, fapt ce ilustrează că măsurile de combatere vor fi cu totul diferite.

b) *Clasificarea speciilor de buruieni după locul unde cresc* (sau culturile pe care le îmburuienează). Din acest punct de vedere deosebim buruieni ruderales și buruieni segetale (sau din culturile de câmp).

Buruienile ruderales cresc și se dezvoltă în special pe marginea drumurilor, în jurul spațiilor industriale, pe lângă platformele de gunoi din jurul caselor etc. Exemple avem: nalba (*Malva sylvestris*), urzica moartă

(*Lamium amplexicaule*), știrul (*Amaranthus retroflexus*), cucuta (*Conium maculatum*).

Buruienile segetale sunt cele mai răspândite și mai numeroase. În această grupă se găsesc toate speciile de buruieni ce cresc în culturile agricole: din cultura mare (grâu, porumb, floarea-soarelui, in, sfeclă); din culturile horticole (legume, pomi, viță de vie și flori); din cultura pajiștilor și din culturile furajere. Asemenea, câteva exemple: pirul gros (*Cynodon dactylon*), pălămida (*Cirsium arvense*), știrul (*Amaranthus* sp.), loboda (*Chenopodium album*), muștarul (*Sinapis arvensis*), sunt cel mai adesea prezente în culturile de câmp; laurul/ciumăfaia (*Datura stramonium*), busuiocul dracului (*Galinsoga parviflora*) și măselarița (*Hyoscyamus niger*) sunt tipice pentru culturile de legume; laptele cucului (*Euphorbia* sp.), păpădia (*Taraxacum officinale*) și dragaveiul (*Rumex* sp.) sunt buruieni ce se găsesc cel mai adesea în pajiști și fânețe. Sunt însă puține specii de buruieni care aparțin strict unei clase mai sus enumerate. Multe dintre ele nu respectă aceste clasificări și sunt atât ruderales, cât și segetale, un exemplu este știrul (*Amaranthus* sp.). Cu toate că această clasificare ne oferă multe cunoștințe biologice nu este totuși cea mai edificatoare pentru realizarea de măsuri eficiente de combatere.

c) *Clasificarea buruienilor după modul de răspândire a semințelor.*

Buruienile care se răspândesc cu dispozitive proprii se numesc autohore, iar cele care folosesc alte mijloace de răspândire se numesc alohore.

Din grupa autohore fac parte specii de buruieni ca muștarul sălbatic (*Sinapis arvensis*), macul (*Papaver rhoeas*), știrul (*Amaranthus* sp.), loboda (*Chenopodium* sp.) etc.

Din grupa alohore distingem următoarele aspecte:

- răspândirea buruienilor cu ajutorul vântului, numită anemohore, grupă din care fac parte buruieni din familia *Compositae*, la care semințele au „papus” care le ajută să zboare și să fie purtate de vânt pe distanțe mari (păpădia, albăstrița, susaiul etc.). Sunt și plante purtate de vânt ca plantă întregă prin rostogolire (ciurlanul – *Salsola kali* sp. *ruthenica*);

- răspândirea buruienilor cu ajutorul apei – hidrohore – ale căror semințe sunt transportate de apă (costreiu orezar – *Echinochloa phyllopogon*) sau cu apa de irigații cu care se poate transporta orice fel de semințe care se găsesc în lacuri, canale de irigație, râuri sau alte surse de apă;

- răspândirea buruienilor cu ajutorul animalelor – zoothore. Aceste semințe de buruieni prezintă adaptări cu ajutorul cărora se prind de animale

(cârliche, ace, țepi etc.). Exemple: cornuți (*Xanthium* sp.), turița (*Galium aparine*), dentița (*Bidens* sp.) etc. Tot aici intră și buruienile ale căror semințe sunt adunate în cuiburile de animale rozătoare, hârciogii și șoareci de câmp (*Cricetus* sp.) numite „mișune”, în care adună cantități mari de inflorescențe de mohor (*Setaria* sp.), costrei (*Sorghum halepense*), mohor lat (*Echinochloa crus-galli*), cânepă sălbatică (*Cannabis* sp.) etc.;

- răspândirea cu ajutorul omului – antropohore. Semințele de buruieni sunt transportate de om cu ajutorul semințelor plantelor cultivate – semințe necondiționate, neselectate etc.

d) *Clasificarea după modul de procurare a hranei.* După modul de hrănire, buruienile se împart în trei grupe: autotrofe, semiparazite și parazite.

Buruienile autotrofe au clorofilă și își procură și sintetizează singure hrana. În această grupă se găsesc marea majoritate a buruienilor care infestază culturile agricole.

Buruienile semiparazite au clorofilă și se pot hrăni și autotrof, dar cel mai bine se dezvoltă când parazitează alte plante de la care absorb apa și substanțele nutritive. Aceste buruieni își fixează organele de sugere, numite haustori, în vasele lemnoase ale plantei gazdă. Exemplu avem ciormoiagul/grâul prepeliței (*Melampyrum arvense*), clocoticiul (*Rhinanthus rumelicus*), dințura (*Odontites rubra*), specii ce se găsesc în special pe pajiștile naturale.

Buruienile parazite nu posedă clorofilă, deci nu sunt capabile să-și sintetizeze hrana. Ele își procură hrana de la plantele pe care le parazitează, în care pătrund organe speciale de sugere numite haustori. Cele mai cunoscute și mai păgubitoare sunt: cuscuta (*Cuscuta* sp.) care parazitează tulpinile plantelor de cultură (legume, trifoi, lucernă etc.) și lupoaia (*Orobancha* sp.) care parazitează pe rădăcini unele legume, floarea soarelui, tutun etc.

Plantele autotrofe se clasifică și în funcție de alte particularități morfo-biologice, cum sunt: numărul de cotiledoane, durata vieții, cerințe față de temperatura de germinație, umiditate etc.

După numărul de cotiledoane (primele frunzulițe în perioada de vegetație) sau din compartimentarea seminței (endospermului) avem două mari grupe de buruieni: monocotiledonate și dicotiledonate.

Monocotiledonatele sunt plante care formează un cotiledon, iar *dicotiledonatele* sunt plante care formează două cotiledoane.

După durata vieții, distingem următoarele subgrupe:

- buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale – sunt acele buruieni care răsar, se dezvoltă și fructifică în același an agricol, după care mor (ex.: *Avena fatua* – odos, *Sinapis arvensis* – muștarul sălbatic etc.);

- buruieni monocotiledonate și dicotiledonate perene – sunt acele specii de buruieni care fructifică de mai multe ori în cursul vieții lor și anume, fructifică o dată în fiecare an (ex.: pirul gros – *Cynodon dactylon*, pălămida – *Cirsium arvense*, volbura – *Convolvulus arvensis* etc.);

- buruieni dicotiledonate bianuale (bienale), cu perioada de viață de doi ani - sunt specii de buruieni care în primul an răsar și cresc numai vegetativ, iar în al doilea an formează tulpini florifere, fructifică și mor ca *Daucus carota* (morcovul sălbatic), *Melilotus* sp. (sulfina), *Lappa major* (brusturele), *Conium maculatum* (cucuta).

Fiecare dintre aceste grupe mono și dicotiledonate anuale și perene formează subgrupe în funcție de particularitățile biologice, iar această clasificare prezintă cea mai mare importanță pentru fermier în luarea deciziei măsurilor de combatere (tabelul 8.8).

8.6.1 BURUIENI MONOCOTILEDONATE ANUALE

Această clasă cuprinde buruieni cu o singură generație în timpul vieții lor, durata de viață este de un singur an și se înmulțesc numai prin semințe. În această grupă distingem, după timpul când germinează semințele, trei subgrupe:

- a. Buruieni monocotiledonate anuale cu germinație primăvara timpuriu;
- b. Buruieni monocotiledonate anuale cu germinația primăvara târziu;
- c. Buruieni monocotiledonate anuale care pot ierna.

a) **Buruieni monocotiledonate anuale cu germinație primăvara timpuriu**

Acestea germinează și răsar la temperaturi scăzute și îmbruienează, în principal, culturile care se seamănă primăvara devreme, dar și cerealele și culturile semănate toamna. Aceste buruieni își prelungesc mai mult dezvoltarea și cea mai mare parte dintre ele ajung la maturitate odată cu planta cultivată pe care o infestază.

Tabelul 8.8

Clasificarea buruienilor după particularitățile biologice

I. Autotrofe	Monocotiledonate	1. anuale	germinație primăvara timpuriu germinație primăvara târziu care pot ierna
		2. perene	cu rizomi cu bulbi
	Dicotiledonate	1. anuale	efemere germinație primăvara timpuriu germinație primăvara târziu care pot ierna
		2. bienale	doi ani de viață
		3. perene	cu drajoni cu rizomi cu stoloni
	II. Heterotrofe	Semiparazite	
Parazite		1. pe tulpină 2. pe rădăcină	

Din această grupă distingem ovăzul sălbatic sau odosul (*Avena fatua*) și zâzania sau sălbăția inului (*Lolium temulentum*).

***Avena fatua* (ovăzul sălbatic sau odosul)** (figura 8.1). Face parte din familia *Poaceae*. Este răspândit în zonele mai umede ale țării, în Transilvania (în special în centrul și vestul acestei zone), în Moldova (mai ales în partea de nord-vest), în Banat, în partea de nord a Dobrogei și în zona subcarpatică. Produce pagube mari culturilor de ovăz, dar și de orz, grâu, in, mazăre, secară, cartof etc. Începe să dăuneze culturilor pe care le infestază când sunt mai mult de 2 - 4 plante de odos la m².

De obicei lanurile sunt infestate foarte puternic, ajungând până la 100 plante/m² și chiar mai mult, devenind practic o calamitate. Boabele de odos sunt dăunătoare animalelor, aristele și perișorii acestora provoacă iritarea și umflarea mucoasei bucale și a tubului digestiv, mai ales la cai și la bovine. Semințele de odos încep să germineze primăvara la temperaturi de 5 - 6 °C, dar pot germina pe tot parcursul anului. Cele care răsar toamna pier în timpul iernii. De obicei semințele de odos răsăr din stratul de sol de la adâncimea de 6 - 8 cm, însă pot germina și de la 20 cm adâncime dacă solul este bine aerat, datorită mezocotilului care se poate alungi foarte mult. În stadiile tinere nu se deosebește ușor de cerealele pe care le infestază. În stadiul de fructificare se deosebește ușor. Planta se aseamănă mult cu ovăzul, de unde și denumirea de ovăz sălbatic. Are rădăcină fasciculată, tulpină înaltă de 80 - 150 cm, inflorescența este un panicul. Se deosebește de ovăz prin paleele inferioare care sunt păroase la bază și au pe dos o arisă. Sămânța este o cariopsă și este îmbrăcată într-o palee de culoare brună-cafenie. O singură plantă de odos produce 400 - 600 semințe. Ajunge la maturitate fie înainte de recoltare infestând solul, fie odată cu planta cultivată infestând recolta, dar și solul. MMB este în jur de 23 grame.

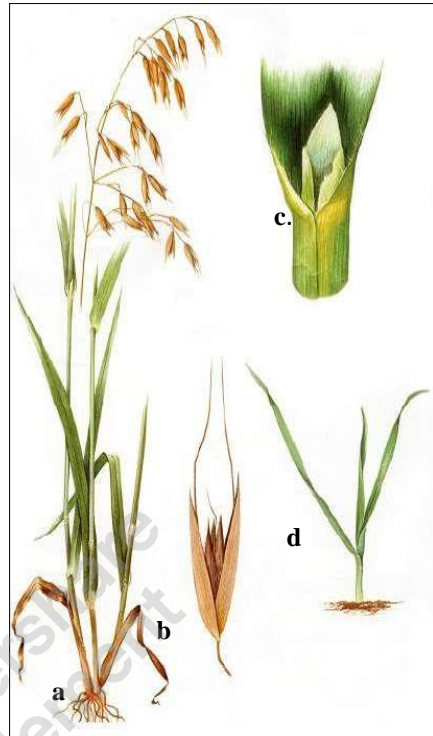


Figura 8.1 - *Avena fatua*
a. rădăcină; b. spiculeț; c. ligulă;
d. plantulă

Semințele pe panicul ajung la maturitate diferit, mai întâi vârful paniculului, apoi celelalte de la baza acestuia. Semințele își păstrează capacitatea de germinație în sol 3 - 5 ani și o mică parte până la 10 ani. Rădăcinile de odos secretă substanța care are un efect alelopativ asupra altor plante, inhibându-le germinația.

***Lolium temulentum* (zâzania sau sălbăția inului)** (figura 8.2). Face parte din familia *Gramineae*. Infestează în special culturile de cereale păioase, însă și plantele de nutreț. Rădăcina este fasciculată, cu tulpina înaltă până la un metru, inflorescența este spic cu spiculețe dispuse lateral. Fiecare plantă face 300 - 500 semințe. Înflorește și fructifică din iunie până în iulie - august. Fructul este o cariopsă cu lungimea de 4 - 5 cm, îmbrăcată în palei și glume. Palea inferioară este aristată.

Cariopsele decorticate se aseamănă cu boabele de secară. Își păstrează capacitatea de germinație până la 20 de ani. Este răspândită în special în zona forestieră. Dacă nu este combătută în perioada de vegetație a grâului și ajunge în semințele de grâu pentru panificație deteriorează calitățile de panificație ale acestuia.

Boabele de *Lolium temulentum* conțin un alcaloid puternic numit temulină, alcaloid ce este produs de o ciupercă care parazitează în boabe și în nodurile tulpinii. Poate provoca fenomene de intoxicație la om și animale, care se manifestă asupra creierului și la măduva spinării. Apar dureri de cap și de stomac, amețeli, tulburarea vederii, oboseală etc. Depistarea prezenței temulinei în făină se face turnând alcool peste făină. Aluatul format din amestecul de făină cu alcool devine verzui și capătă un miros urât. La animale, intoxicațiile cu temulină se întâlnesc mai ales la cai și bovine.

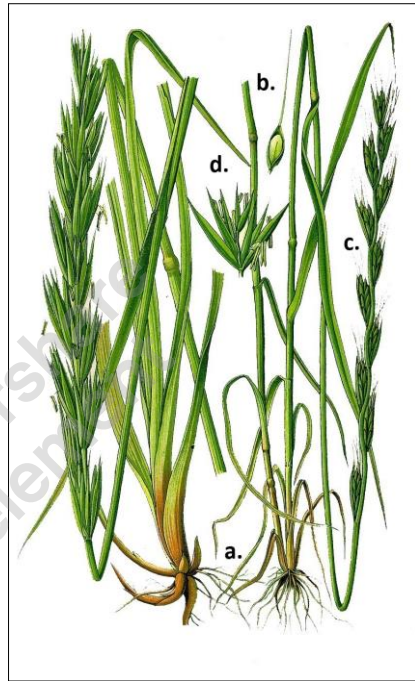


Figura 8.2 - *Lolium temulentum*
a. rădăcină; b. sămânță;
c. inflorescență spic; d. spiculeț

b) Buruieni monocotiledonate anuale cu germinație primăvara târziu

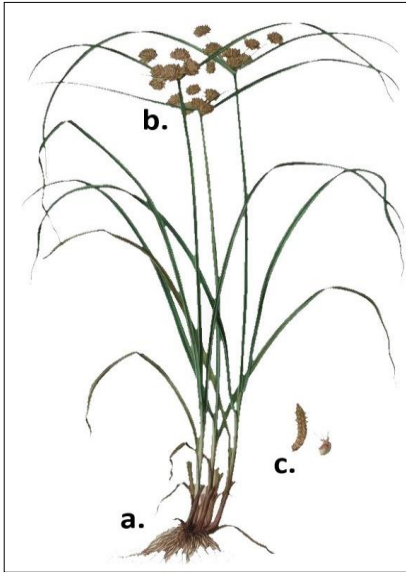


Figura 8.3 - *Cyperus difformis*

a. rădăcină; b. inflorescență;
c. semințe.

Aceste buruieni infestază în special culturile prășitoare, plantele legumicole, orezul, plantațiile de viță de vie, pomi, arbuști fructiferi și flori. Aceste buruieni germinează primăvara, după ce pământul s-a încălzit bine. Infestază atât recolta, cât și solul pentru că își prelungește vegetația și după recoltarea culturilor. Din această grupă de buruieni fac parte următoarele:

***Cyperus difformis* (părușca)** (figura 8.3). Este o plantă iubitoare de căldură (termofilă). Produce mari pagube în orezării, incintele inundate și terenurile cu exces temporar sau permanent de apă. Semințele germinează începând cu sfârșitul lunii mai și până toamna, tulpina

este dreaptă, trunchiată fără păr (glabră). Frunzele pornesc de la baza tulpinii. Inflorescența se găsește în vârful tulpinii și este formată din 3 - 10 glomerule inegal pedunculat. Este o plantă iubitoare de lumină (heliofilă). MMB este 0,0169 g. O plantă formează 4000 - 15000 semințe.

***Digitaria sanguinalis* (meișor)** (figura 8.4). Este o specie termofilă, dar și iubitoare de umiditate și de aceea este răspândită în toate culturile de prășitoare, mai ales în zonele mai calde din țară, cu precădere în sudul țării unde prezintă și importanță pentru combatere. Infestază și culturile de legume, mai ales culturile irigate. Semințele germinează primăvara târziu, când în sol se găsesc peste 20 °C, la



Figura 8.4 - *Digitaria sanguinalis*

a. rădăcină; b. tulpină cu frunze;
c. inflorescență.

adâncimea de 0,5-3 cm. O plantă formează peste 1500 - 3000 semințe, care se scutură ușor când ajung la maturitate, infestând solul. Tulpina este geniculată, uneori se întinde pe sol și de la noduri formează rădăcini adventive. Frunzele sunt liniare, cu o ligulă scurtă. Inflorescența este ramificată digitiformă și seamănă cu cea de la pirul gros, deosebindu-se prin aceea că pedunculii spiculețelor nu sunt egali pe spic.

***Echinochloa* sp. (mohor).** Din genul *Echinochloa* aduc pagube culturilor agricole speciile: *Echinochloa crus-galli* – mohorul lat sau iarba bărboasă, *Echinochloa oryzoides* – mohorul alb și *Echinochloa phyllopogon* – mohorul orezar.

***Echinochloa crus-galli* (mohorul lat)** (figura 8.5). Infestează toate culturile agricole, în special cele prășitoare, din toate zonele țării. Are tulpina sub formă de tufă laxă și poate ajunge la înălțimea de 0,5 - 2 m. Are o mare capacitate de înfrățire, formând o tufă cu 3 - 10 frați. Baza tulpinii este roșcată, iar frunzele sunt lipsite de ligulă. Inflorescența este un panicul răsfirat. Înflorește și fructifică din iunie până în septembrie. O plantă formează 200 - 10000 semințe. Aceste semințe germinează la un an de la diseminare și numai în straturile superficiale ale solului, 0 - 3 cm. În condiții de secetă germinează și răsare și de la 4 - 6 cm adâncime. Semințele își păstrează viabilitatea în sol până la 16 ani. Invadează culturile de pe terenurile reavene din lunci sau cele irigate, pe cele fertilizate cu îngrășăminte organice, cu prioritate culturile prășitoare, legumicole, lucerniere. Are o creștere rapidă, iar în condiții de umiditate optimă, chiar luxuriantă. Înăbușă și duce la compromiterea culturii.



Figura 8.5 - *Echinochloa crus-galli*
a. rădăcină; b. panicul; c. sete

Echinochloa oryzoides (**mohorul alb**) (figura 8.6). Este specia cea mai bine adaptată la condițiile de orezărie (inundare). Suportă straturi mari de apă (20-30 cm). Semințele germinează sub un strat de apă de 15 cm. Semințele nu au repaos germinal și răsar chiar în anul în care s-au format. Este asemănător cu mohorul lat. Se deosebește prin tulpina foarte puternică formată din 10 frați. Frunzele sunt lipite de ligulă și au nervura mediană a limbului albă. Inflorescența este panicul răsfirat cu spiculețe ale căror ariste sunt mult mai lungi (10-20 mm). Produce între 1000 și 12000 semințe care se scutură marea majoritate odată cu recoltatul, infestând recolta iar o mică parte dintre acestea ajung pe sol (1-5%). Este extrem de periculoasă pentru orezării și este considerată specie problemă și de carantină.

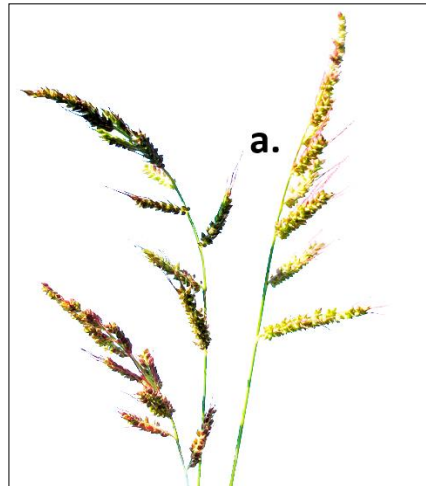


Figura 8.6 – *Echinochloa oryzoides*
a. inflorescență

Echinochloa phyllopogon (**mohorul orezar**). Se deosebește de specia *Echinochloa oryzoides* prin aceea că baza tulpinii este verde. Când este în fază de tânără plantulă se deosebește prin smocul de peri cafenii ce se află la baza frunzelor inferioare. Paniculul este adunat. Înfloreste în iulie - august. Semințele germinează în al doilea an de la formare, în stratul de 0-5 cm. Îngreunează recoltarea și produce mari pagube orezului. O plantă formează 5-25 frați, producând 1000-12000 semințe. Semințele sunt transportate dintr-o solă în alta cu ajutorul apei – este deci hidrohoră.

Setaria sp. (**mohor sau mei păsăresc**) (figura 8.7). Genul *Setaria*, sub denumirea de mohor cuprinde trei specii importante pentru agricultură și anume: *Setaria glauca* – mohor, *Setaria viridis* – mohor verde și *Setaria verticillata* – mohor agățător. Sunt specii anuale din familia *Gramineae*, cu o mare plasticitate. Semințele germinează

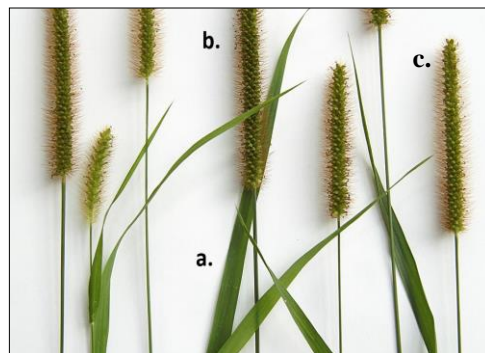


Figura 8.7 - *Setaria sp.*
a. segment de frunză; b. inflorescențe;
c. sete

primăvara târziu, când în sol sunt peste 15 °C, în stratul 1-5 cm.

Crește încet la începutul perioadei de vegetație, dar după faza de 8 cm înălțime creșterea este foarte rapidă. După opt săptămâni de la răsărire începe procesul de înfrățire.

Inflorescența este un panicul spiciform. Spiculețele au la bază sete (peri) ale căror caracteristici imprimă numele de „*glauca*”, „*viridis*” și „*verticilata*”. Înălțimea plantelor este 25 - 70 cm. O singură plantă produce câteva mii de semințe (cariopse) a căror viabilitate este de aproape 10 ani, însă poate ajunge uneori până la 50 ani. Înfloresțe și fructifică din luna iunie până în luna septembrie. Dacă este tăiat sau secerat, mohorul lăstărește și fructifică din nou. Are o foarte mare plasticitate. Infestază toate culturile agricole din toate zonele țării. Între cele trei specii sunt următoarele caracteristici distincte:

***Setaria glauca* (mohor galben)** (figura 8.8).

Inflorescența este panicul spiciform de culoare galbenă-ruginie, neîntrerupt la bază. Fiecare ramură laterală este prevăzută cu câte un spiculeț. Setele de la baza spiculețului sunt galbene și au dințișorii îndreptați în sus. Sămânța este de culoare galbenă, brunie sau violetă.

Se întâlnește pe toate tipurile de sol, dar mai ales pe cele aerate, reavene, irigate, bogate în substanțe nutritive. Se dezvoltă în toate culturile, dar îndeosebi în cele prășitoare. În culturile de cereale păioase, în perioada de vegetație, plantele de mohor, datorită lipsei de lumină, nu fructifică și rămân mici (pitice). După recoltarea cerealelor, pe miriști se dezvoltă foarte repede, astfel că până în toamnă fructifică.

***Setaria viridis* (mohor verde)** (figura 8.9). Se deosebește prin culoarea verde a setelor de la baza spiculețelor, cu dinții îndreptați în sus, ceea ce dă spiculețului o nuanță verde. Sămânța este de culoare albicioasă-galbenă. Limbul frunzei este aspru-păros pe ambele fețe și pe margini. Este mai rezistent la secetă și ca atare este răspândit mai ales în zonele de sud ale țării, în special în culturile de prășitoare.



Figura 8.8 - *Setaria glauca*
a. rădăcină; b. inflorescență (spic)

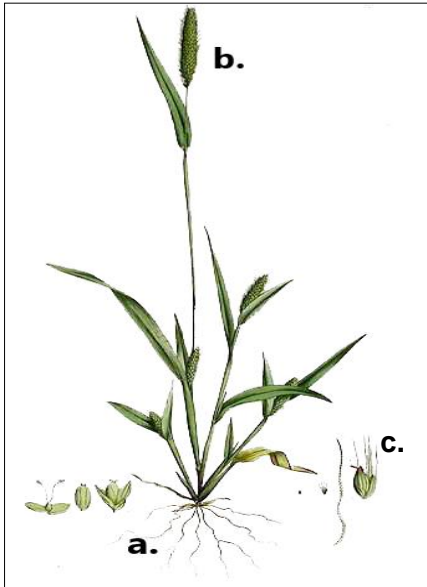


Figura 8.9 - *Setaria viridis*
a. rădăcină; b. spic; c. sămânță

Sunt gazde foarte bune pentru mulți agenți patogeni, virusuri și dăunători ai plantelor de cultură. Dacă mohourile ajung în nutrețuri, setele acestora produc inflamarea mucoaselor tubului digestiv la animale (setele se înfig în mucoasa stomacului), mai ales la bovine.

c) Buruieni monocotiledonate anuale care pot ierna

În această grupă se găsesc buruienile anuale care germinează și toamna (mai ales în culturile de cereale păioase), caz în care pot ierna sub formă de tânără plantulă. Speciile din această grupă pot germina însă și în culturile de primăvară.

Setaria verticillata (mohor agățător) (figura 8.10). Paniculul este alcătuit din spiculețe dispuse în verticilii.

Fiecare spiculeț este prevăzut cu câte 2 sete verzi, cu dinții îndreptați în jos. Culoarea spicului este verde. Are frunze aspre și păroase. Setele acestei specii se pot agăța foarte ușor.

Toate speciile de mohor invadează toate culturile agricole și în principal, prășitoarele, culturi la care vor diminua mult producțiile dacă nu sunt combătute.



Figura 8.10 - *Setaria verticillata*
a. rădăcină, tulpina cu frunze;
b. spic; c. spiculeț cu sete agățătoare

***Apera spica-venti* (iarba vântului)** (figura 8.11). Este o specie din familia *Poaceae* (*Gramineae*), care germinază de regulă toamna, dar și primăvara devreme. Are rădăcina fasciculată, care poate ajunge în sol până la 50 - 60 cm adâncime și o tulpină de 40 - 150 cm înălțime. Inflorescența este panicul de 10 - 35 cm lungime, fiecare spiculeț este prevăzut cu câte o aristă. Fructul este o cariopsă, care rămâne învelită în palee. MMB = 0,12 g. Semințele își păstrează viabilitatea în sol 1 - 2 ani. Este prezentă în special în zona colinară din vestul țării, unde s-au identificat peste 100 - 500 plante/m². În prezent este întâlnită și în alte zone cu soluri ușoare, acide, podzoluri sau soluri brune. Germinază numai semințele care se găsesc în stratul superficial de sol de 0 - 0,5 cm adâncime și numai dacă acesta are umiditate suficientă. Temperatura minimă de germinație este de 2 °C. O plantă se prezintă sub formă de tufă formată din 10 - 12 frați, care la maturitate vor forma 600 - 12000 de semințe, care se răspândesc foarte ușor cu ajutorul vântului (de unde și denumirea). Maturarea semințelor și răspândirea acestora pe sol are loc cu puțin timp înainte de recoltat. În ultima perioadă a devenit o adevărată calamitate pentru culturile de cereale păioase. Este o buruiană foarte periculoasă și păgubitoare.

***Bromus secalinus* (L.) (obsiga secarei)** (figura 8.12). Face parte din familia *Poaceae* (*Gramineae*), germinază toamna, înfrățește, se iarovizează în timpul iernii, iar primăvara se dezvoltă în lanurile de cereale

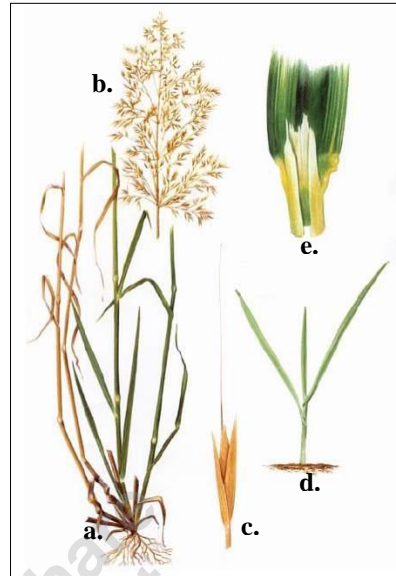


Figura 8.11 - *Apera spica-venti*
a. rădăcină; b. panicul; c. spiculeț;
d. plantulă; e. ligulă

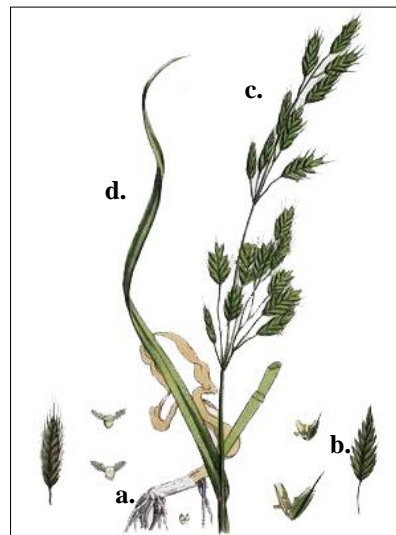


Figura 8.12 - *Bromus secalinus*
a. rădăcină; b. spiculeț;
c. inflorescență; d. frunză

păioase. Tulpina plantei ajunge la 1 m înălțime, înflorește și fructifică în lunile mai - iunie. Se recunoaște ușor după mărimea spicelor la care paleile sunt prevăzute cu ariste lungi. Semințele germinează eșalonat în sol de la o adâncime de 12 cm. Făina obținută din grâu amestecat cu cariopse de obsiga secarei, devine negricioasă și cu gust specific, practic neutilizabilă. Pâinea consumată produce tulburări gastrice, se digeră greu și produce amețeli la om și animale.

8.6.2 BURUIENI MONOCOTILEDONATE PERENE

Această grupă are două subgrupe și anume:

- a. Buruieni monocotiledonate perene cu rizomi și stoloni;
- b. Buruieni monocotiledonate perene cu bulbi.

a. Buruieni monocotiledonate perene cu rizomi

Buruienile din această grupă fac tulpini subterane, numite rizomi, formate din noduri și internoduri. La fiecare nod se găsesc numeroși muguri din care, prin lăstărire se vor forma noi plante. Înmulțirea vegetativă la aceste specii este foarte puternică, ceea ce face ca buruienile din această grupă să fie extrem de periculoase și greu de combătut. Combaterea acestor buruieni se constituie în operații, așa-numite de „investiții”, deoarece efectul lor benefic după combatere se manifestă timp de 4-5 ani.

Agropyron repens,
Elymus repens (pirul târâtor)
(figura 8.13). Face parte din familia *Poaceae* (*Gramineae*). Se înmulțește prin semințe, dar și prin mugurii de pe rizomi. Mugurii se găsesc la nodurile

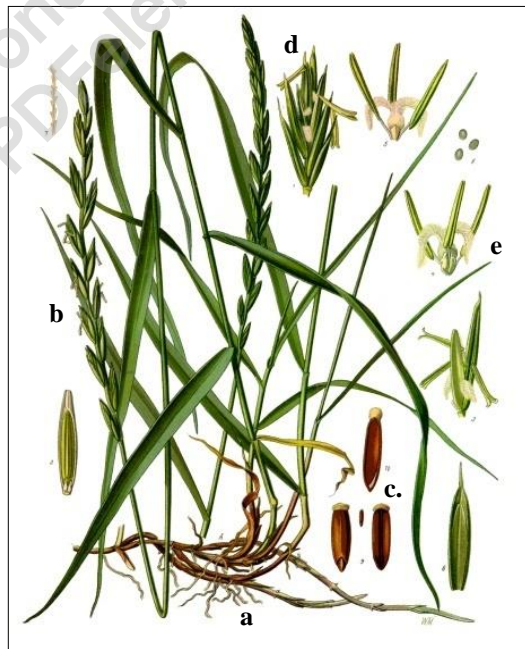


Figura 8.13 - *Agropyron repens*
(*Elymus repens*)

- a. rădăcină stolon; b. inflorescență spic;
- c. semințe; d. spiculeț; e. inflorescență

rizomilor, în sol, la o adâncime de 10 - 12 cm, mai adânc sau mai la suprafață, în funcție de starea de afânare a solului. Este o buruiană extrem de lacomă, crește și se dezvoltă cu mare repeziciune, înăbușind culturile. Are o capacitate de înmulțire extraordinară. Mult timp, a fost numită „dușmanul numărul 1 al agriculturii” (10) datorită greutății în combaterea acestuia. Pirul se înmulțește foarte ușor și prin semințe. Fiecare inflorescență, care este un spic, formează 75-150 de semințe iar o tufă de pir formează peste 1200 semințe. Semințele sunt cariopse învelite în palei și glume, care germinează în stratul superficial al solului. De la o adâncime mai mare de 7 cm nu mai germinează. Longevitatea semințelor de pir este foarte mare, peste 56 ani. Longevitatea rizomilor este mult mai mică, aceștia fiind vii atâta timp cât își păstrează turgescența. Rizomii sunt rezistenți la ger, dar mor dacă sunt expuși la uscăciune și ger, metodă utilizată încă pentru distrugere a pirului gros, numită „de epuizare”.

Plantele răsărite din sămânță nu fructifică în primul an, ci din anul al doilea. Înfloresțe și fructifică din luna iunie până în luna septembrie, când nu este deranjată. După 4-5 săptămâni de la răsărire plantele încep să înfrățescă, iar după alte 4-5 săptămâni încep să formeze primii rizomi. Rizomii se reînnoiesc anual, viabilitatea lor fiind de maxim 10-15 luni, după care mor.

În funcție de gradul de îmburuienare se pot găsi în sol de la câteva zeci de kg până la peste 3000 kg rizomi/ha substanță uscată, uneori și mai mult. Acești rizomi pot avea peste 200 milioane muguri/ha, din care pot apărea noi lăstari, deci noi plante. Mugurii sunt rezistenți la ger, dar sunt sensibili la uscăciune. Pirul târâtor preferă solurile ușoare, afânate și mai umede. Pe solurile grele, rizomii sunt scurți. Se înmulțesc foarte repede în culturile de câmp, cartof, vii, livezi, lucerniere.

Când au condiții optime, se înmulțesc foarte puternic și formează o țesătură deasă și continuă, ca o păslă de rizomi, luând complet apa și hrana plantelor cultivate, iar recolta este compromisă. Lucrările unilaterale de arat sau alte lucrări ale solului care contribuie la fragmentarea rizomilor în loc să-i stârpească, duc la răspândirea acestora. O altă pagubă provocată de pir este aceea că el contribuie la menținerea și răspândirea în lan a unor dăunători ca viermele sârmă (*Agriotes* sp.), a cărăbușului de mai (*Melolontha melolontha*), precum și a unor agenți patogeni. Pe terenurile în pantă, pe digurile canalelor sau pe terasamentele de cale ferată contribuie la fixarea acestora împotriva eroziunii. Această buruiană problemă este extrem de dăunătoare, de aceea și măsurile de combatere sunt destul de complexe și costisitoare.

***Bolboschoenus maritimus* (șovarul sau trosnitoare)** (figura 8.14).

Este o specie perenă cu stoloni și tuberculi mici, numeroși, aflați în stratul superficial al solului (8-15 cm). Se dezvoltă în special în orezării, fiind considerată cea mai dăunătoare buruiană din familia *Cyperaceae*, în special prin numărul mare de tulpini la m² (peste 400). Masa de stoloni și tuberculi depășește 1 - 20 t/ha, ca atare contribuie la scăderea drastică a producțiilor la cultura de orez. Tulpina este trunchiată și ajunge până la 30 - 70 cm înălțime. Organele vegetative sunt stolonii, care formează în vârful de creștere tuberculi sferici pe care se găsesc mugurii din care se formează noi tulpini aeriene. Un tubercul vechi de un an poate forma 30 - 50 noi tuberculi, care se răspândesc în jur pe o suprafață de 0,5 - 4 m². Tulpinile aeriene apar eșalonat în cursul perioadei de vegetație, cresc foarte rapid, între 3 și 6 cm/zi. Înflorirea durează din luna aprilie până în luna septembrie. O plantă formează între 200 și 1000 semințe.

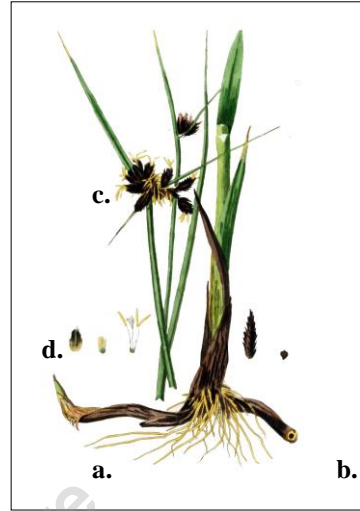


Figura 8.14 - *Bolboschoenus maritimus*

a. rădăcină; b. stolon;
c. inflorescență; d. semințe

***Cynodon dactylon* (pirul gros, iarba câinelui)** (figura 8.15). Face

parte din familia *Poaceae* (*Gramineae*). Rizomii sunt mai groși și cresc în sol la o adâncime mai mare de 18-22 cm, în funcție de gradul de afânare a solului. În solurile grele se găsește la 5-10 cm adâncime. Pirul gros se înmulțește și prin semințe care sunt răspândite de vânt, de apă sau de animale. O plantă de pir gros produce până la 2200 semințe (cariopse). Lungimea unei semințe este în jur de 1,5-1,6 cm. Tulpina aeriană ajunge la înălțimea de 25-35 cm. Inflorescența este un spic digitat (4 - 6 - 8 degete în inflorescență).

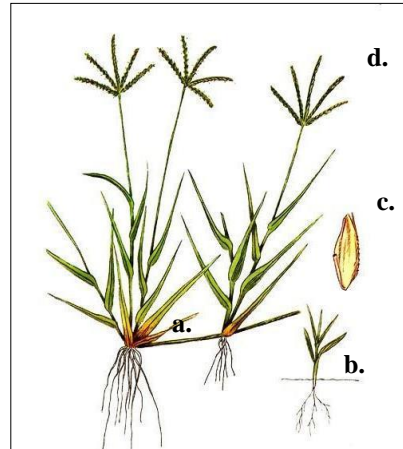


Figura 8.15 - *Cynodon dactylon*
a. rizom; b. plantulă; c. sămânță;
d. spic digitat

Pirul gros este răspândit în toată țara, dar mai ales în regiunile secetoase de stepă și silvostepă. În zonele de deal și subcarpatice preferă expozițiile sudice, însorite, mai acide și mai

uscate. Suportă nu numai seceta, ci și o alcalinitate și o salinitate moderată în sol. În solele pășunilor naturale îl găsim în asociație cu troscotul (*Polygonum aviculare*) și cu alte plante caracteristice. Se înmulțește cu repeziciune prin mugurii de la nodurile rizomilor, dar și prin semințe. Produce pagube mari în pajiști, lucerniere, culturile de pepeni, cartof și porumb, în viile pe rod și în plantațiile de pomi și vie. Este o buruiană problemă, de carantină și trebuie combătută cu mare atenție și energie. Produce pagube importante culturilor pe care le infestază.

***Sorghum halepense* (costreiu mare, bălăur, iarba de Alep)** (figura 8.16). Face parte din familia *Poaceae* (*Gramineae*). Este considerată

una din cele mai păgubitoare, periculoase și greu de combătut buruieni din țara noastră. Este termofilă și heliofilă. Este o plantă perenă cu rizomi și rădăcini adventive, care ajung până la 2 m adâncime. Este răspândit în zonele din sudul și vestul țării, în lunca îndiguită a Dunării, în Banat, în Oltenia, în Muntenia, în Dobrogea și în Moldova. Crește în culturile prășitoare, legumicole, pe marginea canalelor de irigație și a drumurilor. În culturile de cereale de toamnă această buruiană nu

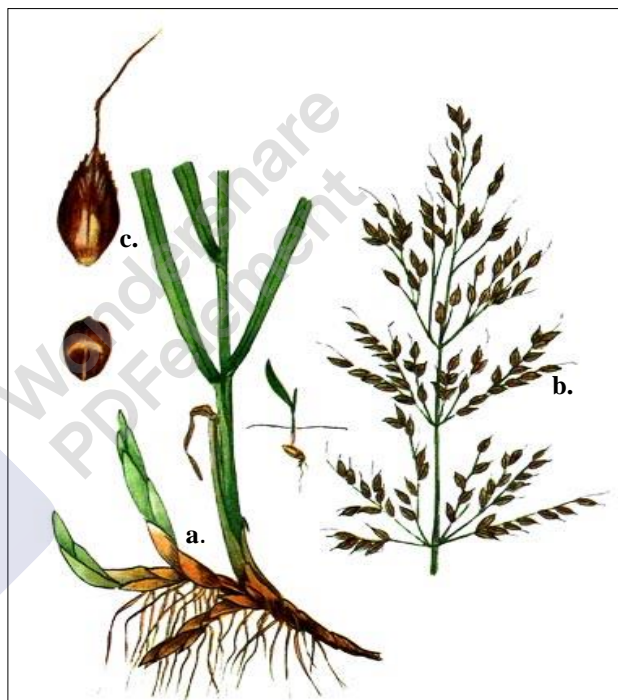


Figura. 8.16 - *Sorghum halepense*

a. rizom; b. inflorescență spic; c. sămânță cu aristă

se dezvoltă, deoarece nu găsește condiții favorabile. Dacă în culturile de cereale păioase vor găsi goluri, greșuri sau lanul este rar (densitate de plante mică/m²), această buruiană se dezvoltă foarte puternic. Numai greșelile agrotehnice fac ca această buruiană să se dezvolte în culturile de cereale păioase.

Tulpina este cilindrică, viguroasă și ajunge până la 1 - 2 m înălțime, uneori peste 2,5 m. Se înmulțește puternic pe cale vegetativă (prin mugurii de pe rizomi), dar și prin semințe. Semințele încep să germineze la temperaturi mai mari de 14 °C (sub această temperatură nu germinează), chiar de la adâncimi mai mari de 15 - 20 cm. Lumina influențează pozitiv germinarea semințelor aflate în straturile superficiale de 0 - 5 cm. Procesul de germinare se petrece pe tot parcursul verii. Cea mai mare masă de rizomi se găsește în stratul de sol de 10 - 25 cm, însă mulți rizomi se pot găsi și la peste 40 cm adâncime.

După germinare, când se dezvoltă a doua frunză, apar rădăcinile adventive, iar în faza apariției frunzei a patra și a cincea, apar și se dezvoltă primii rizomi, numiți „rizomi primari”. După circa două luni de la răsărire apar rizomii secundari, fază în care planta este formată din 7 - 12 frați. Din mugurii de pe rizomi pot apărea noi plante.

În timpul înfloritului se formează rizomii de iernare (rizomi de rezervă), situați în straturile adânci ale solului. La suprafața de 1 m² lungimea rizomilor depășește 4 - 6 m, iar la o îmburuienare puternică lungimea totală poate fi până la 20 - 25 m, cu un total de 1000 - 2000 muguri/m² (3). Rizomii de iernare (de rezervă) formează ramificații care se ridică la suprafața solului în primăvara anului următor, formând noi tulpini. În acești rizomi se acumulează cantități mari de substanțe nutritive de rezervă și sunt supranumiți „rizomi mamă”. Dacă prin lucrările agrotehnice (arat, cizel etc.) rizomii primari sau secundari sunt distruși, acești rizomi-mamă vor rezista, datorită adâncimii mari la care se găsesc în sol, din care se vor dezvolta noi plante. După epuizarea substanțelor de rezervă acești rizomi mor.

Inflorescența este un panicul și formează între 2000 și 6000 semințe (cariopse). Dacă este consumat în stare proaspătă, este toxic pentru animale. De aceea, se recomandă în hrana animalelor după ce a stat 1 - 2 zile la uscat. Plantele de costrei sunt purtătoare de agenți patogeni comuni culturilor de porumb sau cartof. Combaterea acestei buruieni problemă este extrem de laborioasă, de aceea trebuie tratată cu mare seriozitate. Combaterea acestei buruieni este considerată o investiție pentru că distrugerea ei este benefică 3 - 4 ani pentru culturile postmergătoare, dacă se respectă corect tehnologia.

***Leersia oryzoides* (orez sălbatic)** (figura 8.17). Face parte din familia *Poaceae* (*Gramineae*). Este o plantă perenă cu rizomi subțiri, lungi și fistuloși situați în stratul de sol de 0 - 15 cm (7). Tulpina are 30 - 200 cm și este aspru-păroasă. Inflorescența este un panicul, cu spiculețe uniflore, lipsite de glume. Este răspândită în toate orezăriile. Semințele sunt transportate cu apa de irigat. Germinează la temperaturi de peste 20 °C din stratul de sol de 0 - 3 cm, chiar și când stratul de apă de deasupra este de 5 cm. Dintr-o plantă provenită dintr-o sămânță, într-un an se formează rizomi cu lungimea de peste 1 m.

O plantă poate forma 15 - 24 de frați, cu o lungime a rizomilor de 10 m. Sub apă plantele de orez sălbatic cresc greu, iar dacă stratul de apă este menținut 10 - 15 zile, tinerele plante mor. Înfloresțe în ultima decadă a lunii august, fiecare plantă formând între 300 și 2500 semințe. Se combate destul de greu.

***Juncus inflexus* (pipirig sau țipirig)** (figura 8.18). Plantă perenă din familia *Cyperaceae*, care crește și se dezvoltă în locuri foarte umede, pe marginea bălților, lacurilor, canalelor de irigație etc.

Planta are în sol un rizom gros din care pornesc tulpini aeriene. Înălțimea plantei este de 50 - 90 cm. Tulpina este subțire, cu diametrul de 2 - 3 mm. Inflorescența este laxă, fructul este o capsulă triloculară lucioasă.

Semințele sunt mici, de 0,5 mm diametru. Nu se dezvoltă în culturile agricole.

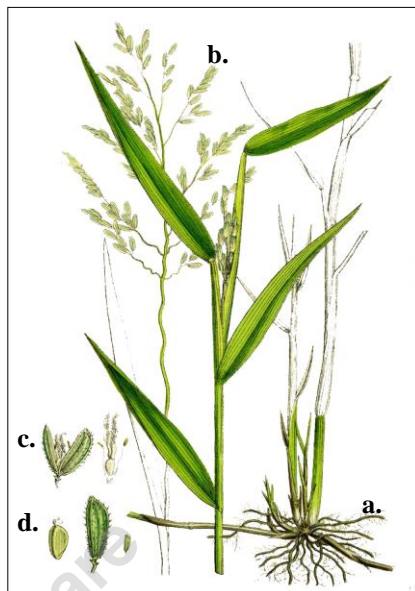


Figura 8.17- *Leersia oryzoides*
a. rădăcină; b. inflorescență;
c. spiculeț; d. semințe

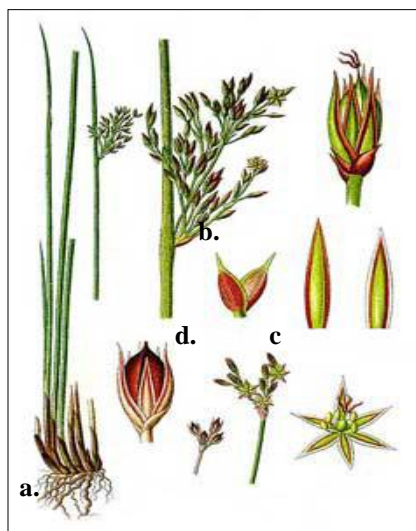


Figura 8.18 - *Juncus inflexus*
a. rizom; b. inflorescență;
c. spiculeț; d. sămânță

***Phragmites communis* (trestia sau stuful)** (figura 8.19). Buruiană perenă din familia *Poaceae* (*Gramineae*), tribul *Arundineae*, cu rizomi subterani viguroși, lungi de câțiva metri. Tulpinile aeriene sunt foarte înalte, până la 1 - 3 m și puternic lignificate. Frunzele au lobul plan, lat de 1,5 - 3 cm, pe fața superioară fără păr. Marginile frunzelor sunt tăioase. În loc de ligulă se găsește o îngroșare slab păroasă. Inflorescența este panicul mare (20 - 60 cm), dens și erect. Trestia este o plantă hidrofilă foarte comună prin mlaștini, bălți, ocupând suprafețe întinse în Delta Dunării. Poate fi higrofită, întâlnindu-se ca buruiană foarte dăunătoare în culturile din lunci, sau pe alte terenuri cu apa freatică aproape de suprafață. Este greu de combătut datorită rizomilor. O plantă poate produce circa 12000 semințe.

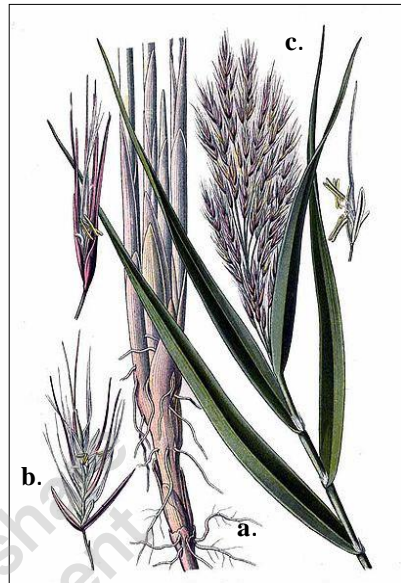


Figura 8.19 - *Phragmites communis*
a. rizom; b. spiculeț; c. panicul

***Typha latifolia* (papura lată)** (figura 8.20). Face parte din familia *Typhaceae*. Plantă perenă cu rizomi târători groși, cu muguri ce pot forma noi plante. Tulpina aeriană nu are noduri. Inflorescența este un spic compact, cilindric, care formează peste 30000 - 220000 semințe.

Fiecare sămânță este prevăzută cu un smoc de perișori care-i favorizează răspândirea cu ajutorul vântului (anemofile) la distanțe mari.

Infestează lacurile, canalele de irigații și de desecare, bălțile, terenurile joase, crovurile etc. Se dezvoltă doar în zone cu exces de umiditate permanent.

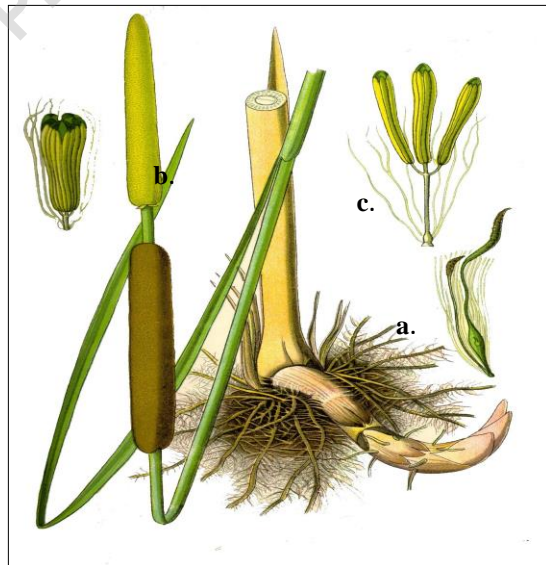


Figura 8.20 - *Typha latifolia*
a. rizom; b. spic compact; c. sămânță cu papus

b. Buruieni monocotiledonate perene cu bulbi

Gagea arvensis* (ceapa ciorii)** (figura 8.21). Face parte din familia *Liliaceae*. Se înmulțește prin semințe și prin bulbilii ce se formează din bulbul principal și care apoi se despart de acesta. Are o perioadă de vegetație scurtă, înflorește și fructifică primăvara în lunile martie-aprilie, apoi organele aeriene dispar. Planta intră într-o perioadă de repaus și nu mai poate fi combătută prin măsurile agrotehnice de arat din timpul verii. Este o plantă efemeră. Sub această denumire de ceapa ciorii se mai cunosc speciile ***Ornithogalum umbellatum și ***Muscarii sp.***, cunoscute tot ca specii efemere. Nu produc pagube mari culturilor agricole. Se pot distruge prin realizarea și menținerea unei rotații adecvate.

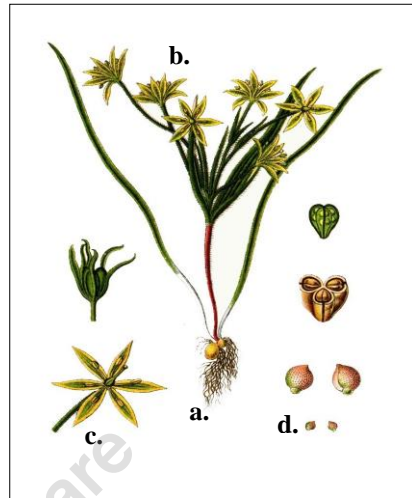


Figura 8.21 - *Gagea arvensis*
a. rădăcină; b. inflorescență;
c. floare; d. semințe

***Colchicum autumnale* (L.) (brândușa de toamnă)** (figura 8.22). Face parte din familia *Liliaceae*. Plantă perenă având în sol bulbo-tubercul brun-negricios, cu rădăcini adventive fasciculate. Floarea este formată din tepale care condesc la bază într-un tub lung de 20 - 25 cm, care se prelungește în pământ până la bulbo-tubercul. Înflorește toamna în septembrie - octombrie, iar în timpul înfloritului frunzele sunt absente. Floarea este de culoare violacee, roz-liliachie. Crește și se dezvoltă mai ales în pajiștile din zona de deal și de munte și rar la câmpie. Toate părțile plantei sunt toxice, mai ales semințele, datorită alcaloidului colchicină. Acest alcaloid se folosește în cercetările de genetică și medicină. Este o specie dăunătoare, datorită toxicității.

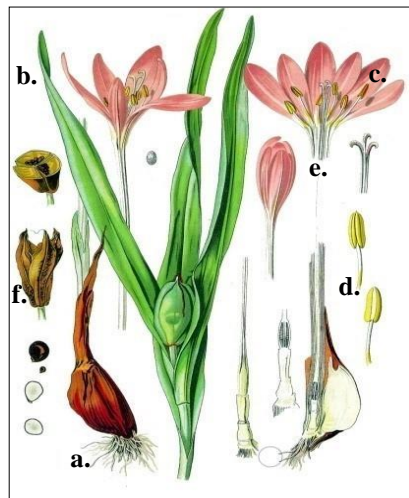


Figura 8.22 - *Colchicum autumnale*
a. bulb cu rădăcină; b. frunză; c. floare;
d. stamine; e. pistil; f. semințe

8.6.3 BURUIENI DICOTILEDONATE ANUALE

Din această grupă fac parte buruieni care se înmulțesc prin semințe și au o singură generație. Marea majoritate sunt anuale, deci durata de viață este de cel mult un an. Sunt câteva specii care au nevoie de doi ani pentru a fructifica și a produce semințe. Aceste specii se numesc bienale, adică în primul an cresc vegetativ, iar în al doilea an își formează tulpina floriferă, fructifică, fac semințe și apoi mor.

Această grupă formează, la rândul ei, 5 subgrupe de buruieni:

- A. Buruieni dicotiledonate anuale efemere;
- B. Buruieni dicotiledonate anuale care germinează primăvara timpuriu;
- C. Buruieni dicotiledonate anuale care germinează primăvara târziu;
- D. Buruieni dicotiledonate anuale care pot ierna;
- E. Buruieni dicotiledonate anuale de toamnă și bienale.

A. Buruieni dicotiledonate anuale efemere

Au perioada de vegetație scurtă, de 45 - 60 zile. Pot avea una sau două perioade de îmburuienare, primăvara și toamna. Caracteristic este că germinează și ajung la maturitate înaintea culturilor agricole.

Stellaria media (rocoină) (figura 8.23). Specie din familia *Caryophyllaceae*, întâlnită frecvent în toate zonele din țară, inclusiv în stepa dobrogeană și Câmpia Română. Are o perioadă de vegetație scurtă din care cauză este încadrată în categoria buruienilor efemere. Infestează culturile de cereale păioase, prășitoare, trifoliene, vii și pomi fructiferi. Este mai frecventă pe solurile bogate în calciu și foarte rar pe podzoluri. Tipic pentru această specie, în anii favorabili se dezvoltă foarte puternic, ca „o pătură”, acoperind totul în jurul lor, între rânduri sau pe rând.

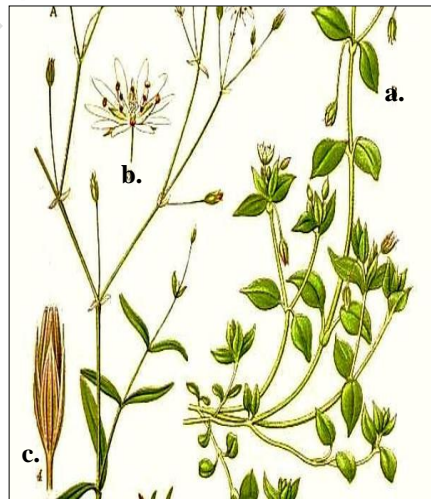


Figura 8.23 - *Stellaria media*
a. tulpină cu flori; b. floare; c. sămânță

Rădăcina este superficială (8 - 12 cm), cu tulpini subțiri ramificate, târâtoare sau ascendente, de 5 - 45 cm lungime. Frunzele sunt mici, câte două la fiecare nod iar florile sunt albe.

La un hectar poate forma o cantitate de masă verde de 13 - 24 tone. Se înmulțește prin semințe, dar în condiții favorabile poate regenera din mugurii de la baza tulpinilor târătoare. Semințele germinează la 2 °C și numai din stratul superficial de 0,1 cm. Sub adâncimea de 2 cm nu germinează. Fructele sunt capsule care conțin 250 - 1500 semințe. Este o buruiană foarte lacomă, pentru o tonă de substanță uscată planta extrage din sol cantități mari de elemente nutritive – 28 kg N, 39 kg P₂O₅ și 23,3 kg K (3). Dacă dezvoltarea acestei buruieni este puternică, aceasta reprimă dezvoltarea speciilor *Convolvulus arvensis* – volbura și *Calystegia sepium* – cupa vacii (3). Semințele pot germina și în anul formării lor și își păstrează viabilitatea timp de 10 - 60 ani.

Veronica hederifolia (șopârlită, doritoare) (figura 8.24). Face parte din familia *Scrophulariaceae*. Este frecvent întâlnită în toate zonele din țară. Infestază în special cerealele păioase, plantațiile de vii, livezi și, mai rar, culturile de prășitoare.

Planta se dezvoltă primăvara devreme pe terenurile nearate din toamnă sau nelucrate. Are tulpina ramificată și târătoare. Frunzele sunt late, lobate, păroase. Florile sunt liliachii-

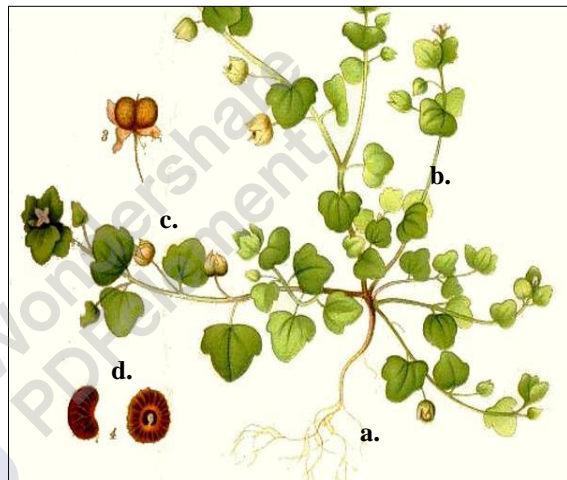


Figura 8.24 - *Veronica hederifolia*

a. rădăcină; b. tulpină târătoare;
c. floare; d. semințe

albăstrui așezate la subsuoara frunzelor pe pedunculi lungi. Semințele germinează la adâncimea de 1 - 2 cm la temperaturi de 2 - 3 °C. O plantă formează în jur de 100 - 1760 semințe cu MMB = 2,2 - 3 g (6). Din această familie mai fac parte următoarele specii: *Veronica arvensis* – șopârlită de câmp, *Veronica persica* – ventrlică, *Veronica polita* – șopârlită lucitoare, *Veronica verna*, *Veronica triphyllos* ș.a.

Erodium cicutarium (pliscul cucoarei sau ciocul berzei) (figura 8.25). Face parte din familia *Geraniaceae*. Semințele germinează primăvara devreme și au o vegetație foarte scurtă (efemeră). Tulpina este târătoare, întinsă pe pământ, acoperită cu peri. Florile sunt roșii-violacee. Fructele sunt

lungi până la 5 cm. Semințele au o longevitate mare. Formează între 200 și 1600 semințe. Infestează în special culturile de cereale păioase, pajiști, terenuri necultivate etc. Își scutură semințele cu mult timp înainte de recoltare.

Lamium amplexicaule (sugulul sau urzica moartă) (figura 8.26) Face parte din familia *Labiatae*. Se întâlnește în toată țara de la câmpie până la regiunile montane. Infestează diferite culturi de câmp: cereale, prășitoare, lucerniere și plantații de vii. Are rădăcină pivotantă și subțire. Tulpina este tetramuchiata și ramificată, înaltă de 50 - 120 cm. Frunzele de la bază sunt pețiolate, iar cele superioare sunt sesile și amplexicaule. Florile sunt dispuse în cime și au corola roz-cenușie-purpurie și sunt dispuse în veticile depărtate între ele. O plantă formează între 100 și 1800 semințe (MMB = 2 - 2,5 g). Din aceeași familie face parte și *Lamium purpureum* – urzica moartă.

Holosteum umbellatum (cuișorița) (fig. 8.27). Face parte din familia *Caryophyllaceae*.

Este o plantă mică, cu flori albe-roz, cu petalele mai lungi decât caliciul. Pedunculii floriferi atârnă, dar după fructificare devin erecți.

Este efemeră, crește și se dezvoltă în toate culturile agricole.

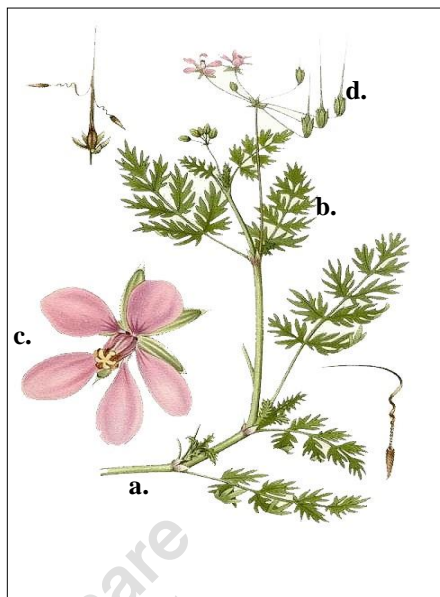


Figura 8.25 - *Erodium cicutarium*
a. tulpină; b. frunze; c. floare; d. semințe

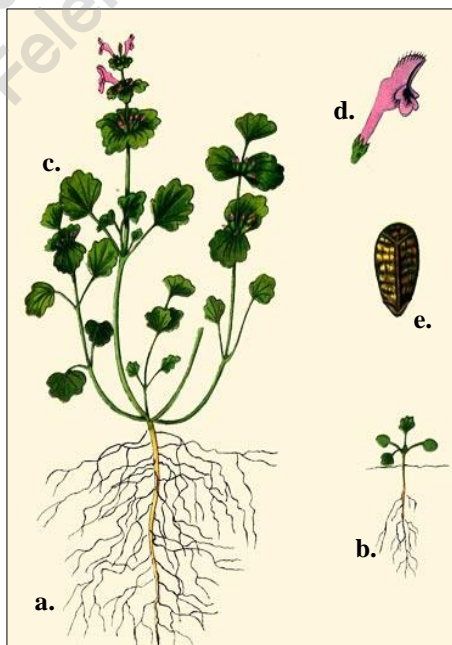


Figura 8.26 - *Lamium amplexicaule*
a. rădăcină; b. plantulă; c. tulpină cu flori; d. floare; e. sămânță

***Draba verna* (flămânzica)** (figura 8.28). Face parte din familia *Cruciferae*. Este o buruienă pitică, efemeră, printre primele care apar primăvara. Frunzele sunt întinse la baza tulpinii sub formă de rozetă.

Tulpina ramificată este de 10 - 15 cm înălțime. Formează numeroase semințe. Apare frecvent în culturile de cereale și pe terenurile arate primăvara foarte devreme. Ajunge la maturitate cu mult înainte de recoltarea cerealelor.

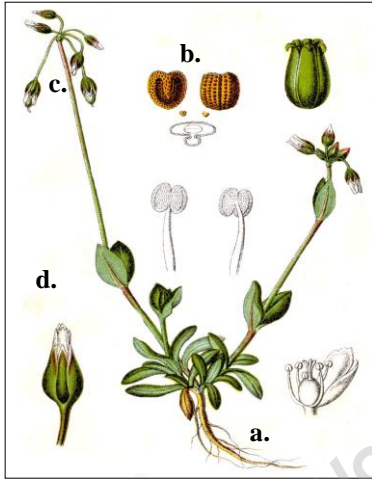


Figura 8.27 - *Holosteum umbellatum*

a. rădăcină; b. semințe;
c. inflorescență; d. floare

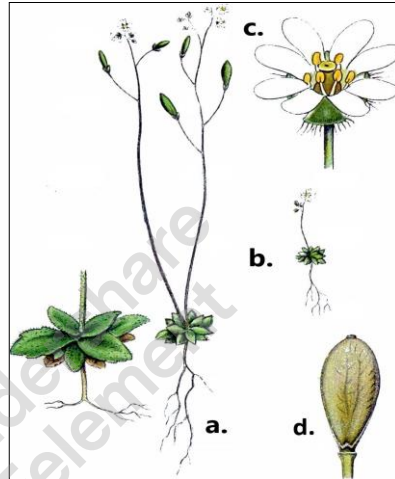


Figura 8.28 - *Draba verna*

a. rădăcină; b. plantulă;
c. inflorescență; d. sămânță

B. Buruieni dicotiledonate anuale care germinează primăvara timpuriu

Tipic pentru aceste specii de buruieni este faptul că germinează primăvara și ajung la maturitate cu puțin înainte sau odată cu plantele de cultură, impurificând suprafețe întinse și îngreunând lucrările de recoltare. În anumite condiții pot germina și toamna, dar în timpul iernii sunt distruse (degeră) de temperaturile scăzute.

***Adonis aestivalis* (cocoșei de câmp sau rușcuță)** (figura 8.29). Face parte din familia *Ranunculaceae*. Are tulpina de 20 - 50 cm înălțime. Înflorește și ramifică în mai - iunie.

Face o floare roșie-cărămizie sau portocalie, foarte frumoasă și fructifică în mai - iunie. Infestează culturile de cereale. Când apare în masă trebuie combătută cu severitate deoarece este toxică.

Conține cantități mari de glicozizi, folosiți în industria farmaceutică, având proprietăți calmante. Animalele nu o consumă, o ocolesc. În zona de sud crește și specia *Adonis vernalis*, care se deosebește prin florile galbene-aurii lucioase.

***Brassica* spp. (muștar negru sau rapiță).** Din genul *Brassica* la noi în țară mai întâlnite sunt speciile: *Brassica nigra* – muștar negru și *Brassica campestris* – rapiță sălbatică.

***Brassica nigra* (muștarul negru)** (figura 8.30). De regulă este plantă cultivată, dar apare în culturi și sub formă sălbatică (de buruiană).

Face parte din familia *Cruciferae*. Talia plantei este de 100 - 200 cm, robustă, ramificată, formând tufe mari.

Frunzele sunt păroase, lobate. Florile sunt galbene, dispuse în racem la vârful ramurilor. Înfloresțe din iunie - iulie până toamna.

Fructul este o silică scurtă în 4 muchii, cu 8 - 12 semințe fiecare.

Produce pagube, mai ales în culturile de cereale păioase, sfeclă, lucerniere, floarea-soarelui etc.

***Brassica campestris* (rapița sălbatică)** (figura 8.31). Are tulpina subțire, puțin ramificată

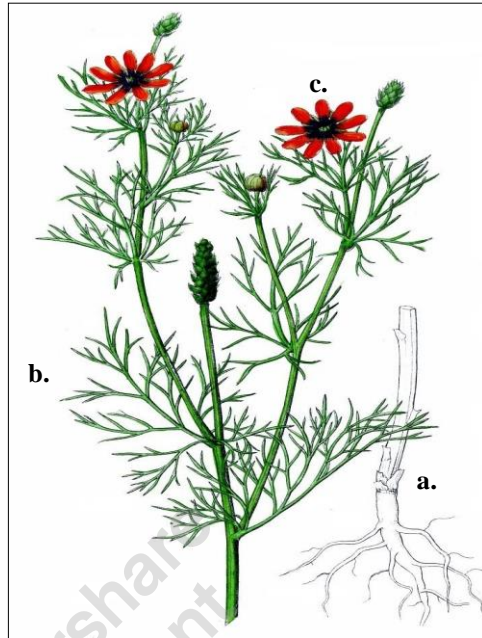


Figura 8.29 - *Adonis aestivalis*
a. rădăcină; b. tulpină cu frunze;
c. floare

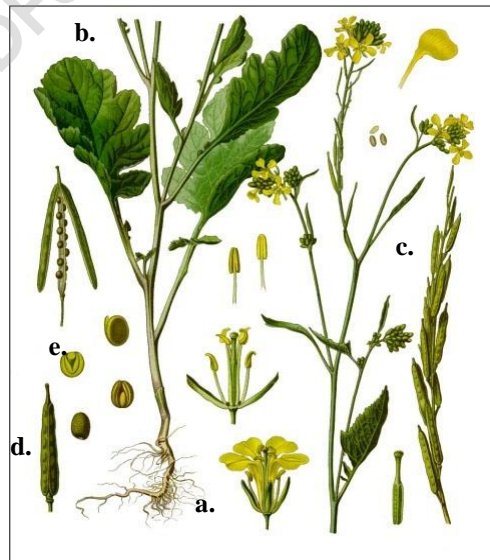


Figura 8.30 - *Brassica nigra*
a. rădăcină; b. frunze; c. inflorescență;
d. silică; e. semințe

și înălțimea până la 40 cm. Infestează la fel culturile de cereale, lucerniere, floarea-soarelui etc.

***Caucalis daucoides* (morcovul spinos)** (figura 8.32). Face parte din familia *Umbelliferae*. Este o plantă anuală.

Rădăcina este pivotantă, subțire. Tulpina este erectă, înaltă de 50 - 80 cm, ramificată, aspru-păroasă. Florile sunt mici, de culoare albă, dispuse în umbelă.

Fructul este o dicariopsă acoperită cu spini lungi și cu vârful stelat în formă de ancoră.

O plantă formează 4000 - 5000 semințe. Crește în fânețe, dar și în culturile de cereale și prășitoare și în terenurile nelucrate, locuri industriale, terenuri virane etc. Este dăunător în hrana animalelor, deoarece semințele cu ghimpii lor amestecate cu fânul rănesc mucoasa tubului digestiv al animalelor.

***Euphorbia* sp. (laptele cucului sau alior)** (figura 8.33). Se întâlnesc speciile: *Euphorbia cyparissias*, *E. helioscopia* și *E. exigua*. Toate speciile sunt toxice.

Unele specii sunt anuale, altele perene. Fac parte din familia *Euphorbiaceae*. Toate speciile conțin un suc lăptos, care se scurge îndată ce planta este rănită sau ruptă. Tulpinile sunt stufoase și ajung până la 50 - 60 cm înălțime. Frunzele sunt liniare înguste, moi, glabre. Florile sunt dispuse în cime de culoare galbenă-pal-albicioasă. Fructul este o capsulă.

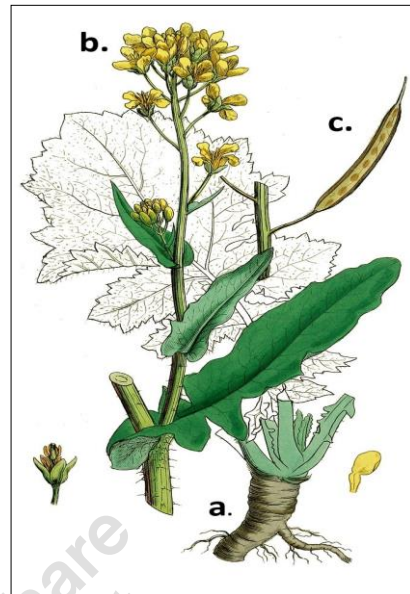


Figura 8.31 - *Brassica campestris*
a. rădăcină; b. inflorescență; c. silicvă

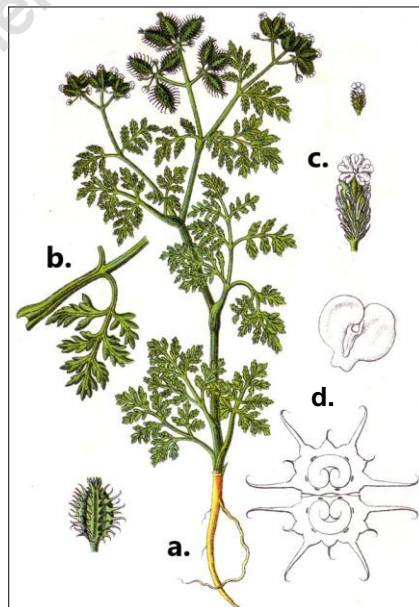


Figura 8.32 - *Caucalis daucoides*
a. rădăcină; b. tulpină cu frunze;
c. inflorescență; d. sămânță

Sămânța este rotundă, mică. Această buruiană preferă locurile mai aride, cu soluri ușoare. Se dezvoltă în pajiști pe care le degradează. Animalele evită să o consume



Figura 8.33 - *Euphorbia* sp.
a. rădăcină; b. inflorescență cimă;
c. floare; d. semințe; e. tulpină cu frunze

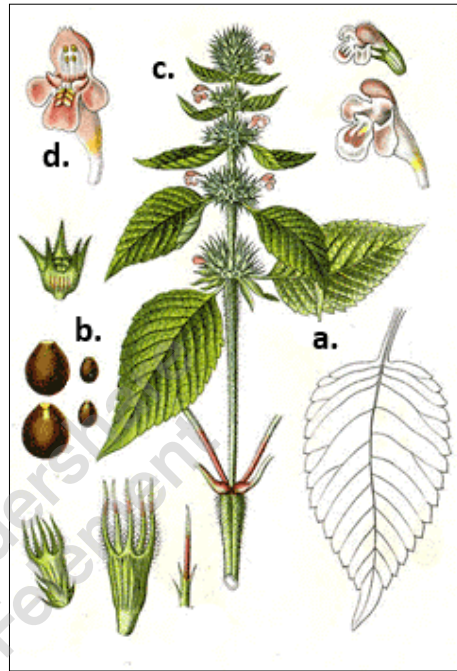


Figura 8.34 - *Galeopsis tetrahit*
a. frunză; b. semințe; c. inflorescență;
d. floare

Galeopsis tetrahit (**lungurica**) (figura 8.34). Face parte din familia *Labiatae*. Infestează culturile de cereale păioase și prășitoare. Crește în special în zonele mai reci din Transilvania și în depresiunile subcarpatice. Are rădăcina pivotantă, iar tulpina de 10 - 40 cm înălțime, este tetramuchiată (4 muchii) și ramificată. Frunzele și tulpina sunt păroase. Florile sunt roșii, iar fructele nucule. Sunt toxice și ocolite de animale, care nu le consumă. O altă specie înrudită cu *Galeopsis tetrahit* este *Galeopsis laudanum* – tapașnic, care are o biologie asemănătoare.

Fumaria schleicheri (fumarită) (figura 8.35), familia *Papaveraceae*. Planta este mică, 10-30 cm înălțime, cu frunze pețiolate. Întreaga plantă este glabră. Florile sunt mici, de culoare albă-roz. Fructul este o nukulă cu o sămânță. Crește în culturile de cereale păioase și livezi. Poate fi considerată și o buruiană efemeră. Altă specie din aceeași familie este *Fumaria vaillantii* lois, cu flori roșii-liliachii.

Galium aparine (turița sau lipicioasa) (figura 8.36), familia *Rubiaceae*. Crește și infestează în special culturile de cereale păioase, fiind o buruiană foarte dăunătoare.

Rădăcina este subțire, adâncă și ramificată. La răsărire planta are două cotiledoane cărnoase cu vârful știrbit. Tulpina înaltă, de 1-1,5 m, agățătoare, cu peri uncinați. Frunzele sunt dispuse câte 6-9 în verticile la fiecare nod al tulpinii. Florile sunt dispuse în cime de culoare albă-verzuie. Fructul este o dicariopsă alcătuită din două mericarpii sferice acoperite cu peri rigizi. O plantă formează 300-1200 semințe, care își păstrează germinația în sol 7-8 ani. Germinează primăvara devreme sau toamna, de regulă de la 2-3 cm. Se prinde de plantele de cereale, determinând căderea acestora. Planta în stare verde conține substanțe toxice (alcaloizi, saponine etc.) și de aceea provoacă intoxicații la animale.

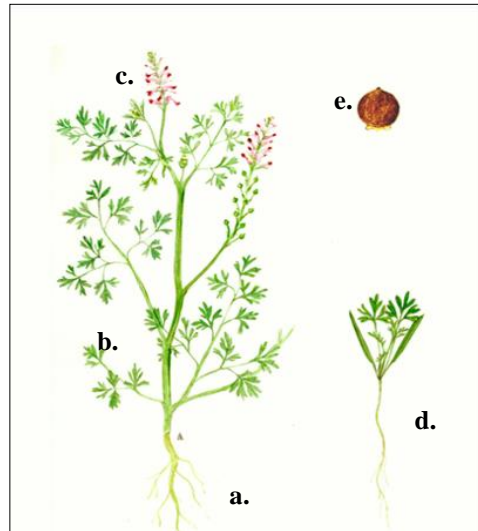


Figura 8.35 - *Fumaria schleicheri*
a. rădăcină; b. tulpină cu frunze și flori;
c. inflorescență; d. plantulă; e. sămânță

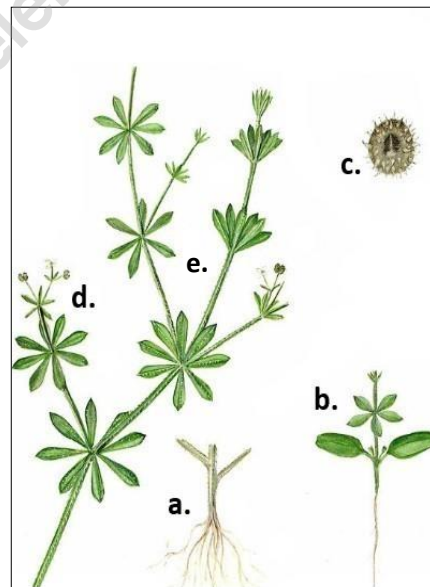


Figura 8.36 - *Galium aparine*
a. rădăcină; b. plantulă;
c. sămânță; d. inflorescență;
e. tulpină cu frunze

***Galium tricornutum* (turița cu trei coarne)** (figura 8.37). Este din aceeași familie cu specia *Galium aparine*, de care se deosebește prin faptul că are trei flori cu pedunculi care se curbează după înflorire, iar fructul nu are peri pe suprafața sa. Formează între 400 și 1200 semințe. Se întâlnește în aceleași zone în care se găsește și *Galium aparine* și produce mari pagube culturilor agricole.

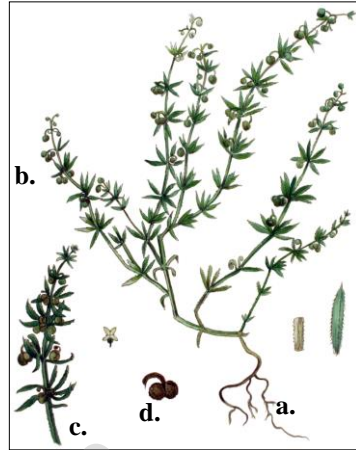


Figura 8.37 - *Galium tricornutum*
a. rădăcină; b. tulpină; c. inflorescență;
d. semințe

***Polygonum convolvulus* (hrișca urcătoare)** (figura 8.38). Face parte din familia *Polygonaceae* și este răspândită în toată țara, pe toate tipurile de sol, infestând toate culturile agricole cu excepția orezului (nu suportă excesul de umiditate). Are rădăcini subțiri și ramificate, care pot ajunge până la 60 - 90 cm adâncime. Rezistă bine la secetă. Tulpina este subțire și volubilă, de 80 - 100 cm, care se încolăcește pe tulpinile plantelor de cultură pe care se dezvoltă. Frunzele sunt alterne, pețiolate, sagitate. Pețiolul frunzelor prezintă la bază ohree (înfășurată în jurul pețiolului, ca un corset).

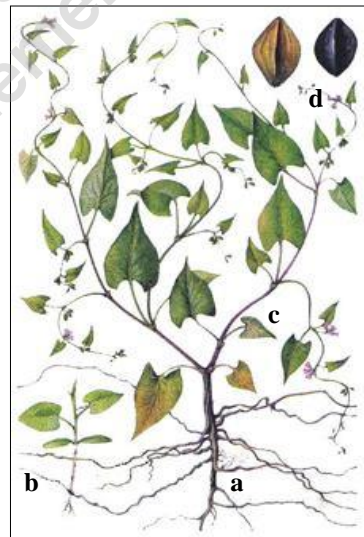


Figura 8.38 - *Polygonum convolvulus*
a. rădăcină; b. plantulă;
c. tulpină cu frunze; d. semințe

O plantă formează între 150 și 10000, uneori până la 30000 semințe cu MMB = 3,5 - 3,9 g (6). Semințele germinează în al doilea an de la formare. Germinează din stratul superficial de sol, de 1 - 5 cm adâncime. Poate germina toamna sau primăvara, la temperaturi de 2 °C. La noi răsare în culturile de cereale păioase, de obicei la sfârșitul lunii iulie - începutul lunii aprilie. Longevitatea semințelor este de 6 - 8 ani.

***Polygonum hydropiper* (piperul bălții).** Are o tulpină înaltă de 40 - 110 cm și crește pe terenurile umede, inundate, și ca plantă ruderală pe marginea drumurilor.

***Polygonum aviculare* (troscot)** (figura 8.39). Plantă anuală, polimorfă, cu rădăcină pivotantă, care pătrunde până la 25 - 30 cm adâncime. Tulpina de 10 - 15 cm lungime este târâtoare, ascendentă, rar erectă, ramificată și glabră. Frunzele sunt eliptice, lanceolate, scurt pețiolate și sesile. Ohreea este membranoasă și sfâșiată. Florile sunt de culoare albă-verzuie sau roșiatică, dispuse câte 3 - 5 în fascicule axilare. Fructul este o achenă trunchiată de culoare brun-roșiatică, de 2 - 3 mm lungime. Înfloreste din mai până în septembrie.

Este specie mezofită, ruderală și segetală, răspândită în toată țara.

***Portulaca oleracea* (iarba grasă sau oreșniță)** (figura 8.40). Face parte din familia *Portulacaceae*, este răspândită în toată țara, infestând toate culturile agricole, inclusiv viile și livezile de pomi fructiferi. Tulpina are 15 - 20 cm lungime și este târâtoare. Frunzele și tulpinile sunt succulente. Florile sunt mici, de culoare galbenă. Fructul este o pixidă cu numeroase semințe. Germinază eșalonat, numai din straturile superficiale de 0,3 - 1,5 cm adâncime. O plantă formează până la 1250000 semințe mici reniforme a căror longevitate este în jur de 40 de ani.

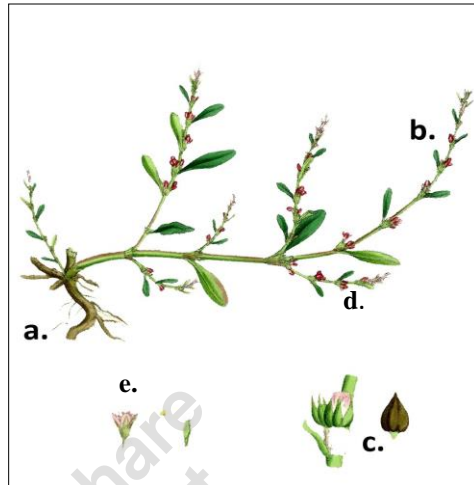


Figura 8.39 - *Polygonum aviculare*
a. rădăcină; b. inflorescență; c. semințe;
d. tulpină târâtoare cu frunze; e. flori

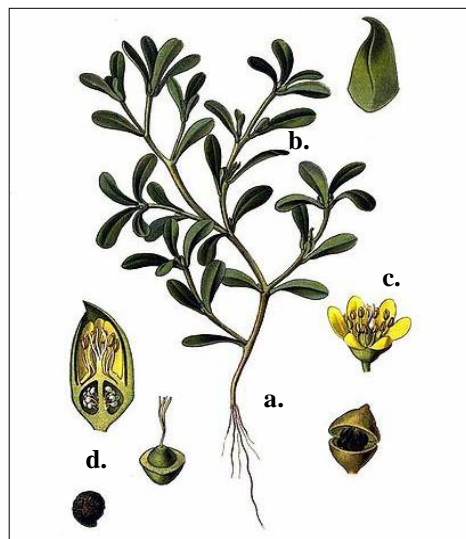


Figura 8.40 - *Portulaca oleracea*
a. rădăcină; b. tulpină;
c. floare; d. semințe

***Ranunculus arvensis* (piciorul cocoșului)** (figura 8.41). Face parte din familia *Ranunculaceae*. Rădăcina este fibroasă, tulpina erectă, ramificată, de 20 - 30 cm înălțime, glabră sau pubescentă. Frunzele sunt pețiolate, dințate sau sectate. Florile sunt galbene.

Fructele sunt poliachene. Achenele sunt comprimate lateral, acoperite cu spinișori conici și deși. Este și segetală și ruderală, răspândită peste tot. Formează în jur de 2000 - 15000 semințe. Folosite în hrana animalelor rănesc mucoasa gastrică.

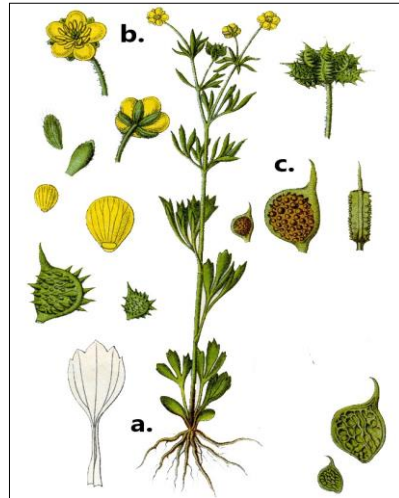


Figura 8.41 - *Ranunculus arvensis*
a. rădăcină; b. inflorescență; c. sămânță

***Raphanus raphanistrum* (ridiche sălbatică)** (figura 8.42). Face parte din familia *Cruciferae*. Germinează la temperatura de 2 °C, după ce a putrezit peretele silicvei. Rădăcina este pivotantă, profundă, ramificată, iar tulpina este cilindrică sau muchiată ramificată, adesea de la bază, aspru-păroasă, înaltă până la 80 cm. Frunzele sunt lirat-fidate până la penat-sectate. Cele superioare sunt lanceolate dințate cu dinți cartilaginoși.

Florile sunt mari, divers colorate: albe, roșii, violete, gălbui, dispuse în racem corimbiform. Fructul este o silicvă indehiscentă cu 3 - 8 semințe fiecare. Semințele sunt globulare, eliptice cu tegument reticulat. Este o specie calcifugă segetală și ruderală răspândită frecvent în Transilvania, Banat, Țara Crișurilor. Infestează culturile de cereale de toamnă și primăvară, prășitoarele și lucernierele din anul I.

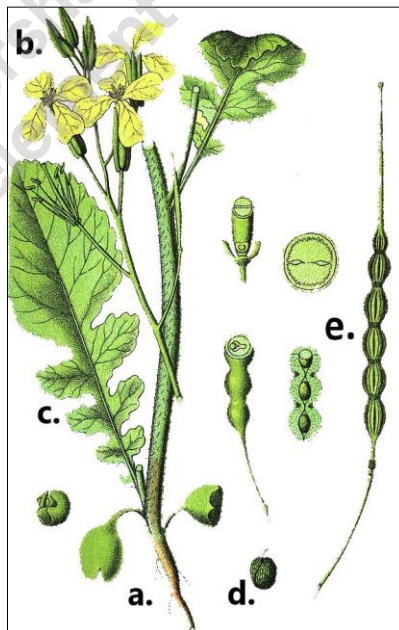


Figura 8.42 - *Raphanus raphanistrum*
a. rădăcină; b. inflorescență și flori;
c. frunză; d. sămânță; e. silicvă

Salsola kali* ssp. *ruthenica (ciurlanul, vălătucul sau rostogol) (figura 8.43). Face parte din familia *Chenopodiaceae*. Are rădăcini subțiri, pivotante care ajung până la 80 cm adâncime. Tulpina are 40-60 cm înălțime, ramificată, de formă globuloasă. La început planta crește încet, dar după recoltatul culturilor crește foarte repede. Tulpina se ramifică foarte mult de la bază formând o tufă foarte deasă, de formă globulară. Vânturile de toamnă dezrădăcinează plantele și le rostogolesc la distanțe mari, participând astfel la răspândirea semințelor. O plantă produce 100-500 semințe. Infestează culturile de cereale păioase, lucerniere, mazăre, prășitoare, fiind mai frecventă în Bărăgan, Dobrogea, Câmpia Brăilei și centrul Moldovei.

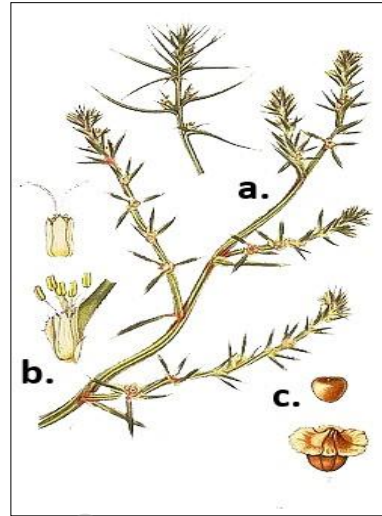


Figura 8.43 - *Salsola kali* ssp. *ruthenica*
a. tulpină; b. floare; c. sămânță

***Sinapis arvensis* (muștar sălbatic)** (figura 8.44). Face parte din familia *Cruciferae*. Germinția semințelor are loc la 0,5 - 1,5 cm adâncime și până la 6 cm la temperaturi de 2 - 25 °C. Rădăcina este pivotantă, prevăzută cu numeroase radicele. Tulpina este cilindrică sau puțin striată, de regulă este ramificată, acoperită cu peri aspri și ajunge până la 80 cm înălțime. Frunzele sunt lung pețiolate, cu marginea lobilor neregulat-sinuoasă sau dințată. Toate frunzele sunt aspru-păroase. Florile sunt de culoare galbenă-sulfurie și sunt grupate în raceme. Fructele sunt silicve cilindrice, gătuite între semințe, glabre sau aspru-păroase, cu 6 - 12 semințe. Semințele sunt sferice, cu tegumentul de culoare brun închis până la negru. Semințele germinează primăvara timpuriu, dar pot germina și pe parcursul verii. O plantă formează între 1000 și 20000 semințe cu MMB = 1,9

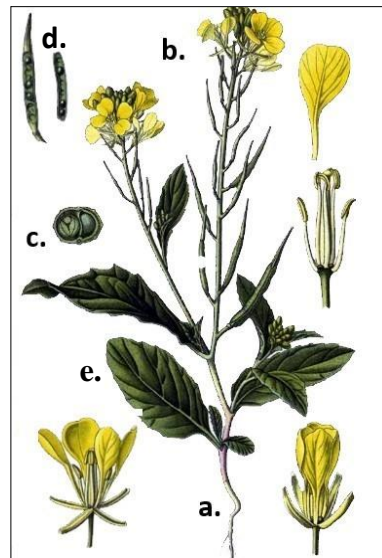


Figura 8.44 - *Sinapis arvensis*
a. rădăcină; b. inflorescență;
c. semințe; d. silicve; e. frunză

- 2,3 g (6). Longevitatea semințelor poate fi de 10 - 20 ani. Este una dintre cele mai rapace buruieni, extrăgând din sol pentru a forma o tonă de substanță uscată 30 kg N, 5,7 kg P, 36 kg K (7). Muștarul sălbatic este răspândit în toate zonele țării, de la câmpie până la munte, fiind o specie foarte comună. Crește și se dezvoltă pe solurile revene, aerate și bogate în substanțe nutritive, mai ales în primăverile mai reci și umede, perioadă în care plantele de cultură cresc mai greu, depășind astfel repede înălțimea acestora. Este gazdă pentru numeroși agenți patogeni. Infestează în special culturile de cereale păioase, lucernierele, floarea-soarelui, soia, sfecla pentru zahăr, dar și plantațiile de vii și pomi.

***Sinapis alba* (muștarul alb).** Este o buruienă mai rară. Se deosebește prin forma silicvei, care este gătită și cu un rostru lung sub formă de seceră. Infestează la fel culturile de cereale păioase și prășitoare.

***Sonchus asper* (susaiul aspru)** (figura 8.45) și ***Sonchus oleraceus* (susaiul moale).** Se aseamănă foarte mult între ele. Fac parte din familia *Compositae* și sunt răspândite în toată țara. Plante termofite, cu rădăcina pivotantă și tulpina de 30 - 100 cm muchiată. Frunzele la *S. asper* sunt lucioase, penat-fidate și puternic spinos-dințate, iar la *S. oleraceus* sunt mai mari, sur-verzui și oblonge. Fructul este o achenă prevăzută cu papus. Este prezentă mai ales în culturile de prășitoare și legumicole, vii și pomi.

O plantă de *Sonchus asper*, care este mai frecventă, formează între 5000 și 15000 semințe. *Sonchus oleraceus* crește și se dezvoltă în special în solurile de luncă cu pH neutru spre alcalin și alcalin.

***Stachys annua* (jaleș, cistel)** (figura 8.46). Face parte din familia *Labiatae*. Plantă anuală, rar bienală, cu rădăcină pivotantă, tulpină dreaptă de 15 - 50 cm înălțime, acoperită cu peri îndreptați în sus. Frunzele sunt obtuze

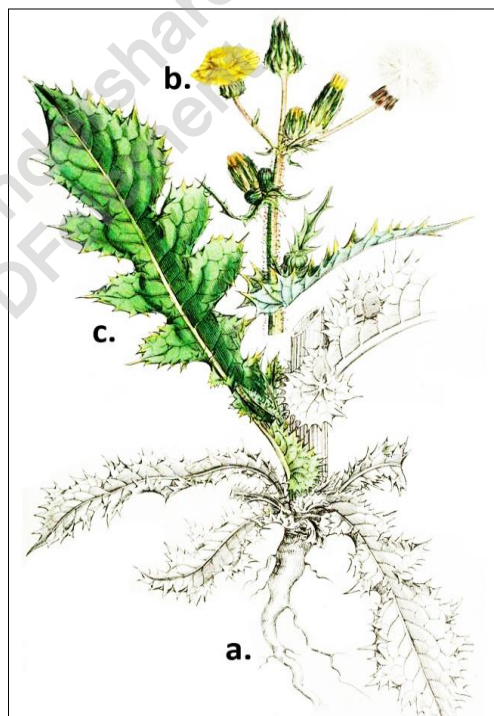


Figura 8.45 - *Sonchus asper*
a. rădăcină; b. inflorescență; c. frunză

oblonge, cele inferioare sunt pețiolate, cele superioare sunt sesile. Florile sunt dispuse în verticile de 2 - 6 și sunt de culoare albă sau gălbuie. Fructul este o achenă cenușie-neagră, de formă ovoidală, fin alveolată. Înflorește din luna mai până în luna noiembrie. O plantă produce 1000 - 1500 semințe, care germinează primăvara la temperaturi de peste 10 - 15 °C din straturile superficiale ale solului de 0,5 - 1,5 cm adâncime. Infestează cerealele păioase și culturile prășitoare. Este mai frecventă pe solurile bogate în calciu și foarte rar, pe podzoluri.

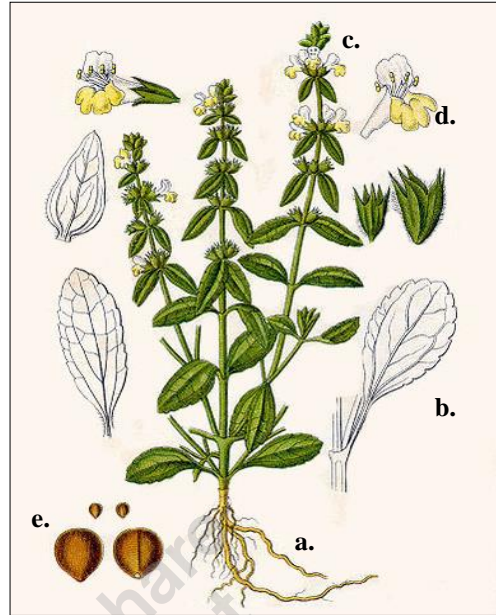


Figura 8.46 - *Stachys annua*

a. rădăcină; b. frunză; c. inflorescență; d. floare; e. semințe

***Tribulus terrestris* (colții babei)** (figura 8.47). Face parte din familia *Zygophyllaceae*. Este o specie anuală, cu rădăcina pivotantă, subțire și tulpina târâtoare, simplă și ramificată. Frunzele sunt opuse, cele inferioare alterne, paripenat-compuse, cu 5 - 8 perechi de foliole păroase. Florile sunt galbene, așezate câte una la subsuoara frunzelor sau la bifurcarea ramurilor. Fructul este sferic, gălbui, păros, țepos cu 3 - 4 spini foarte puternici și ascuțiți, periculoși pentru om și animale, producând răni în special la copitele oilor. Specia este prezentă în toate semănăturile, dar preferate sunt culturile de prășitoare cu soluri fertile, ușoare sau nisipoase.

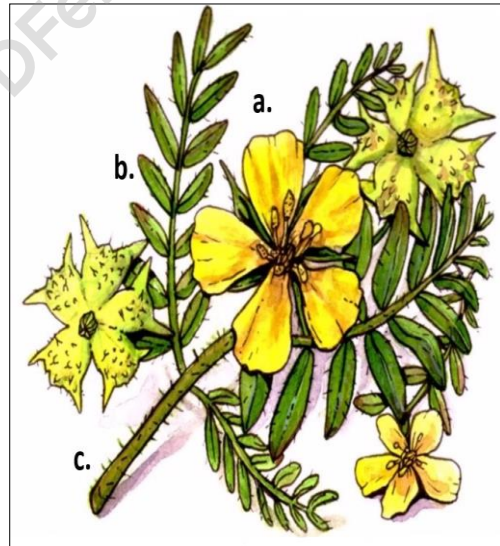


Figura 8.47 - *Tribulus terrestris*

a. inflorescență b. frunză;
c. tulpină cu frunze

C. Buruieni dicotiledonate anuale care germinează primăvara târziu

În această grupă sunt încadrate speciile de buruieni care germinează numai după ce solul se încălzește bine, la 12 – 16 °C. Se dezvoltă și ajung la maturitate concomitent sau după recoltatul culturilor de vară, cât și a celor prășitoare (floarea-soarelui, in, porumb etc.). Cuprinde specii de buruieni frecvente, mai ales în culturile de prășitoare.

Abutilon theophrasti (pristolnic sau teișor) (figura 8.48). Este plantă anuală din familia *Malvaceae*, care infestează culturile de păioase, în special în zonele sudice din lunca îndiguită a Dunării. Planta este originară din China, unde se folosește ca plantă textilă, cu fibre superioare altor plante. În trecut s-a folosit în combaterea diareei la bovine, de unde provine și numele (*a* - fără; *bous* - taur și *tilos* - diaree). Are rădăcina pivotantă și tulpina înaltă de 50 - 150 cm, uneori peste 300 cm, catifelat-tomentos păroasă cu peri stelați. Frunzele sunt cordate cu vârful ascuțit. Florile sunt axilare, izolate, de culoare portocalie. Fructele sunt capsule cu multe loje, fiecare lojă având de regulă 3 semințe. Semințele sunt reniforme, negricioase, de 3,5 - 4 mm lungime și MMB = 4,8 - 10,1 g (6). O plantă poate produce între 6000 și 17000 semințe, care ajung în sol și își păstrează viabilitatea 30 - 50 de ani.

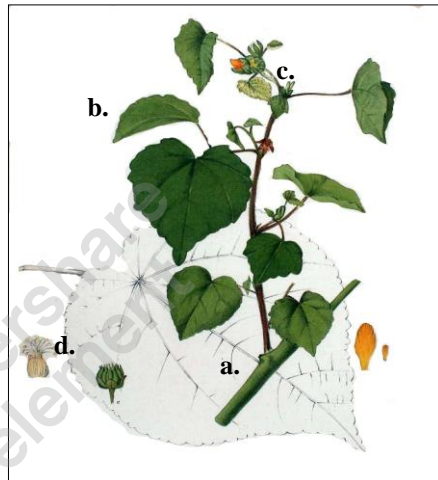


Figura 8.48 - *Abutilon theophrasti*
a. tulpină; b. frunză; c. floare;
d. semințe

Este considerată o buruienă problemă. Crește și se dezvoltă bine în culturile de soia, sfeclă, in. La 4 - 5 plante/m² reduc producția cu peste 25%, însă densitatea lor este mult mai mare. În sol are o rezervă foarte mare de semințe viabile, variind în intervalul de 4 - 10000 semințe/m².

Amaranthus retroflexus (știrul sălbatic sau porcesc)

Amaranthus chlorostachys sin. *Amaranthus hybridus* (știr de ogor)

Amaranthus albus (știrul alb)

Amaranthus blitoides (știrul prost sau știr verde)

Amaranthus crispus (știr creț)

Toate aceste specii sunt dicotiledonate anuale din familia *Amaranthaceae* și infestază în special culturile prășitoare, dar și pe cele de viță de vie, pomi și legume din sudul țării. Se pot adapta la diferite condiții de viață. În condiții optime se dezvoltă puternic, viguros și formează un număr impresionant de semințe, între 8000 și 100000 semințe, iar la unele specii peste 2000000 semințe/plantă (*A. blitoides*).

Amaranthus retroflexus (știrul porcesc) (figura 8.49). Are rădăcina pivotantă, cu radicele ce cresc vertical în jos și pot ajunge până la un metru adâncime. Tulpina este înaltă până la 1 m, uneori și mai mult, de culoare verde, rareori roșcată, des și mărunț, aspru păroasă. Frunzele sunt rombic-ovate, lung pețiolate, întregi, pe dos cu nervațiuni reticulate și pufos-păroase. Florile sunt mici, unisexuate, repartizate monoic într-o inflorescență formată din mai multe spice cilindrice. Spicul terminal este mai lung cu puțin decât cele laterale. Fructul este o pixidă cu o singură sămânță lenticulară de 1 - 1,2 mm. Maturația și germinația semințelor este eșalonată. Vitalitatea este în jur de 5 - 6 ani. Poate germina imediat după scuturare, la o temperatură minimă de 7 °C (optimă fiind 15 - 25 °C). Specia este mai des întâlnită în culturile prășitoare, de legume și rareori în cereale (dacă sunt rare și cu greșuri) sau în situație ruderală.

Amaranthus hybridus (știr de ogoare) (figura 8.50). Are tulpinile cu striuri roșcate și prezintă peri doar pe partea superioară a frunzelor. Este o specie mai rară, fiind mai pretențios pentru apă și sol.

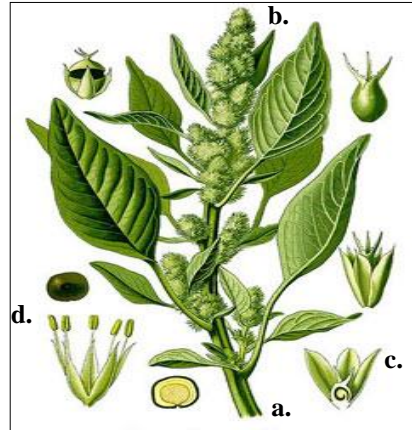


Figura 8.49 - *Amaranthus retroflexus*
a. tulpină; b. inflorescență;
c. flori; d. sămânță

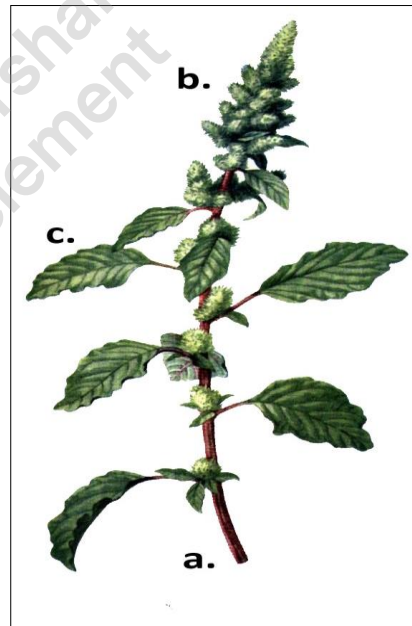


Figura 8.50 - *Amaranthus hybridus*
a. tulpină cu frunze; b. inflorescență;
c. frunză

Amaranthus blitoides (**știrul târâtor**) (figura 8.51). Are tulpina culcată, târâtoare, cu frunze mărunte și lucioase. Este răspândit mai ales în zonele din sudul țării. Formează un număr mare de semințe. Are tulpina ramificată.

Amaranthus albus (**știrul alb**).

Este o specie mai rară. La suprafața de 1 m², pe adâncimea 0-30 cm se găsesc, în medie, între 15000 și 30000 semințe, cu o viabilitate mare.

Atriplex patula (**lobodă**)

(figura 8.52). Face parte din familia *Chenopodiaceae*. Este plantă anuală cu rădăcină pivotantă, subțire. Tulpina este erectă, ascendentă sau culcată, de 30-100 cm înălțime, puternic ramificată la bază, ramurile inferioare fiind perpendiculare pe tulpină. Frunzele petiolate, romboid-lanceolate, dințate.

Frunzele sunt acoperite cu un praf făinos. Florile sunt grupate în glomerule, reunite în spice erecte. Înfloreste din iulie până în septembrie. Fructul este o achenă.

Semințele sunt de două feluri: unele mici, de 1,8 - 2 mm, cu tegument neted, altele mai mari, de 2 - 3 mm, cu tegumentul brun având o dungă fină pe margine. O plantă formează 60000 semințe. Crește pe toate tipurile de sol, bogate în elemente nutritive și invadează toate culturile agricole.

Atriplex tatarica (**lobodă tătarească**) (figura 8.53). Face parte din

familia *Chenopodiaceae*. Se deosebește de lobodă prin faptul că are tulpina culcată la pământ, iar frunzele sunt adânc sinuate. Crește îndeosebi pe islazuri, locuri tasate sau soluri salinizate.

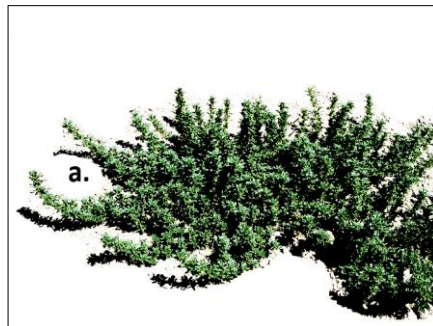


Figura 8.51 - *Amaranthus blitoides*
a. tulpină târâtoare



Figura 8.52 - *Atriplex patula*
a. frunze; b. tulpină ramificată
c. inflorescență; d. semințe

Chenopodium album (spanac sălbatic, căpriță sau lobodă) (figura 8.54). Plantă anuală de vară, din familia *Chenopodiaceae*. Semințele germinează de la 1-3 cm. Rădăcina pivotantă ajunge la 1-1,2 m adâncime. Tulpina este erectă, ramificată, cenușiu-făinoasă, datorită perilor veziculoși, înaltă de 30-100 cm. Frunzele sunt foarte variabile: ovat-romboidale, ovat-lanceolate sau chiar lanceolate. Florile sunt hermafrodite. Inflorescența este alcătuită din glomerule dispuse spiciform sau lax.

Fructul este o nuculă și conține o singură sămânță lenticulară, lucioasă, de 1-1,6 mm în diametru, aproape rotundă, cu tegumentul negru, tare, ce trece prin tubul digestiv al animalelor fără a-și pierde capacitatea germinativă. O plantă formează 300-100000 semințe, cu MMB = 0,7-1,0 g.

Germinația este epigea și are loc în tot cursul anului. Își păstrează germinația timp de 15-20 de ani. Infestează culturi de prășitoare, legume, lucerniere anul I, pomi și vii etc. Pagubele ajung la 70%, mai ales dacă apare în primele faze de creștere a culturilor. Este considerată o plantă a solurilor fertile, care pentru sinteza unei tone de substanță uscată extrage din sol o cantitate de 18,5 kg N, 2,3 kg P și 29 kg K.

Alte specii asemănătoare cu loboda sălbatică sunt: *Chenopodium hybridum* – talpa găștei și *Chenopodium polyspermum* – spanac sălbatic.

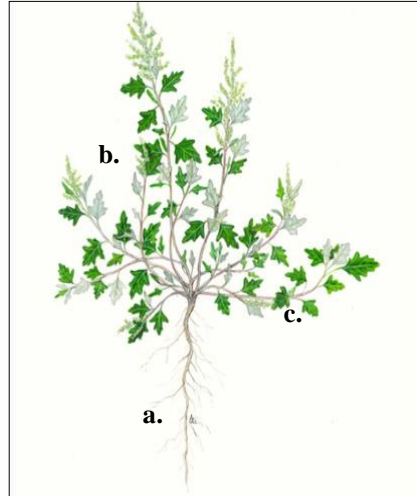


Figura 8.53 - *Atriplex tatarica*
a. rădăcină; b. tulpină cu inflorescență;
c. frunze

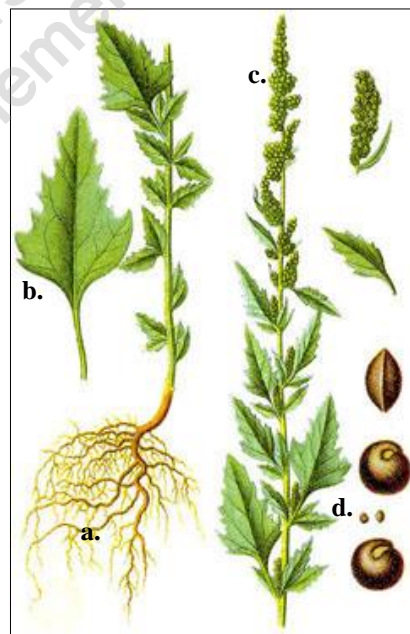


Figura 8.54 - *Chenopodium album*
a. rădăcină; b. frunză;
c. inflorescență; d. semințe

***Datura stramonium* (laurul sau ciunăfaia)** (figura 8.55). Este o plantă din familia *Solanaceae*. Are rădăcina pivotantă, scurtă și cu ramificații laterale puternice. Tulpina înaltă de 30 - 80 cm, uneori și peste 120 cm, glabră, cu frunze ovate sinuat lobate până la lobate. Florile sunt solitare, albe, cu corola în formă de pâlnie, de 6-10 cm lungime. Fructul este o capsulă cu țepi, care se deschide incomplet în 4 valve. Semințele sunt reniforme, rotunde, puternic turtite lateral, cu tegument brun-închis, până la negru și reticulat-faveolat. Semințele germinează din stratul superficial al solului, de 0,5 - 2,5 cm, la temperaturi de peste 8 °C. O plantă formează între 1000 și 30000 semințe cu MMB = 6 g. Buruiana este frecventă pe toate solurile, dar în special pe cele ușoare, fertile, pe cele fertilizate excesiv cu îngrășămintă organice. Întreaga plantă este toxică, conține cantități mari de alcaloizi, cu întrebuințări medicinale ca hiosciamină, scopolamină, atropină etc. Are efecte aleopatice asupra plantelor de cultură.

***Galinsoga parviflora* (busuioc sălbatic)** (figura 8.56). Face parte din familia *Compositae*. Se mai numește popular năsturei. Are rădăcina pivotantă subțire, tulpina de 10-60 cm înălțime, cu frunze verzi-cenușii, dens și scurt păroase, penat-sectate. Florile sunt grupate în calatidii mici, semiglobuloase cu flori marginale ligulate, albe și flori centrale tubuloase galbene. Fructele sunt achene tetraunghiulate, slab turtite, fără papus, de 2 - 2,5 mm lungime. O plantă formează între 500 și 30000 semințe cu

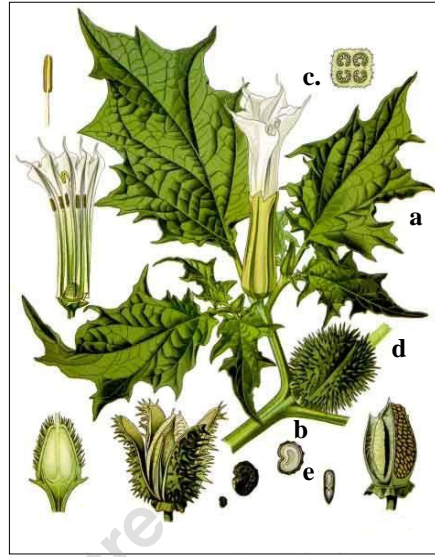


Figura 8.55 - *Datura stramonium*

a. frunze; b. tulpină; c. floare;
d. fruct; e. semințe

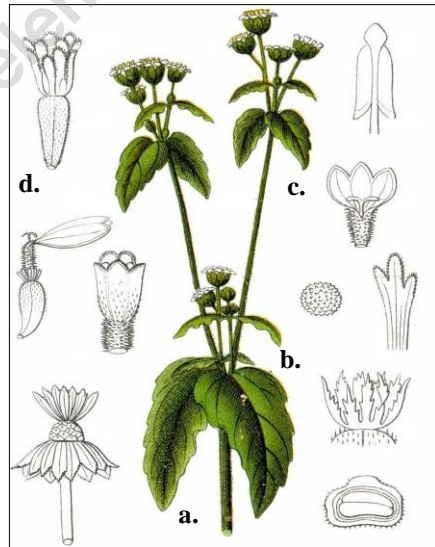


Figura 8.56 - *Galinsoga parviflora*

a. tulpină; b. frunze; c. inflorescență;
d. sămânță

MMB = 0,2-0,4 g. Caracteristic speciei este faptul că dacă o plantă este tăiată, formează rădăcini adventive. Planta este sporadică în zona de câmpie. Crește foarte bine pe soluri ușoare, fertile, umede și mai răcoroase. Infestează în special culturile legumicole, prășitoarele, plantațiile de vii, pomi și terenurile ruderaie.

***Hibiscus trionum* (zămoșița)**

(figura 8.57). Face parte din familia *Malvaceae*. Rădăcina este pivotantă, cu tulpina înaltă de 10 - 80 cm, erectă sau prostrată, acoperită cu peri stelați. Frunzele sunt divizate până aproape de bază în 3 - 5 lobi. Florile sunt solitare, axilare mari, albe-gălbui. Fructul este o capsulă care se desface în 5 valve. Semințele sunt reniforme, de culoare gri-negricioasă, cu mici verucozități gălbui. O plantă formează între 150 și 5300 semințe cu MMB = 3,1 - 3,6 g. Germinația este eșalonată când solul are temperatura de 8 - 10 °C, este epigee și durează toată vara. Germinează la 5 - 6 cm adâncime și își păstrează în sol viabilitatea 6 - 8 ani. Infestează în special culturile prășitoare din zona de deal și de câmpie, preferă solurile fertile cu textură ușoară din zonele mai joase. Îmburuienază culturile de legume, prășitoarele, plantațiile de pomi și vii. În culturile de cereale păioase pierе imediat, deoarece este înăbușită. Este rezistentă la secetă.

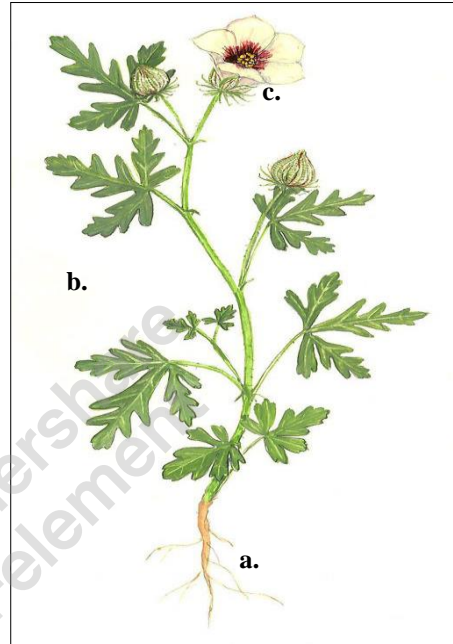


Figura 8.57 - *Hibiscus trionum*

a. rădăcină; b. frunze; c. floare

***Solanum nigrum* (zârna)** (figura 8.58). Face parte din familia *Solanaceae*. Este o plantă anuală cu rădăcină pivotantă, cu ramificații orizontale lungi, tulpina este înaltă de 20 - 50 cm. Frunzele sunt lat-ovate cu marginea sinuat-dințată, păroase. Florile sunt mici, albe, grupate câte 4 - 6 în cime umbelifere. Fructul este o bacă sferică, de culoare neagră la maturitate, de 8 - 9 mm, cu numeroase semințe rotund-ovate turtite lateral, cu tegumentul galben-brun și fin reticulate.

Caracteristic acestei specii este că pe o plantă se pot găsi în același timp boboci florali, flori, fructe verzi și bace mature, fapt ce prelungește perioada de diseminare a semințelor. Germinația semințelor are loc din aprilie până în septembrie. Acest fapt face ca această specie să aibă 2-3 generații pe an. Semințele germinează de la 0,3-1,5 cm, la temperatura de peste 10 °C.

Planta este toxică, conținând în bace un alcaloid puternic numit solanină. Este frecventă în toată țara, pe toate tipurile de sol cu excepția podzolorilor. Zona cea mai infestată este lunca îndiguită a Dunării, de la Calafat până la Brăila, precum și în Dobrogea și Constanța. Este o buruiană problemă, mai ales în cultura de soia, dar infestază și alte culturi prășitoare, viile și pomii fructiferi. O plantă formează între 8000 și 40000 semințe, cu MMB = 0,8 - 1,5 g. Își păstrează germinația 3 -4 ani.

***Spergula arvensis* (hrana vacii)** (figura 8.59). Face parte din familia *Caryophyllaceae*. Este o specie anuală, răspândită mai ales pe solurile nisipoase și podzolorile din zona subcarpatică din Transilvania. Infestază cerealele păioase și alte culturi de câmp. Are portul scund. Înfloreste și fructifică toată vara, din iunie până în octombrie. Fructul este o capsulă flobulos-ovală care conține semințe mici și negre. O plantă formează peste 3000 semințe, diseminarea făcându-se antropohor.

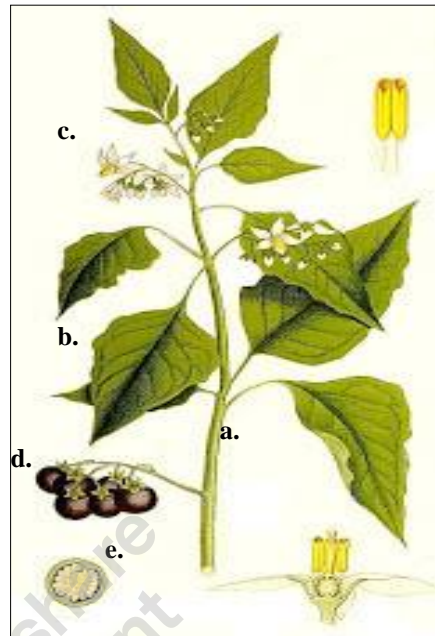


Figura 8.58 - *Solanum nigrum*

a. tulpină; b. frunze; c. flori;
d. bace cu semințe; e. sămânță

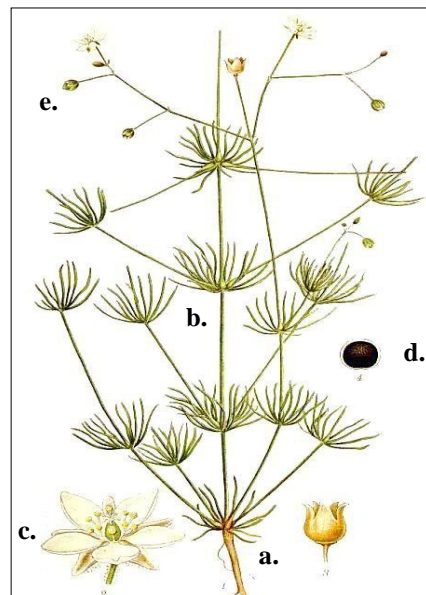


Figura 8.59 - *Spergula arvensis*

a. rădăcină; b. plantă cu frunze;
c. floare; d. sămânță; e. inflorescență

Germinează numai primăvara târziu când temperatura solului depășește 20 – 25 °C. Își păstrează germinația timp de 5 - 6 ani.

***Xanthium italicum* (cornaci)** (figura 8.60). Face parte din familia *Compositae*. Rădăcina este pivotantă, cu tulpină înaltă de 15 - 120 cm. Toată planta este aspru-păroasă. Florile sunt unisexuat monoice, cele bărbătești se găsesc în vârful tulpinii, cele femeiești la subsoara frunzelor. Fructele sunt achene, grupate câte două într-un înveliș lignificat de 23 - 26 mm, acoperit cu spini lungi de 5 - 7 mm curbați la vârf (unciați), care-i permit să se agațe cu ușurință de orice. Îmburuienează toate culturile, mai ales pe cele prășitoare. Germinația este eșalonată, în funcție de temperatura și umiditatea solului și de adâncimea de încorporare, precum și de poziția achenelor din formațiunea fructiferă. Prima dată germinează

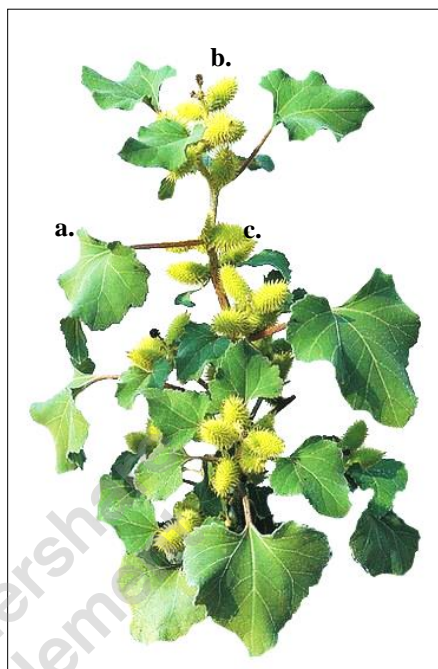


Figura 8.60 - *Xanthium italicum*

a. frunză; b. fruct; c. spini

sămânța achenei inferioare, în timp ce sămânța achenei superioare germinează numai în cazul în care prima a fost distrusă prin prășile sau erbicide. Semintele germinează la temperaturi ridicate, de 20 – 30 °C, de la adâncimi de 2 - 10 cm. O plantă formează între 300 și 2000 semințe (formațiuni de câte 2 achene), cu MMB = peste 65 g. Își păstrează germinația 1 - 2 ani. Infestează culturile prășitoare de soia, sfeclă, floarea soarelui, porumb, legume, plantații de pomi și vie. Este mai răspândită în sudul țării, în lunca Dunării, în Dobrogea și în vestul Banatului.

***Xanthium strumarium* (cornuți, scaietele popii)** (figura 8.61). Este din familia *Compositae*. Tulpina este înaltă de 20 - 120 cm, acoperită cu peri rigizi. Frunzele sunt mari, late cu câte 3 lobi, aspru pubescente. Spre deosebire de *Xanthium italicum* are fructul mai mic, de 10 - 15 mm, acoperit cu spini unciați, iar în vârf are 2 spini conici, scurți la vârf.

Este frecventă mai ales în zona de câmpie, pe soluri slab alcaline, pe pârlage, marginea culturilor de cereale. Este o specie indicatoare de azot. O plantă formează între 50 și 800 semințe cu MMB de 60 g.

Xanthium spinosum (holeră sau ghimpe) (figura 8.62). Face parte din familia *Compositae*. Are rădăcina pivotantă, tulpina înaltă de 20 - 80 cm, ramificată de la bază, spinoasă. La baza fiecărei frunze are câte un spin trifurcat, foarte ascuțit, de culoare galbenă. Frunzele sunt trilobate și bicolore pe fața inferioară, dens alb-păroase, pe fața superioară verzi cu peri rari. Calatidiile sunt monoice, florile bărbătești sunt situate în vârful ramurilor, cele femeiești la subsoara frunzelor. Fructul este închis într-un involucriu spinos elipsoidal, lung de 10 - 12 mm. În vârf are doi spini lungi, drepecți.

O plantă formează între 200 și 1800 semințe. Este buruiană ruderală, frecventă în special pe islazuri, terenuri gunoite, lucerniere și adesea, în grădinile de legume. Este o specie nitrofilă.

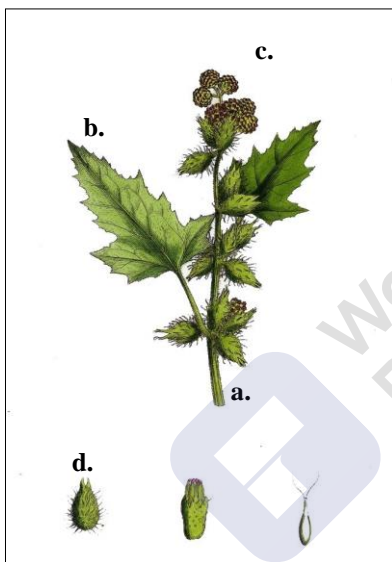


Figura 8.61. *Xanthium strumarium*
a. tulpină; b. frunze; c. inflorescență;
d. fruct

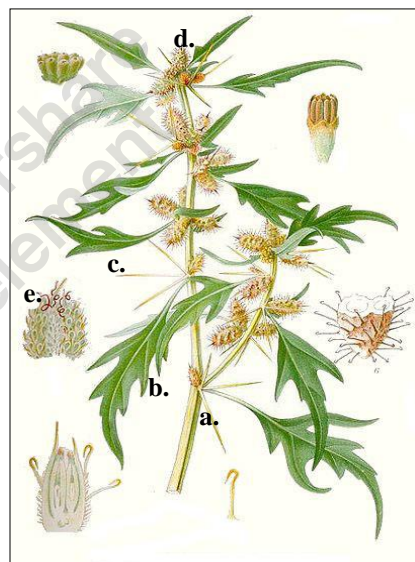


Figura 8.62. *Xanthium spinosum*
a. tulpină; b. frunze; c. spini galbeni;
d. inflorescență; e. fruct

D. Buruieni dicotiledonate anuale care pot ierna

Este o grupă extrem de heterogenă, multe din speciile acestei grupe comportându-se ca și buruieni anuale de primăvară. Dacă răsar primăvara, acestea ajung la maturitate în același an. Dacă răsar la sfârșitul verii, ierneză, iar în anul următor formează tulpină floriferă, fructifică și ajung la maturitate.

***Agrostemma githago* (neghina)** (figura 8.63). Face parte din familia *Caryophyllaceae*. Este plantă anuală cu rădăcina pivotantă care ajunge până la 60 - 80 cm adâncime în sol. Tulpina este erectă, simplă sau ramificată dicotonic în partea superioară, înaltă până la 1 m. Frunzele sunt opuse, liniar-lanceolate, sesile și vaginate spre bază. Întreaga plantă este alipit păroasă. Florile sunt mari, roșii, hermafrodite, grupate în cime dicaziale. Fructul este o capsulă denticulară, care conține câteva semințe. Semințele sunt reniforme cu contur circular îngustate către hil. Tegumentul este negru, acoperit cu mici verucozități dispuse în linii curbe care confluează spre hil. O plantă formează între 200 și 3000 de semințe, care au o longevitate de 2 - 8 ani. Germinează eșalonat la temperaturi de 2 - 35 °C, toamna dar și primăvara. Semințele sunt toxice deoarece conțin o saponină numită agrostemină. Este obișnuit găsită în cerealele de toamnă, și în cele de primăvară și în lucerniere.

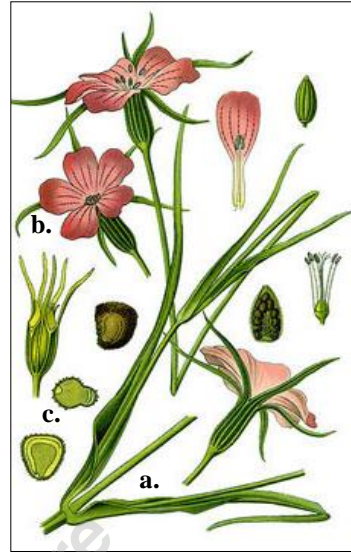


Figura 8.63 - *Agrostemma githago*
a. tulpină și frunze; b. floare; c. semințe

Din boabele de grâu amestecate cu semințe de neghină se obține o făină negricioasă, iar pâinea are gust de usturoi. Prin consumul ei produce tulburări nervoase și intoxicații (3). Semințele de neghină sunt periculoase și pentru găini și animale gestante.

***Anthemis cotula* – romaniță puturoasă / *Anthemis ruthenica* – romaniță / *Anthemis arvensis* – romaniță / *Anthemis austriaca* – romanul**

Fac parte din familia *Compositae*. Au caractere comune, dar și unele deosebiri morfologice. Infestează în special culturile de cereale păioase, lucernă, trifoi, pașiști etc., mai ales în zonele subcarpatice și subcolinare.

***Anthemis austriaca* (romanița).** Rădăcina este pivotantă, subțire, cu tulpina de 10-60 cm înălțime, are frunze verzi-cenușii, dens și scurt păroase. Inflorescența este un calatidiu semiglobulos cu flori marginale ligulate albe și flori centrale tubuloase galbene. Fructele sunt achene tetraunghiulare, slab turtite, fără papus. O plantă produce 850-30000 semințe, cu MMB = 0,046 g.

***Anthemis arvensis* (romanița de câmp)** (figura 8.64). Se aseamănă cu specia precedentă, deosebindu-se prin poziția și forma axei inflorescenței care este conică sau cilindrică, iar semințele sunt cilindrice. Se găsește frecvent în zona colinară prin culturile de cereale păioase, trifoiști și prășitoare, locuri ruderales, vii, pe soluri spălate, moderat acide spre neutre.

***Anthemis cotula* (romanița puturoasă)** (figura 8.65). Se recunoaște ușor după mirosul urât al plantei, imprimat de glandele ce se găsesc pe tulpini.

Germinează atât toamna, cât și primăvara de la temperatura de 3 - 5 °C în sol, numai de la adâncimea de 0,5 cm. Lumina favorizează germinarea în timp ce întunericul o întrerupe. Longevitatea semințelor în sol este de 2 - 3 ani.

***Anagallis arvensis* (scânțieiuță)** (figura 8.66). Face parte din familia *Primulaceae*. Plantă anuală, de talie mică (10-30 cm), având rădăcina pivotantă subțire, tulpina ramificată cu ramuri culcate. Frunzele sunt opuse, sesile, punctate pe fața inferioară. Florile sunt de culoare roșu aprins. Fructul este o pixidă cu 80-400 semințe brune ruginii și tegument solzos. Germinează din mai până în noiembrie. Fiind o plantă de talie pitică nu este tăiată de combină și ca atare fructifică în voie. O plantă formează câteva mii de semințe, care germinează din stratul superficial de sol de 0 - 1,5 cm, când temperatura este de 5 - 7 °C.

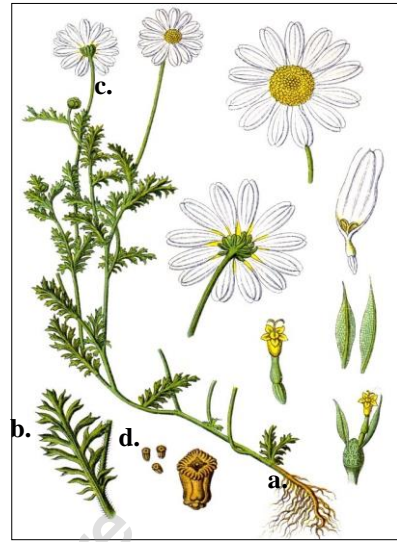


Figura 8.64 - *Anthemis arvensis*
a. rădăcină, tulpină; b. frunză;
c. inflorescență cu flori; d. semințe

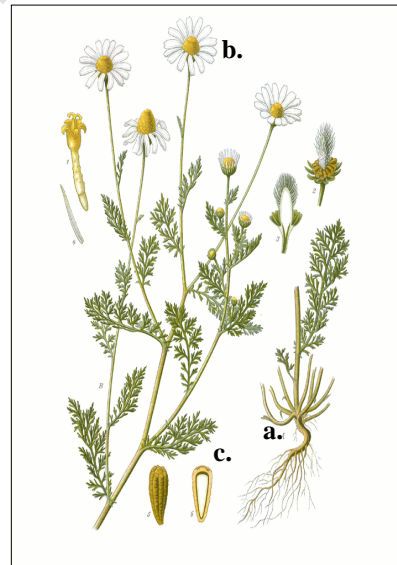


Figura 8.65 - *Anthemis cotula*
a. rădăcină; b. inflorescență cu flori;
c. semințe

Este răspândită în toată țara în regiuni de câmpie și de deal. Este frecvent întâlnită în culturile de cereale păioase, in, lucerniere, plante prășitoare, vii și pomi. Toate părțile plantei sunt toxice. Se folosește în medicină. Partea utilizată este herba și are acțiune contra tusei, astmului, ulcerului gastric și asteniei (6).

***Camelina macrocarpa* (lubițul)** (figura 8.67). Face parte din familia *Cruciferae*. Rădăcina este pivotantă, lemnoasă. Tulpina este erectă, înaltă de 30 - 70 cm, simplă sau ramificată. Frunzele sunt lanceolate, întregi sau distanțat denticulate, sagitate, semiamplexicaule. Florile sunt galbene, dispuse în raceme terminale.

Fructul este o silicăvă obovată sau piriformă, bombată pe ambele fețe. Are semințele ovate brune de 1 mm lungime. Este o specie segetală și ruderală, prezentă în toate provinciile țării cu mare frecvență în culturile de grâu din Bărăgan (15). Este specifică însă culturii de in, căreia îi aduce mari pagube.

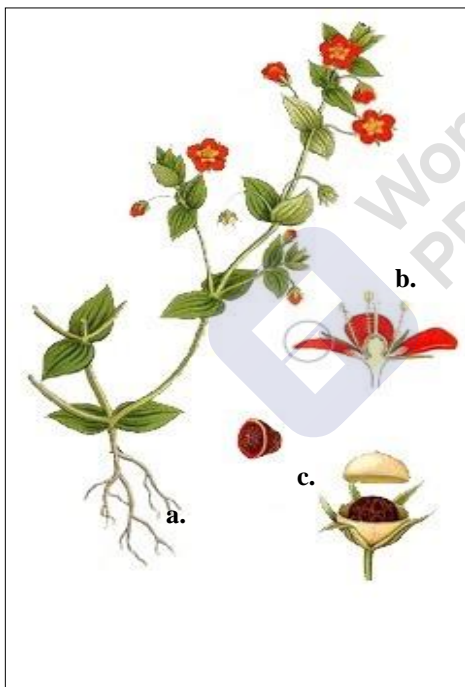


Figura 8.66 - *Anagallis arvensis*
a. rădăcină; b. floare; c. sămânță

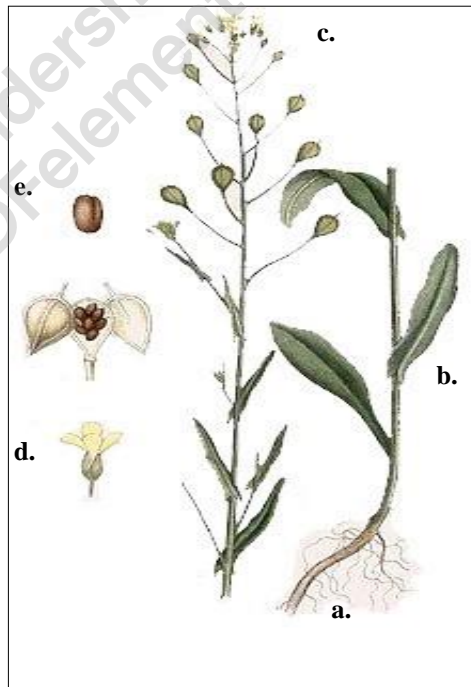


Figura 8.67 - *Camelina macrocarpa*
a. rădăcină; b. tulpină și frunze;
c. inflorescență; d. floare; e. sămânță

***Capsella bursa-pastoris* (traista-ciobanului)** (figura 8.68). Face parte din familia *Cruciferae*. Este plantă anuală, foarte rar bienală, cu rădăcină pivotantă subțire, care ajunge la 90 cm adâncime. Tulpina este erectă, simplă sau ramificată, de 6-60 cm, glabră sau acoperită cu peri ramificați, mai ales spre bază. Frunzele sunt dispuse în rozetă la bază, mai mult sau mai puțin lanceolate, pețiolate, dințate, iar cele de pe tulpină sunt sesile, amplexicaule și cu baza sagitată. Florile sunt albe, grupate într-un racem terminal alungit după înflorire. Fructul este o siliculă triunghiular oscordată, semințele eliptice, turtite lateral, brun-gălbui cu două dungi longitudinale. O plantă produce între 2000 și 70000 semințe și chiar peste 200000 semințe. Acestea germinează de la mică adâncime, 0,1 - 1,5 cm, toamna sau primăvara foarte devreme. Longevitatea semințelor este de 5-6 ani. Este frecventă în culturile de cereale păioase, lucernierele de 2-3 ani, culturi prășitoare, vii și livezi în toate zonele țării.

***Centaurea cyanus* (albăstrița)** (figura 8.69). Face parte din familia *Compositae*. Este o plantă anuală, termofită, cu rădăcina pivotantă, tulpina dreaptă, muchiată, înaltă până la 80 - 100 cm. Frunzele sunt penat-fidate, cele superioare liniar-lanceolate acoperite cu peri lânași. Inflorescența este un calatidiu cilindric-ovoidal. Florile sunt de culoare albastră. Fructele sunt achene cilindrice lungi de 3 - 4 mm, cenușii, cu suprafața fin păroasă. Papsul este mai scurt decât lungimea achenei. O plantă formează între 250-25000

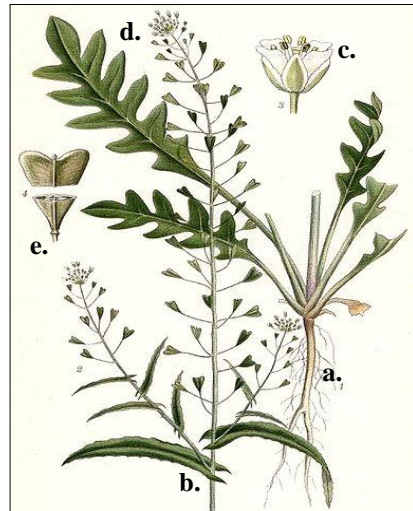


Figura 8.68 - *Capsella bursa-pastoris*

a. rădăcină; b. tulpină cu frunze;
c. floare; d. inflorescență; e. semințe

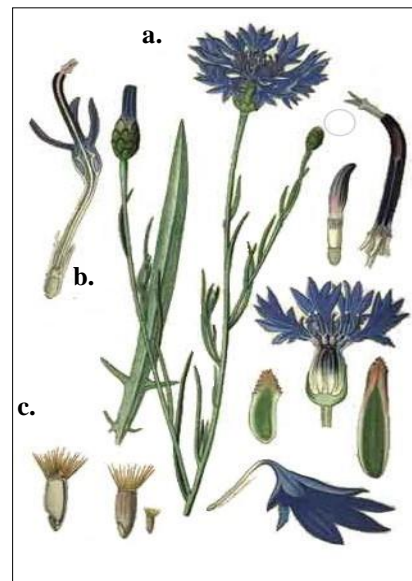


Figura 8.69 - *Centaurea cyanus*

a. inflorescență; b. frunze; c. semințe

semințe, cu MMB de 2,8-4,5g. Apare în culturile de cereale de toamnă, dar și în cele de primăvară, lucerniere, culturi prășitoare. Este plantă gazdă pentru mulți dăunători (6).

***Consolida regalis* sin. *Delphinium consolida* (nemțisor de câmp)** (figura 8.70). Face parte din familia *Ranunculaceae*. I se mai spune și pintenaș. Rădăcina este pivotantă, subțire, ramificată și tulpina este erectă, înaltă de 20 - 50 cm, ramificată, păroasă sau glabră. Frunzele sunt scurt pețiolate, sectate. Florile zigomorfe, hermafrodite sunt grupate în raceme rărite, de culoare violet-albăstrui. O floare prezintă perigonul alcătuit din 5 sepale, din care cea posterioară este prelungită într-un pinten. Fructul este o foliculă glabră, cu semințe trunchiate, lungi de 2 mm, acoperite cu solzișori. O plantă produce între 200 și 1600 semințe, cu MMB = 0,7-1,49 g, semințe care germinează la temperaturi relativ scăzute, fie toamna, fie primăvara devreme din stratul superficial de sol de 0,5 - 2 cm. Crește pe toate tipurile de sol și se dezvoltă în special în cerealele păioase și în lucerniere. Florile conțin alcaloizi utilizați în medicină pentru tratarea gutei, astmului, precum și pentru vopsirea diferitelor țesături în nuanțe de gri, verde, galben. Este o specie meliferă (6).

***Sisymbrium sophia* sin. *Descurainia sophia* (voinică)** (figura 8.71) Face parte din familia *Cruciferae*. Are rădăcina pivotantă, tulpina de 30-70 cm înălțime, ramificată, pubescentă cu peri stelați. Frunzele sunt alterne, suriu-verzui, penat sectate. Florile sunt gălbui pal, dispuse în

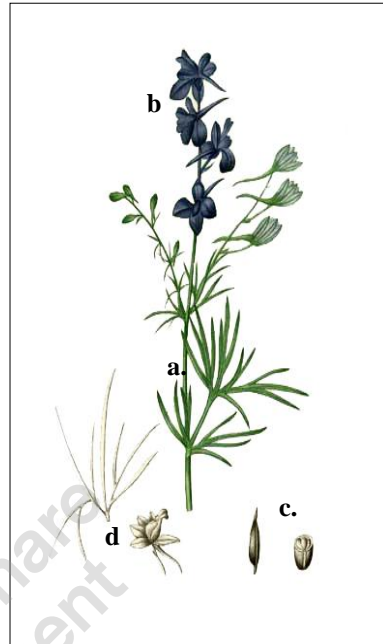


Figura 8.70 - *Consolida regalis*
a. tulpină cu frunze; b. inflorescență;
c. semințe; d. foliculă

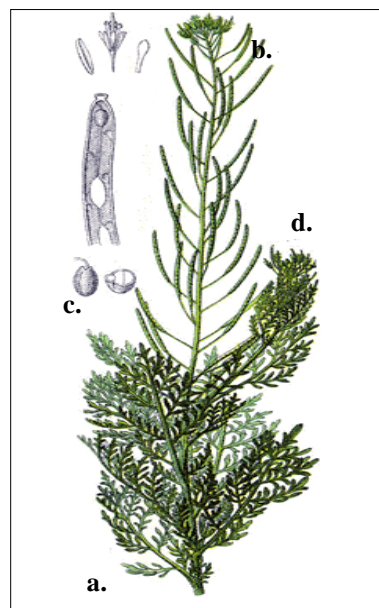


Figura 8.71 - *Descurainia sophia*
a. frunze; b. inflorescență;
c. semințe; d. silicule

raceme terminale. Fructul este o siliculă de 1,5 - 2 cm lungime. Semințele sunt ovale alungite.

O plantă formează între 5000 și 200000 semințe cu $MMB = 0,1 - 0,15$ g, care se răspândesc cu ajutorul animalelor, păsărilor și uneltelor agricole. Germinează din stratul superficial al solului, maximum 1 cm adâncime, atât toamna, cât și primăvara. Plantele răsărite toamna rezistă bine peste iarnă. Semințele își păstrează germinația cel puțin 3-4 ani. Este frecventă în special în zonele din sudul și estul țării, unde infestază culturile de cereale păioase, lucernierele și mai rar culturile prășitoare.

***Erigeron canadensis* (bătrâniș)** (figura 8.72). Face parte din familia *Compositae*. Are rădăcina pivotantă, tulpina înaltă de 20 - 80 cm, frunze liniar lanceolate. Toată planta este acoperită cu peri rari. Inflorescența este formată din antodii mici, numeroase, de 3 - 5 mm lungime, cu florile marginale alburii, iar florile centrale galbene. Fructele sunt achene cilindrice cu papus alb murdar. O plantă formează între 2500 și 20000 semințe cu $MMB = 1,2$ g. Semințele germinează toamna sau primăvara din straturile superficiale de maximum 0,5 cm adâncime. Longevitatea este de 3 - 5 ani. Infestază în special culturile de trifoliene, livezile de pomi și viile, fiind o plantă termofilă. Este o specie care se întâlnește și în condițiile ruderales.

***Matricaria chamomilla* (mușețelul)** (figura 8.73) Face parte din familia *Compositae*. Este plantă anuală cu rădăcina fusiformă, ramificată, tulpina

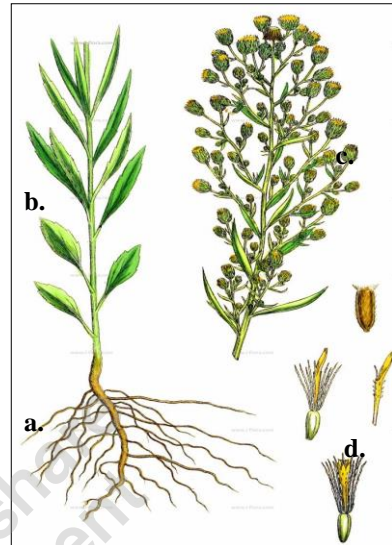


Figura 8.72 - *Erigeron canadensis*

a. rădăcină; b. tulpină cu frunze;
c. inflorescență; d. semințe cu peri

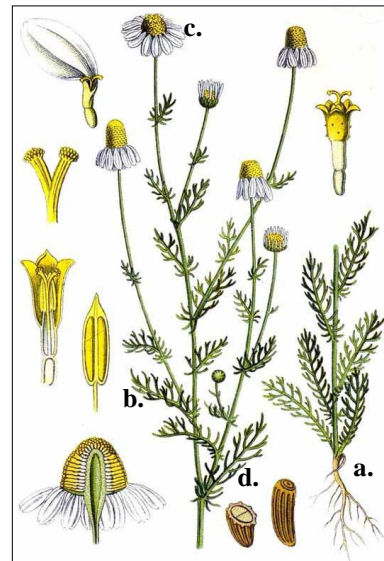


Figura 8.73 - *Matricaria chamomilla*

a. rădăcină; b. tulpină cu frunze;
c. antodiu (floare); d. semințe

înaltă de 10-60 cm înălțime, erectă sau ascendentă, ramificată cu ramuri terminate cu antodii. Frunzele sunt 2-3 penat-sectate, late de 0,5 mm, glabre. Inflorescența este un antodiu (capitul) semiglobulos. Florile tubulare numeroase sunt galbene, iar cele radiale albe, lungi de 4-6 mm. Sămânța este o achenă lungă de 1,1-1,5 mm, cilindrică, puțin curbată la vârf, cu o coronulă puțin dezvoltată. Întreaga plantă emană miros puternic, datorită unui ulei volatil. Este o plantă care se cultivă în scop medicinal, însă crește și spontan în semănăturile de toamnă și primăvară, pe terenuri necultivate, pe marginea drumurilor etc.

Preferă solurile mai sărăturoase. Dacă germinează toamna, ierneză sub formă de rozetă și înflorește primăvara timpuriu. Produce pagube mari atât cantitative, cât și la recoltare (îngreunează recoltarea).

***Matricaria inodora* (mușețelul nemirositor)** (figura 8.74). Face parte din familia *Compositae*. Rădăcina este pivotantă, puternică și lignificată. Tulpina este de 25 - 100 cm înălțime, glabră. Frunzele sunt de 2 - 3 ori penat-sectate. Inflorescența este un calatidiu cu flori ligulate albe, iar cele tubuloase sunt galbene. Calatidiul este plin în interior. Fructul este o achenă fără papus, de 2 mm, cu trei dungi ascuțite. Germinează la temperatura de 3 - 5 °C, atât toamna, cât și primăvara. Plantele de mușețel nemirositor cresc foarte viguros, extrăgând din sol mari cantități de azot. O plantă produce aproximativ 50000 semințe, care pot fi răspândite de vânt, apă, animale, dar și cu ajutorul combinelor de recoltat. Semințele germinează cel mai bine în prezența luminii de la suprafața solului, maximum 0,5 cm adâncime. La întuneric sau încorporate la peste 1-2 cm adâncime nu germinează (16). Longevitatea semințelor este de 6 - 11 ani. Dacă plantele sunt tăiate deasupra solului, acestea se refac formând noi lăstari, flori și semințe. Infestează în special culturile de cereale păioase în care s-au găsit peste 500 plante/m² (18), lucernierele, pajiștile, terenurile nelucrate, ruderales. Este considerată o buruiană problemă.

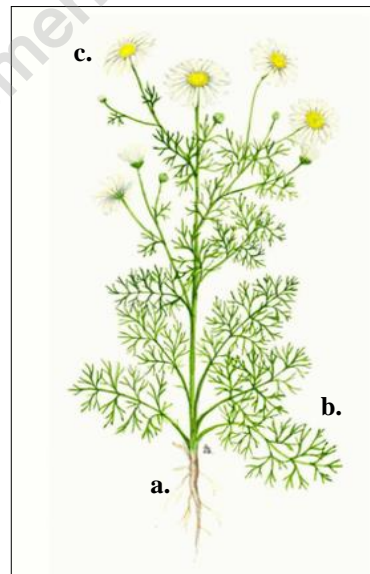


Figura 8.74 - *Matricaria inodora*
a. rădăcină; b. frunze; c. flori

Papaver rhoeas (macul)

Face parte din familia *Papaveraceae* (figura 8.75). Planta este anuală, cu rădăcină pivotantă, tulpina înaltă de 20-90 cm, simplă sau ramificată, patent-păroasă. Frunzele de la bază sunt pețiolate, cu limbul lanceolat și neregulat penat-divizat. Frunzele de pe tulpină sunt sesile, cu forme diferite. Toate frunzele sunt seto-păroase. Florile sunt solitare terminale, lung pedunculate, nutante ca boboc, de regulă roșii, albe, roz sau liliachii, negru maculate la bază. Fructul este o capsulă paricidă glabră, globulos-ovată cu stigmatul disciform persistent, cu 12-14 razii. Semințele sunt reniforme cu tegument brun-cenușiu, reticulat.

O plantă produce între 5000 și 500000 semințe cu $MMB = 0,08 - 0,19$ g. Germinează toamna sau primăvara din straturile de sol superficiale de 0,1-1 cm. Longevitatea semințelor este până la 10 ani.

Este răspândită în zona de șes și de deal, cu deosebire în zona de sud a țării. Are o evoluție ciclică, astfel încât la intervale de 4-5 ani infestarea este foarte puternică.

Infestează în special cerealele păioase de toamnă sau primăvară, lucernierele de anul I și rareori, culturile prășitoare. Se întâlnește și pe terenurile necultivate, locuri ruderales etc.

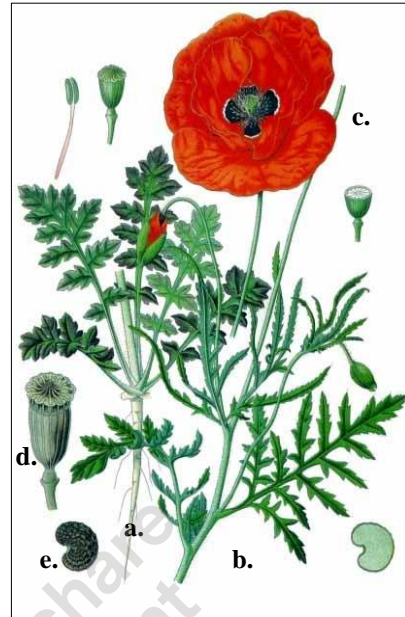


Figura 8.75 - *Papaver rhoeas*
a. rădăcină; b. plantă cu frunze; c. floare;
d. capsulă paricidă; e. sămânță

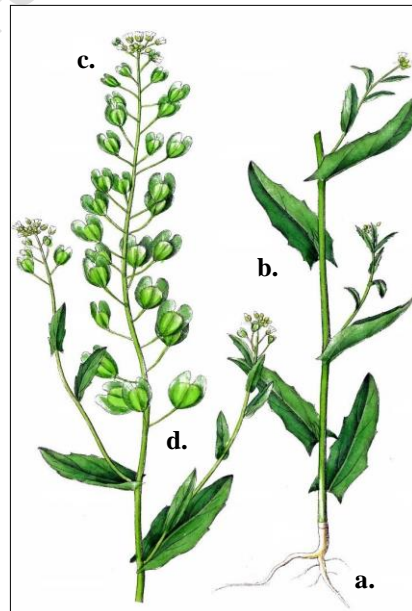


Figura 8.76. *Thlaspi arvense*
a. rădăcină; b. frunze; c. inflorescență;
d. siliculă

***Thlaspi arvense* (pungulița)** (figura 8.76). Face parte din familia *Cruciferae*. Are rădăcina pivotantă, tulpina erectă înaltă de 15 - 40 cm înălțime, simplă sau ramificată. Frunzele sunt ovate sau lanceolate, cele de la bază pețiolate, iar cele de pe tulpină sesile. Întreaga plantă este glabră. Florile sunt albe, grupate terminal într-un racem dens la început și foarte alungit după înflorire. Fructul este o siliculă aripată, comprimată lateral, cu 3 - 8 semințe. Semințele sunt ovate de 1,5 - 2,2 mm, negre-brunii, concentric striate. O plantă formează între 1600-20000 semințe cu MMB 0,8-1,3 g. Își păstrează puterea de germinație între 7 și 15 ani. Această buruiiană este comună de la câmpie până la munte. Îmburuienază toate culturile agricole și plantațiile de pomi și vie, mai ales în culturile de cereale păioase și pășuni. De regulă, nu este consumată de animale. Ajunsă în hrana animalelor ca fân, imprimă laptelui un miros de usturoi iar semințele măcinate imprimă făinii de grâu același miros.

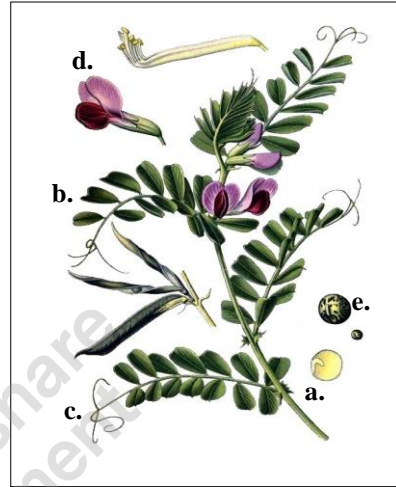


Figura 8.77. *Vicia* sp.
a. tulpină; b. frunză; c. cârcel;
d. floare; e. sămânță

***Vicia* sp. (măzăriche)** (figura 8.77). Speciile din acest gen fac parte din familia *Leguminosae* și sunt cunoscute sub numele popular de măzăriche. Cele care germinează toamna și rezistă peste iarnă sunt: *Vicia villosa* – măzăriche păroasă, *Vicia pannonica* – măzăriche roșie și *Vicia hirsuta* – costiță.

***Vicia pannonica* (măzărichea roșie)** (figura 8.78). Rădăcina plantei este pivotantă, cu tulpină înaltă, păroasă, de 40-60 cm. Frunzele au 4 - 8 perechi de foliole, înguste, lanceolate. În vârful frunzelor se află câte un cârcel. Florile sunt roșii-purpurii dispuse câte 2 - 4 în raceme axilare, cu stindardul păros. Fructul este o păstaie alipit-păroasă, cu 2 - 4 semințe globulare



Figura 8.78. *Vicia pannonica*
a. frunze; b. inflorescențe;
c. păstăi; d. semințe

brune. Este o plantă agățătoare (cu ajutorul cârceilor), înflorește și fructifică în mai - iunie. O plantă produce 300 - 500 semințe cu MMB = 43-47 g. Este, de regulă, o plantă cultivată, însă apare și spontan.

***Vicia hirsuta* (cosița)** (figura 8.79). Are rădăcina subțire, lungă și tulpina prostrată sau ascendentă, tetramuchiată, slab păroasă, de 20 - 90 cm. Frunzele au 4 - 8 perechi de foliole liniare de 5 - 20 mm, cu vârful retezat sau rotunjit, rar emerginat. Florile sunt mici, de culoare alburie-violacee, grupate în raceme axilare. Fructul este o păstaie de 6 - 10 cm lungime, păros, cu două semințe globuloase, cu tegumentul neted, lucios, brun. MMB = 4 - 6 g. Este o specie segetală și ruderală, întâlnită prin fânețe, păduri etc., răspândită în toată țara.

***Vicia villosa* (măzăricea păroasă)** (figura 8.80). Plantă anuală cu tulpina ramificată, înaltă de 30-100 cm, subțire, care se agață cu cârceii de plantele vecine. Frunzele au 6-10 perechi de foliole alungit-lanceolate, mai rar liniare sau eliptice. Florile sunt dispuse în raceme lungi. Fructul este o păstaie cu 2-8 semințe sferice și diametrul de 3,5 mm. Tegumentul este brun, negricios, neted. Crește atât ca plantă cultivată, dar și spontan. Se cultivă în amestec cu o cereală păioasă de toamnă sau de primăvară, formând borceagurile. Mari pagube produce cerealelor păioase pe care le înăbușă și le culcă (recoltarea se face foarte greu). În anii ploioși, cu distribuție înainte de recoltatul cerealelor poate apărea și se poate dezvolta puternic în aceste culturi (în al doilea an de infestare).

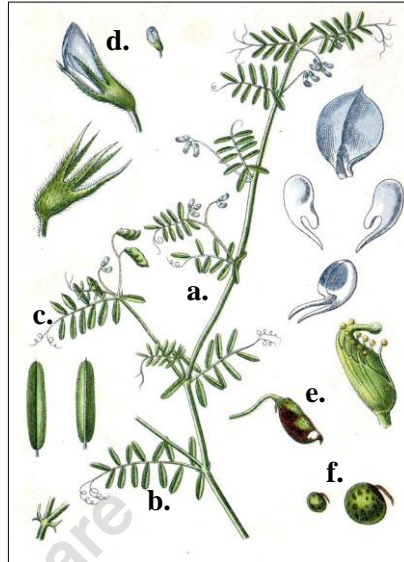


Figura 8.79 - *Vicia hirsuta*

a. tulpină; b. frunză; c. cârcel;
d. floare; e. păstaie; f. sămânță

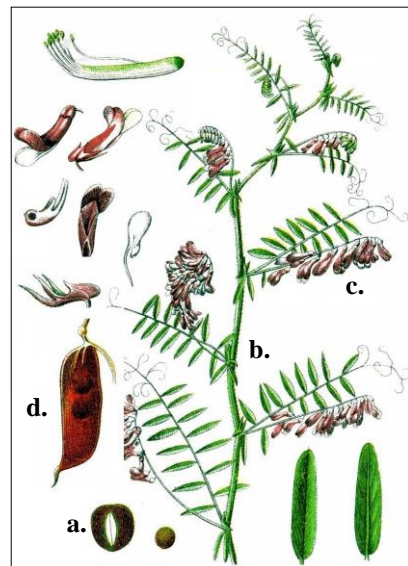


Figura 8.80 - *Vicia villosa*

a. semințe; b. tulpină cu frunze;
c. racem floral; d. păstaie

***Viola tricolor* (trei frați pătași)** (figura 8.81). Face parte din familia *Violaceae*. Rădăcina este pivotantă, subțire și ramificată. Tulpina este erectă, înaltă de 5 - 30 cm, simplă sau ramificată, glabră sau scurt pubescentă. Frunzele sunt pețiolate, stipele variabile ca forme, lanceolate, eliptice, lat ovate. Florile sunt mici, grupate axilar câte una, cu petalele diferit colorate: una este galbenă și pintenată, cele superioare sunt albe-gălbui. Fructul este o capsulă valvicidă. Semințele eliptice îngustate spre hil, unde au o porțiune foarte căutată de furnici, care asigură astfel și răspândirea. Semințele germinează toamna sau primăvara devreme, de la adâncimi de 0,5 - 1 cm. Este răspândită în special pe podzoluri, infestând culturile de cereale de toamnă, însă și culturile prășitoare. Crește și pe terenurile necultivate.

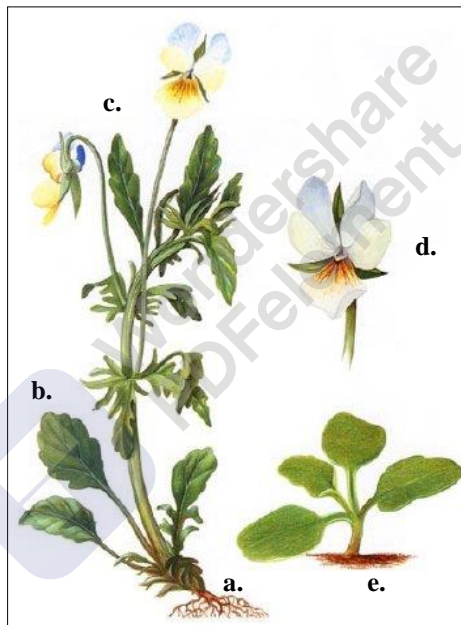


Figura 8.81 - Viola tricolor

a. rădăcină; b. frunze; c. inflorescență;
d. floare; e. plantulă

E. Buruieni anuale de toamnă și bienale

Grupa cuprinde specii de buruieni care au ciclul de viață de doi ani. Când germinează primăvara sau toamna cresc vegetativ, iar în anul următor ramifică puternic, înfloresc și fructifică. Când germinează toamna produc semințe după a doua iarnă. Sunt unele specii de buruieni care după fructificare lăstăresc de la bază formând noi plante.

***Carduus nutans* (ciurlanul)** (figura 8.82). Face parte din familia *Compositae*. Are rădăcina pivotantă, adâncă. Tulpina este înaltă de 40 - 100 cm. Inflorescența este un capitul cu florile purpurii. Crește și se dezvoltă pe islazuri, terenuri necultivate.

***Daucus carota* (morcov sălbatic)** (figura 8.83). Face parte din familia *Umbelliferae* (*Apiaceae*). Este o plantă biennială de toamnă sau primăvară. Rădăcina este pivotantă, subțire și gălbuie. Tulpina este erectă, înaltă de 50 - 80 cm, ramificată, aspru-păroasă. Frunzele sunt alterne cu teaca bine dezvoltată, membranoasă. Frunzele inferioare sunt pețiolate, iar cele superioare sunt sesile. Limbul este de 2 - 4 ori penat-sectat. Are frunze verzi hispid păroase. Florile sunt dispuse într-o umbelă compusă (umbela + umbelula). În mijlocul umbelei se află o floare sterilă, de culoare roșie închis. Celelalte flori au culoarea albă. Fructul este o dicariopsă, care la maturitate se desface în două mericarpii care rămân prinse de carpofoar. Crește în toate zonele din țară, mai frecvent în lucerniere, fânețe și în terenurile nelucrate.

***Melilotus officinalis* (sulfina galbenă)** (figura 8.84). Face parte din familia *Leguminosae*. Este o specie biennială cu rădăcina pivotantă, ramificată. Tulpina are 50 - 100 cm, este lignificată la bază, ramificată,

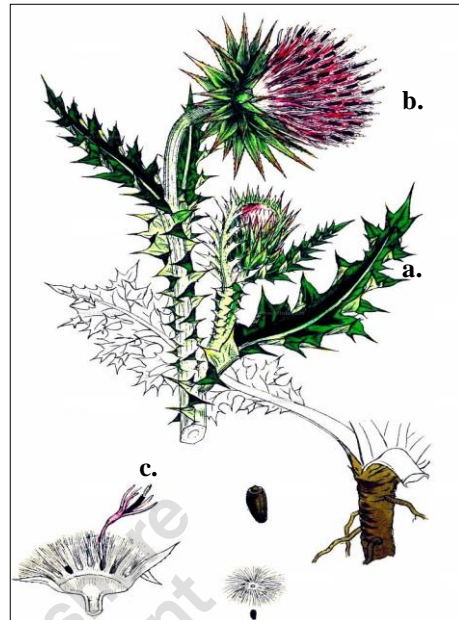


Figura 8.82 - *Carduus nutans*
a. frunză; b. inflorescență; c. sămânță

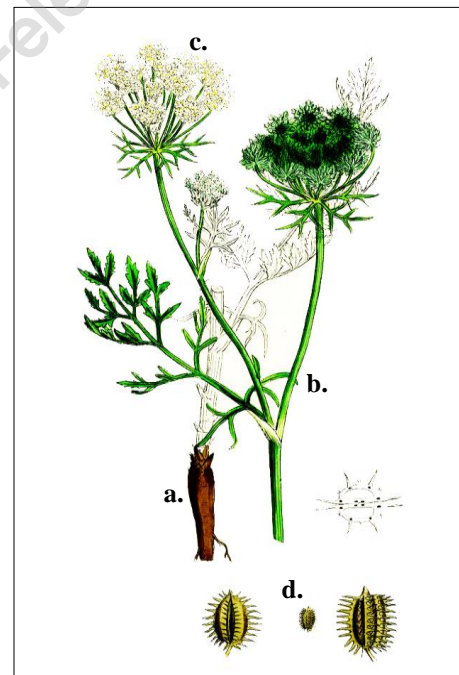


Figura 8.83 - *Daucus carota*
a. rădăcină; b. tulpină cu frunze;
c. umbelă florală; d. semințe

muchiată. Frunzele sunt alterne, trifoliolate, cu foliole obovate-serat dințate pe margini. Florile sunt mici și pendule. Se grupează câte 30 - 70 în raceme axilare lungi și subțiri. Culoarea florilor este galbenă. Fructul este o păstăie monospermă, lungă până la 15 cm, brună, mucronată.

Se întâlnește în țara noastră în fânețe, locuri cultivate și ruderaie. Crește bine pe soluri ușoare, nisipoase. Servește ca plantă pentru extragerea cumarinei, folosită în industria parfumurilor și la aromatizarea tutunului.

Nu este consumată cu plăcere de animale. Nu produce meteorizații, consumată însă în cantități mari provoacă intoxicații. Este și o plantă medicinală, florile fiind folosite pentru ceaiuri cu acțiune carminativă, la spălarea ochilor și a rănilor. Este și o bună plantă meliferă.

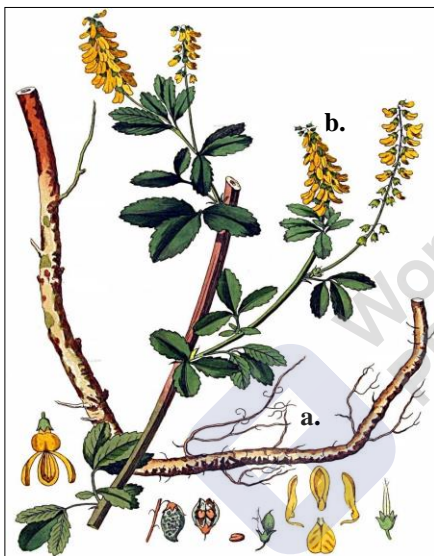


Figura 8.84 - *Melilotus officinalis*
a. rădăcină pivotantă; b. inflorescență

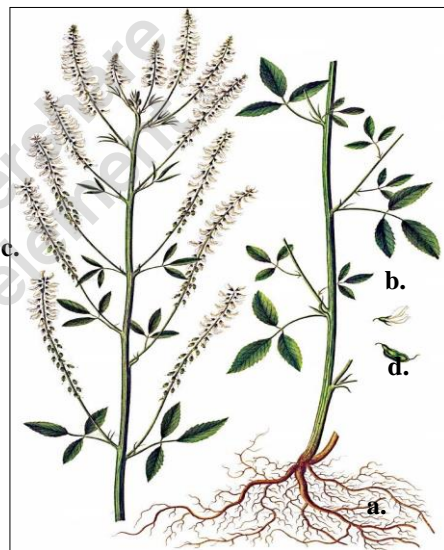


Figura 8.85 - *Melilotus albus*
a. rădăcină; b. frunză; c. inflorescență;
d. păstăi monosperme

Melilotus albus (sulfina albă) (figura 8.85). Are aceleași caractere ca *Melilotus officinalis*, dar culoarea florilor este albă.

Verbascum phlomoides (lumânărica) (figura 8.86). Face parte din familia *Scrophulariaceae*. Este bială, cu înmulțire prin semințe. Este o plantă robustă, înaltă până la 1,5 - 2 m.

Frunzele sunt mari, păsloase pe ambele fețe. Florile sunt mari, galbene și formează un spic lung, ramificat și des. Înfloreste și fructifică în iulie - august.

Planta este toxică și este evitată de animale. Este prezentă și în lucerniere și pajiști. În jurul ei plantele dispar, datorită frunzelor mari dispuse în rozetă, la baza tulpinii.

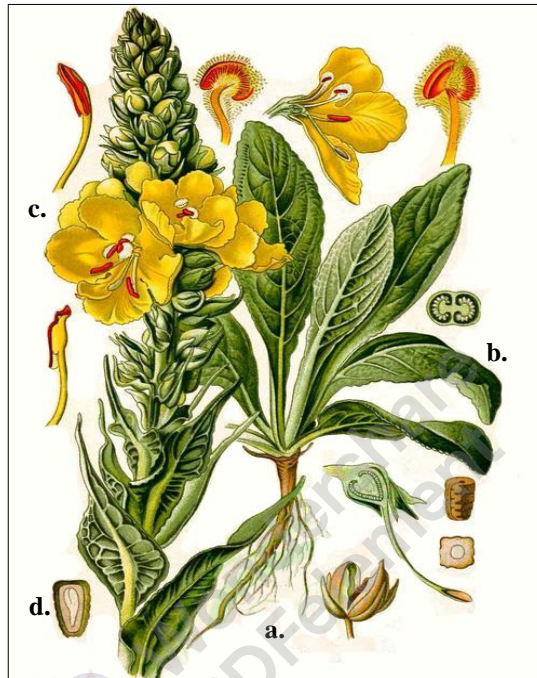


Figura 8.86 - *Verbascum phlomoides*

a. rădăcină; b. frunze;
c. inflorescență; d. sămânță

8.6.4. BURUIENI DICOTILEDONATE PERENE

Din această clasă fac parte următoarele subgrupe de buruieni:

- A. Buruieni dicotiledonate perene cu înmulțire prin semințe;
- B. Buruieni dicotiledonate perene cu înmulțire prin semințe și muguri din stoloni;
- C. Buruieni dicotiledonate perene cu înmulțire prin rizomi și semințe;
- D. Buruieni dicotiledonate perene cu înmulțire prin drajoni și semințe.

A. Buruieni dicotiledonate perene cu înmulțire prin semințe

***Cichorium intybus* (cicoarea)** (figura 8.87). Face parte din familia *Compositae*. Este plantă perenă, cu rădăcina verticală și groasă. Tulpina este erectă, înaltă de 30 - 120 cm, scvamos ramificată, sulcată, glabră sau aspru-păroasă. Frunzele de la bază sunt pețiolate, iar cele tulpinale sesile. Florile sunt albastre, sub formă de antodiu. Fructele sunt achene, 2 - 5 muchiate, lungi, cu un papus scurt. Este comună în toată țara, din zona de stepă până la munte. Înflorește și fructifică din luna iunie până în septembrie. Îmburuienează în special lucernierele, pajiștile și islazurile, precum și locurile necultivate.

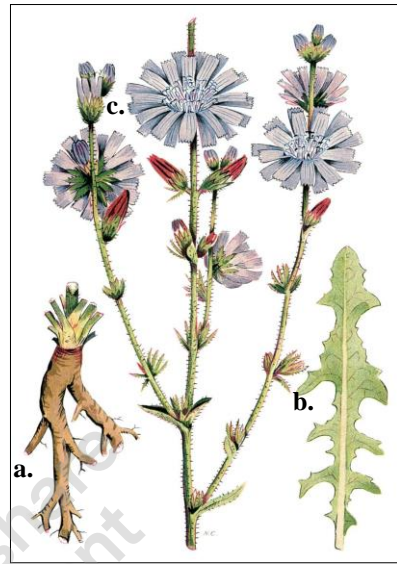


Figura 8.87 - *Cichorium intybus*

a. rădăcină; b. frunză;
c. inflorescență cu flori

***Galega officinalis* (ciumărea)** (figura 8.88). Face parte din familia *Leguminosae*. Plantă perenă cu înmulțire prin semințe. Tulpina este înaltă până la 1m, erectă sau îndoită, fistuloasă. Florile sunt liliachii sau albe, dispuse în raceme axilare, mai lungi decât frunzele. Înflorește și fructifică în iulie - august. Este o plantă toxică, mai ales pentru oi, datorită conținutului ridicat în cumarină. Se găsește pe pajiști, lucerniere și pășuni pe care le invadează și le degradează.

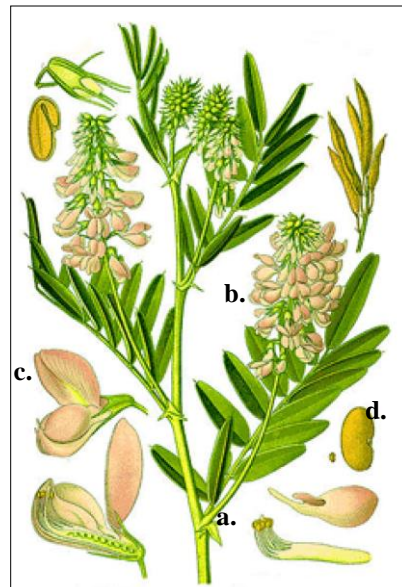


Figura 8.88 - *Galega officinalis*

a. tulpină cu frunze; b. inflorescență;
c. floare; d. sămânță

***Plantago* sp. (pătlagina).** Plantele din acest gen fac parte din familia *Plantaginaceae*. Speciile din acest gen îmburuienează în special pajiștile, fânețele, lucernierele, solele înierbate (terase), taluzurile digurilor, marginile de șosele. Importante pentru țara noastră sunt trei specii:

***Plantago major* (pătlagina mare)** (figura 8.89). Este o plantă perenă, cu rădăcina fibroasă. Are frunze mari, ovate. Nu se înmulțește vegetativ, ci numai prin semințe. Înfloarește și fructifică din iulie până în octombrie. O plantă formează între 20000 și 60000 semințe (14). Longevitatea acestor semințe este mai mare de 7 ani. Invadează pajiștile, pășunile, locurile nelucrate și ruderales.

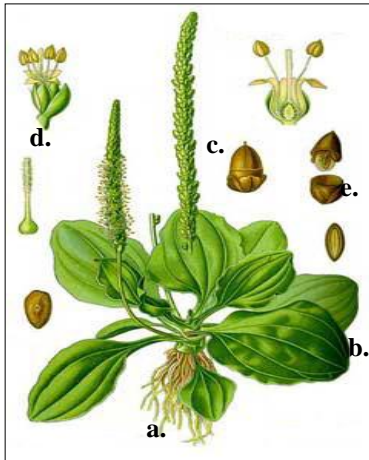


Figura 8.89 - *Plantago major*
a. rădăcină; b. frunze; c. inflorescență;
d. floare; e. semințe



Figura 8.90 - *Plantago media*
a. rădăcină; b. plantă cu frunze;
c. inflorescență; d. semințe

***Plantago media* (pătlagina moale)** (figura 8.90). Plantă perenă, se deosebește de specia precedentă prin forma frunzelor, care sunt lanceolate. Înfloarește și fructifică din mai - iunie și face un număr mic de semințe. Se întâlnește în pajiști, culturi înerbate și locuri ruderales.

***Plantago lanceolata* (pătlagina îngustă)** (figura 8.91). Are frunze lanceolate, mai înguste și mai lungi decât specia *Plantago media*. Înfloarește din mai până în octombrie. O plantă formează în jur de 1500-5500 semințe, cu o longevitate de 10 ani. Este specie perenă cu înmulțire prin semințe, dăunătoare mai ales în pajiști și fânețe. Se înmulțește foarte repede, mai ales în pajiști cu spații libere, pe care le ocupă cu repeziciune.

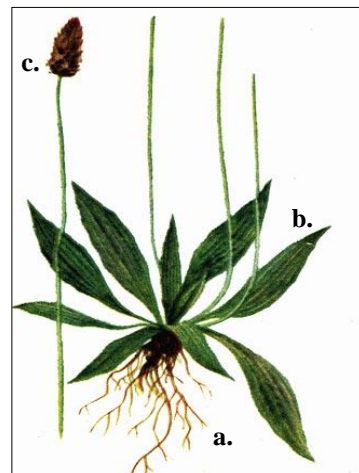


Figura 8.91 - *Plantago lanceolata*
a. rădăcină; b. frunze; c. inflorescență

***Potentilla anserina* (L.) (coada racului)** (figura 8.92). Face parte din familia *Rosaceae*. Frunzele sunt verzi pe partea superioară, tomentoase, argintii pe fața inferioară. Florile sunt mari, galbene, solitare. Înfloreste din mai până în august. Crește și se dezvoltă în pajiștile umede, situate pe nisipuri, în preajma râurilor.

***Ranunculus acer* (floare broștească).** Face parte din familia *Ranunculaceae*. Se înmulțește prin semințe. Formează în sol un rizom scurt și gros din care pornesc numeroase rădăcini fasciculate. Florile sunt galbene, lucioase, strălucitoare. Fructele sunt nucule turtite lateral, prevăzute cu un rostru scurt. Înfloreste din mai până în august. Este o buruiiană toxică, foarte dăunătoare, întâlnită în pășuni și pajiști, unde animalele evită să o consume.

***Rapistrum perenne* (ciurlanul alb)** (figura 8.93). Aparține familiei *Brassicaceae*. Se înmulțește numai prin semințe. Are rădăcina pivotantă.

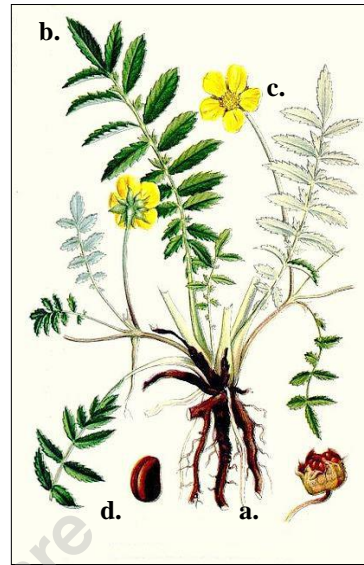


Figura 8.92 - *Potentilla anserina*
a. rădăcină; b. frunze; c. floare;
d. sămânță

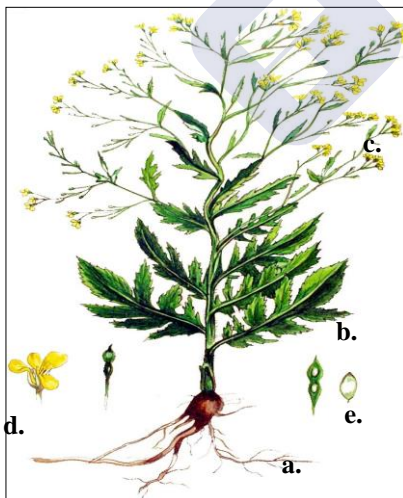


Figura 8.93 - *Rapistrum perenne*
a. rădăcină; b. frunze; c. inflorescență;
d. floare; e. silicve

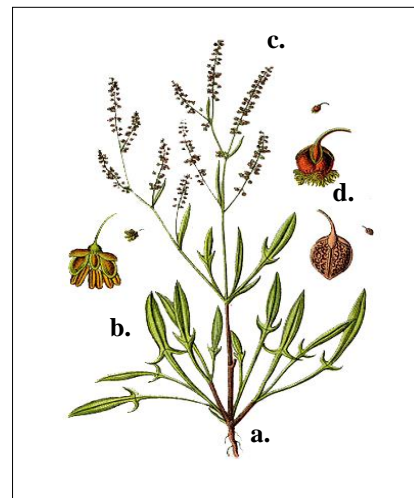


Figura 8.94 - *Rumex acetosella*
a. rădăcină; b. frunze; c. inflorescență;
d. sămânță

Tulpina crește până la 60 cm înălțime, groasă, ramificată la bază, acoperită cu peri țepoși. Frunzele sunt păroase. Florile sunt de culoare galbenă, grupate în raceme în vârful ramurilor. Fructul este o silică cu o singură sămânță. Este răspândită în Moldova, Transilvania. Se întâlnește în pajiști, pășuni, islazuri și locuri ruderales.

***Rumex acetosella* (măcrișul mărunț)** (figura 8.94). Face parte din familia *Polygonaceae*. Se întâlnește în toate zonele din țară, pe solurile podzolice acide. Planta este scundă, se înmulțește foarte mult pe pajiști, lucerniere, dar și în alte culturi de câmp. Se înmulțește prin semințe și germinează la 5 – 10 °C. Înfloarește din mai până în iulie.

***Taraxacum officinale* (păpădia)** (figura 8.95). Face parte din familia *Compositae*. Este plantă perenă, care se înmulțește în principal prin semințe, dar dacă coletul este tăiat se poate înmulți și prin muguri radiculari aflați pe colet. Rădăcina este pivotantă, groasă, lignificată, care se continuă cu un rizom scurt și gros.

Tulpina aeriană este de tip scap, cu internodii bazale foarte scurte, iar cel terminal este lung, fistulos în fazele tinere lănat-păros. Frunzele sunt alterne, foarte apropiate formând o rozetă bazală. Frunzele sunt glabre, oblonceolate, pețiolate, runcinate. Toată planta prezintă latex alb.

În vârful tulpinii se află un singur calatidiu de 3,5 - 4,5 cm diametru. Floarea este de culoare galbenă. Fructul este o achenă brună, fin brăzdată. Prezintă papus alb (caliciu persistent). O plantă formează numeroase semințe răspândite cu ajutorul vântului.

Crește pe pajiști uscate sau umede, în locuri ruderales, lucerniere bătrâne, pășuni, grădini de legume. Are calități medicinale – ceaiul din frunze de păpădie este diuretic și tratează boli de ficat.

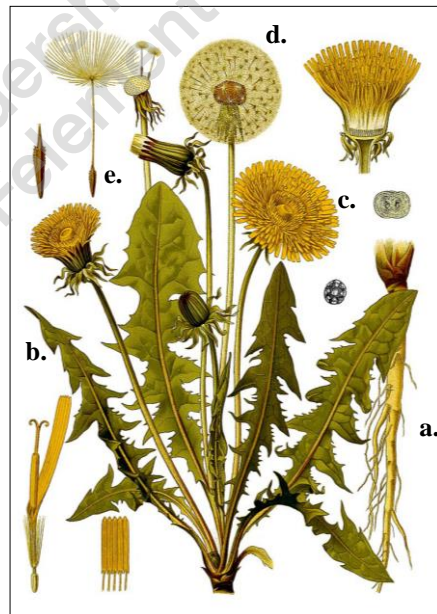


Figura 8.95 - *Taraxacum officinale*
a. rădăcină; b. frunze; c. calatidiu cu flori; d. calatidiu cu semințe; e. sămânță cu papus

Artemisia absinthium
(**pelinul**) (figura 8.96). Face parte din familia *Compositae*. Este perenă, cu înmulțire prin semințe și cu înmulțire slabă prin muguri radiculari. Tulpina este înaltă de 50-60 cm, frunzele sunt prevăzute cu peri fini, de culoare cenușie. Florile sunt galbene, dispuse în capitule mici, globuloase, grupate în raceme, foarte mirositoare. O plantă formează >100000 semințe. Apare în fânețe, islazuri, pajiști degradate, pe marginea drumurilor. Păscută de animale, imprimă laptelui un gust amar și un miros neplăcut.

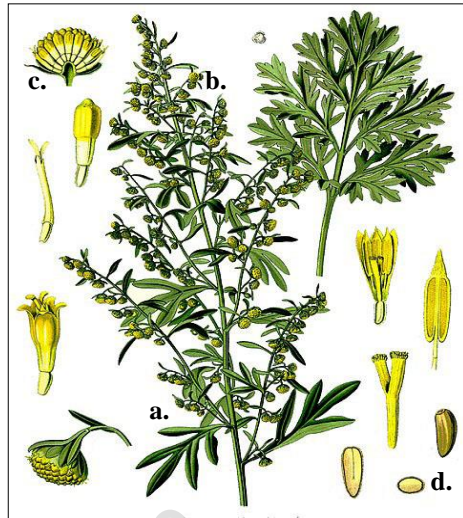


Figura 8.96 - *Artemisia absinthium*
a. tulpină cu frunze; b. inflorescență;
c. floare; d. semințe

B. Buruieni

dicotiledonate perene cu înmulțire prin semințe și muguri din stoloni

Grupa include specii perene, cu înmulțire prin semințe și organe vegetative numite stoloni. Îmburuienează pajiștile situate în locuri mai umede.

Ajuga reptans (**vineriță**) (figura 8.97). Face parte din familia *Labiatae*. Planta are tulpina scurtă, flori albastre, rar albe sau roșiatice. Crește în zonele mai răcoroase infestând pajiștile, islazurile sau pășunile din aceste locuri.

***Potentilla reptans* (L.) (cinci degete)** (figura 8.98). Face parte din familia *Rosaceae*. Are tulpină târâtoare și frunze palmate. Prezintă stoloni verticali sau oblici față de sol, groși, negricioși. Florile sunt galbene, înflorește din iunie până în august. Specifică zonelor mai reci.

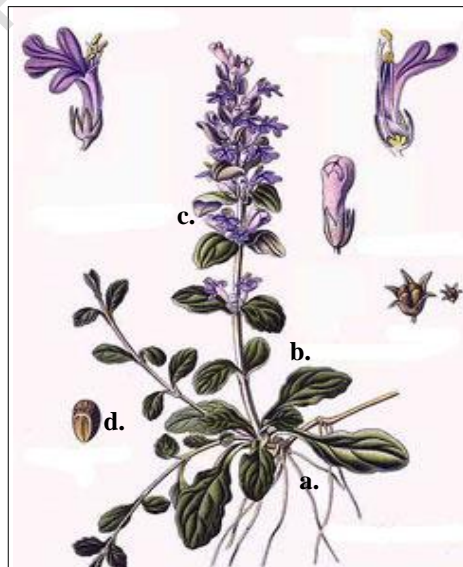


Figura 8.97 - *Ajuga reptans*
a. rădăcină; b. tulpină cu frunze;
c. floare; d. sămânță

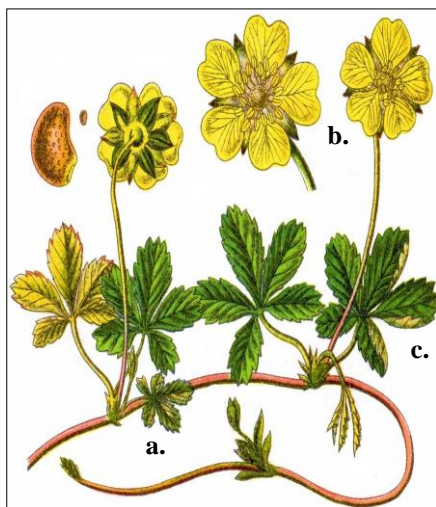


Figura 8.98 - *Potentilla reptans*

a. tulpină târătoare; b. floare;
c. frunză palmată

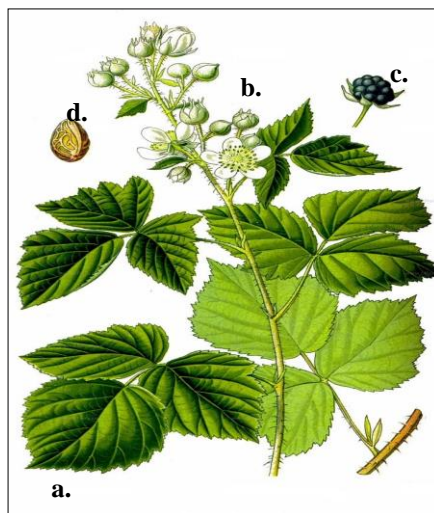


Figura 8.99 - *Rubus caesius*

a. frunză; b. inflorescență; c. fruct;
d. sămânță

***Rubus caesius* (rugul sau murul de miriște)** (figura 8.99). Face parte din familia *Rosaceae*. Se întâlnește în toată țara, preferând solurile fertile, lăcoviștile, luncile și, rar, podzolurile. Infestează cerealele păioase, culturile prășitoare și livezile de pomi fructiferi. Este o buruiană semilemnoasă cu sistem radicular dezvoltat, care pătrunde adânc în sol. Tulpina este târătoare, procumbentă, acoperită de ghimpi inegali, ascuțiți și cu peri glandulari. Tulpinile sunt prevăzute cu muguri radiculari din care iau naștere noi tulpini. Frunzele sunt stipelate, alterne, trifoliolate, cu foliole inegal separate, tomentoase pe fața inferioară și păroase pe fața superioară. Florile sunt albe-roz grupate în inflorescențe corimboase. Fructul este o polidrupă neagră-albăstruie, mică, brumată, comestibilă. În al treilea an de viață formează lăstari floriferi. Toamna lăstarii târători se înrădăcinează la capăt, formând în anul următor noi plante. Răspândirea se face cu ajutorul păsărilor (mănâncă fructele și transportă la distanță semințele).

***Ranunculus repens* (floarea de lac sau piciorul cocoșului)** (figura 8.100). Face parte din familia *Ranunculaceae*.

Se înmulțește prin semințe, dar și prin mugurii de pe stoloni. Are stoloni verticali. Florile numeroase, galbene, strălucitoare, sunt lung pedunculat. Fructele sunt nucule turtite lateral. Crește în zone umede pe pășuni, pajiști și locuri ruderales. Este toxică și este evitată de animale.

***Glechoma hederacea* (sâlnic)** (figura 8.101). Face parte din familia *Labiatae*. Are tulpina târătoare cu stoloni. Frunzele sunt lung pețiolate, reniforme. Florile sunt albastre sau violet, așezate la subsoara frunzelor. Înflorește și fructifică în martie - mai. Este toxică, mai ales când este păscută de cai. Produce pagube mari în fânețele și pajiștile din zonele mai umede. Se înmulțește foarte repede și distruge plantele de cultură.

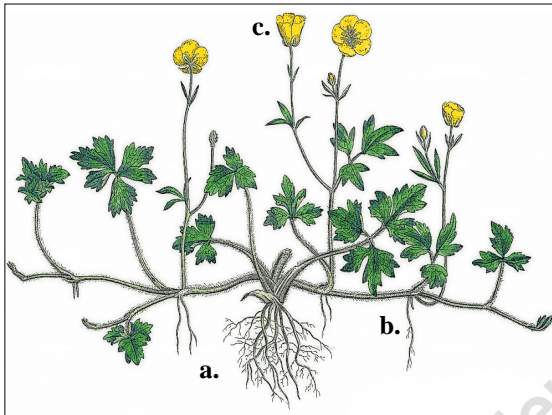


Figura 8.100 - *Ranunculus repens*

a. rădăcină; b. stolon; c. floare

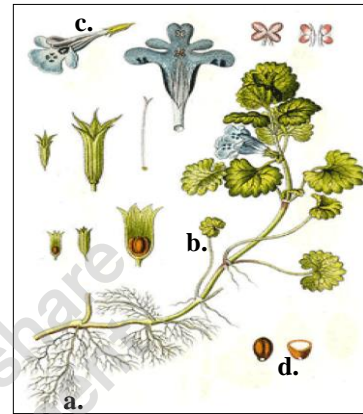


Figura 8.101 - *Glechoma hederacea*

a. rădăcină; b. tulpină târătoare cu frunze;
c. floare; d. semințe

C. Buruieni dicotiledonate perene cu înmulțire prin rizomi și semințe

Fac parte din această grupă specii de buruieni specifice terenurilor nelucrate, ruderales, mai umede, care pot infesta culturile agricole, în special cele legumicole.

***Lathyrus tuberosus* (L.) (sângele voinicului)** (figura 8.102). Face parte din familia *Leguminosae*. Popular i se mai spune oreșniță sau bobușor. Plantă perenă cu axa hipocotilă și partea superioară a rădăcinii tuberizată. Prezintă un rizom filiform, ramificat, cu tuberculi ovoizi comestibili.



Figura 8.102 - *Lathyrus tuberosus*

a. tulpină cu frunze, inflorescență și cârcei;
b. inflorescență; c. păstăi; d. semințe

Acești tuberculi sunt complet dezvoltăți abia după 3 - 4 ani (de mărimea unei alune). Tulpina este aeriană, subțire, unchiată, agățătoare, înaltă de 50 - 100 cm. Se continuă în sol cu un rizom subțire care merge până la tubercul. Frunzele sunt penat-compuse, au o singură pereche de foliole eliptice sau obovate. Florile au culoare roșu-carmin, grupate câte 3 - 6 în raceme laxe, axilare, plăcut mirositoare. Fructul este o păstaie lanceolată, glabră, cu 3 - 6 semințe sferice, cu tegument brun deschis până la brun-verzui, cu mici verucozități. Înmulțirea are loc în special pe cale vegetativă, prin fragmentarea rizomilor și prin semințe.

Îmburuienază în special culturile de cereale de toamnă pe care le concurează pentru factorii de vegetație, dar le și culcă (se agață cu cârceii pe tulpini) îngreunând foarte mult recoltarea. În timpul recoltării plantele sunt încă verzi. Semințele acestei specii depreciază calitatea făinii. O plantă formează între 150 și 400 semințe, cu MMB = 24 - 25 g.

Aristolochia clematitis (cucurbețică sau mărul lupului) (figura 8.103). Face parte din familia *Aristolochiaceae*.

Are în pământ un rizom galben-brun care pătrunde în sol până la 1 - 1,5 m, de pe care se dezvoltă tulpina aeriană, erectă, de 20-100 cm înălțime.

Frunzele sunt alterne, lung pețiolate, ovat-triunghiulare. Florile sunt globuloase la bază, tubuloase la mijloc și răsfirate la vârf, de culoare galben-pal. Fructul este o pseudo-capsulă piriformă multispermă. Semințele sunt triunghiulare-turtite, de 6 - 12 mm, castaniu-brune, cu un strat extern spongios. O plantă produce 200 - 600 semințe care germinează în sol, de obicei primăvara de la 0,5 - 3 cm adâncime. Se înmulțește vegetativ prin fragmentarea rizomilor și prin semințe. Infestează în special culturile prășitoare, dar și cerealele păioase, trifolienele, viile și livezile de pomi, precum și locurile ruderales. Este toxică pentru animale. Dacă este consumată, provoacă inflamarea rinichilor și a intestinelor acestora.

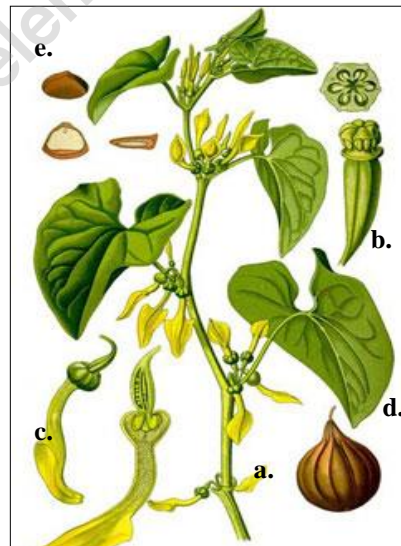


Figura 8.103 - *Aristolochia clematitis*

a. tulpină; b. frunze; c. flori;
d. fruct; e. semințe

***Sambucus ebulus* (bozul)** (figura 8.104). Face parte din familia *Caprifoliaceae*. Plantă perenă cu rizom puternic, târâtor. Tulpina este de 50 - 150 cm, cu frunze opuse, imparienat-compuse, cu 7 - 11 foliole ovate lanceolate și serate. Florile mici albe-roz sunt grupate în cime corimbiforme. Fructul este o drupă neagră, lucioasă cu 3 - 4 semințe alungit-ovoide, cu tegument de culoare roșiatică, cenușie și zgrunțuros. Întreaga plantă prezintă un miros puternic neplăcut. Fructele sunt căutate de păsări, care și răspândesc semințele.

Această plantă crește în vetre în locuri necultivate, pășuni, lucerniere, în jurul platformelor de gunoi de grajd și în jurul stânelor. Este foarte toxică pentru animale.

***Veratrum album* (stirigoaia)** (figura 8.105).

Face parte din familia *Liliaceae*. Are un rizom cărnos, gros de 3 cm, brun-negricios și cu miezul alb. Tulpina aeriană este fistuloasă, înaltă de 150 - 200 cm și acoperită în întregime cu frunze alterne, sesile cu nervuri arcuate. Inflorescența este mare (35 - 65 cm) cu numeroase flori albe, cu miros neplăcut, amețitor. Fructul este o capsulă triloculară cu semințe de 10 - 15 mm plane și aripate.

Se întâlnește în special în zona de munte, infestază pășunile și pajiștile, în jurul stânelor. Este toxică pentru toate animalele.

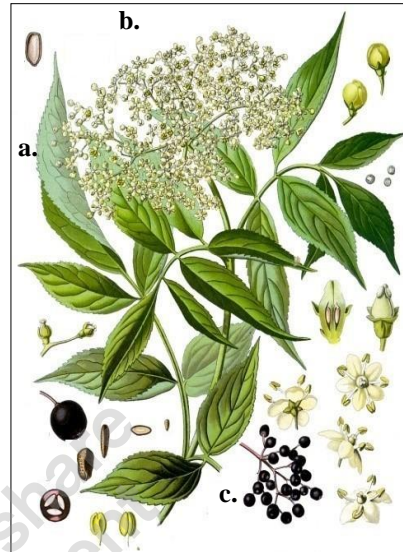


Figura 8.104 - *Sambucus ebulus*

a. frunză; b. inflorescență;
c. fruct cu semințe

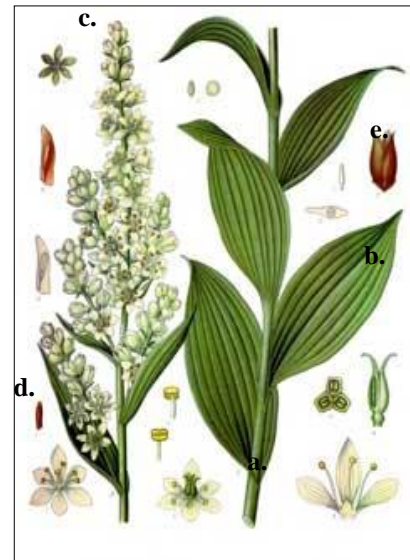


Figura 8.105 - *Veratrum album*

a. tulpină; b. frunze; c. inflorescență;
d. floare; e. sămânță

***Equisetum arvense* (coada-calului)** (figura 8.106). Face parte din familia *Equisetaceae*. Plantă perenă cu rizom subțire, brun-negricios, ramificat, care ajunge până la 1 m adâncime. Uneori are tuberculi rotunzi, bogați în amidon, care servesc la dezvoltarea tulpinilor aeriene. Tulpinile aeriene sunt de două feluri: tulpini fertile care apar primăvara timpuriu, sporofite cu sporangi, în care se formează sporii (după răspândirea sporilor aceste tulpini mor) și tulpini sterile verzi de 20-25 cm înălțime, cu coaste pronunțate aspre, cu ramuri dispuse în verticile, de obicei tetramuchiate. Tulpinile secundare sunt tulpini asimilatoare. Ele apar și se dezvoltă la jumătatea primăverii. Înmulțirea se face pe cale vegetativă prin rizomi și prin spori a căror maturare și răspândire are loc în perioada martie - mai. O formațiune sporifică conține peste 100000 spori, însă foarte puțini din aceștia pot germina în terenurile cultivate. Această specie preferă soluri aluviale, brune-acide și umede. Infestează culturile de cereale păioase, legumicole, pajiști, locuri ruderales. Poate deveni o calamitate. Se combate foarte greu prin rotația culturilor, arături adânci, drenajul solului etc. Este toxică și, dacă ajunge în furaje, provoacă paralizia organelor respiratorii.

***Urtica dioica* (urzica)** (figura 8.107). Face parte din familia *Urticaceae*. Are un rizom cilindric, târâtor, ramificat. Tulpina și frunzele sunt acoperite cu peri urticanti. Florile sunt unisexuate dioice, dispuse în panicule axilare. Crește în special în locuri ruderales, la marginea pădurilor, prin poienițe de pădure etc.

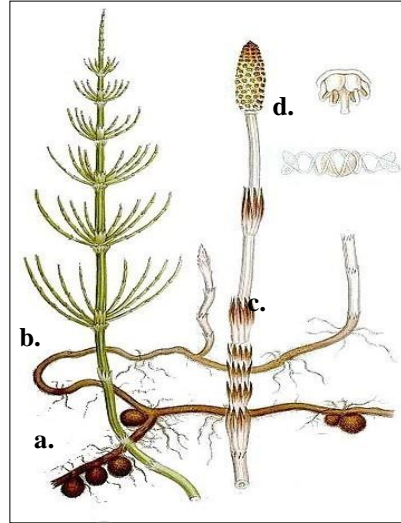


Figura 8.106 - *Equisetum arvense*
a. rădăcină tip rizom; b. tulpină secundară;
c. tulpină sporofită;
d. formațiune sporifică

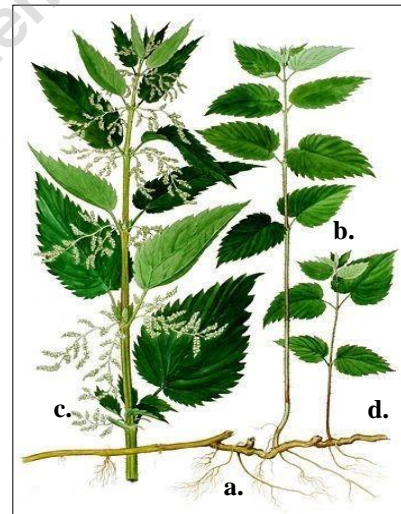


Figura 8.107 - *Urtica dioica*
a. tulpină, rădăcină; b. frunze;
c. inflorescență; d. plantulă

D. Buruieni dicotiledonate anuale cu înmulțire prin drajoni și semințe

Din această grupă fac parte o serie de specii de buruieni dicotiledonate perene – problemă, extrem de păgubitoare pentru culturile agricole.

Cirsium arvense (L.) (pălămida) (figura 8.108). Face parte din familia *Compositae*. Plantă perenă cu drajoni. Are un sistem radicular foarte dezvoltat, puternic și ramificat, dispus în etaj, care pătrunde la 4 - 6 m adâncime. Are o rădăcină principală din care pornesc orizontal drajoni, care poartă muguri din care vor ieși noi plante. Majoritatea rădăcinilor se găsesc în zona 50 - 80 cm adâncime. Tulpina este viguroasă, înaltă de 50 - 150 cm, cu frunze alungite eliptice, lanceolate sesile, cu marginea spinoasă, glabre sau uneori dens alburii păroase pe fața inferioară. Vârful tulpinii este ramificat și poartă inflorescențe (calatidii) cilindric-globuloase, numeroase, grupate corimbiform, cu flori unisexuate de culoare roșie. Fructele sunt achene cilindrice turtite de 2,5 - 3,5 mm lungime, de culoare maronie cu papus alb murdar, alcătuit din fire ramificate.



Figura 8.108 - *Cirsium arvense*

a. rădăcină cu drajoni; b. frunze;
c. plantulă; d. inflorescență

Semințele germinează bine la temperaturi de 20 - 28 °C, în special în stratul de sol de 1 - 3 cm și își păstrează capacitatea de germinație 10 - 12 ani.

Creșterea organelor vegetative este deosebit de rapidă. În primele săptămâni pălămida formează o rădăcină pivotantă care se îngroașă și emite rădăcini laterale orizontale, unele mai groase purtătoare de muguri. Din acești muguri radiculari se vor forma drajoni care emit în sol numeroase rădăcini adventive absorbante, iar la suprafața solului o tulpină aeriană (7). Partea aeriană a plantelor moare în fiecare an.

Ca o particularitate biologică importantă la această specie este dinamica formării și consumării rezervei de hidrați de carbon în rădăcini. Nivelul maxim de consum se realizează la înflorit, moment în care conținutul

în hidrați de carbon scade, după care începe să crească intens spre toamnă. Dacă tulpinile aeriene sunt distruse prin prașile, rezerva de hidrați de carbon scade accentuat datorită formării noilor drajoni care vor forma noi plante. O rădăcină de pălămidă trăiește 2 ani.

Pragul economic de dăunare la această specie începe de la 0,1 plante/m², iar la 1 - 2 plante /m² producția de grâu scade cu 15 %, la 12 plante/m² producția se reduce aproape la jumătate. Este un concurent de temut pentru substanțele hrănitoare necesare culturilor agricole. O singură plantă într-un sezon agricol (un an) dezvoltă o vatră cu un diametru de 7 m, astfel că în jur nu se mai dezvoltă nimic. O plantă formează în jur de 800 - 40000 semințe cu MMB = 1 - 1,3 g. În prezent este una din cele mai periculoase buruieni care produce cele mai mari pagube culturilor agricole din toate zonele țării. Se dezvoltă în cerealele păioase în „vetre”, în jurul cărora plantele rămân mici sau dispar, în culturile de prășitoare, plante legumicole, vii și pomi fructiferi. Datorită sistemului radicular profund este rezistentă la secetă. Îngreunează mult recoltatul. Este plantă gazdă pentru numeroși dăunători și boli. Acestei buruieni trebuie să i se acorde o atenție foarte mare pentru combatere.

***Convolvulus arvensis* (L.)**
(**volbura**) (figura 8.109). I se mai spune popular rochița rândunicii. Face parte din familia *Convolvulaceae*. Plantă perenă cu un sistem radicular puternic dezvoltat, format dintr-o rădăcină principală cu ramificații laterale, toate având muguri radiculari, care vor da naștere la drajoni. Sistemul radicular poate pătrunde în pământ până la adâncimea de 3 m. Tulpina este volubilă în sensul acelor de ceasornic, iar în lipsa unui suport este târâtoare.

Frunzele sunt pețiolate, hastate sau sagitate. Florile au petalele albe cu dungi roșiatice și formează o pâlnie, fiind grupate câte una la subsoara frunzelor. Fructul este o capsulă ovoid-sferică, cu câte două semințe în fiecare lojă.

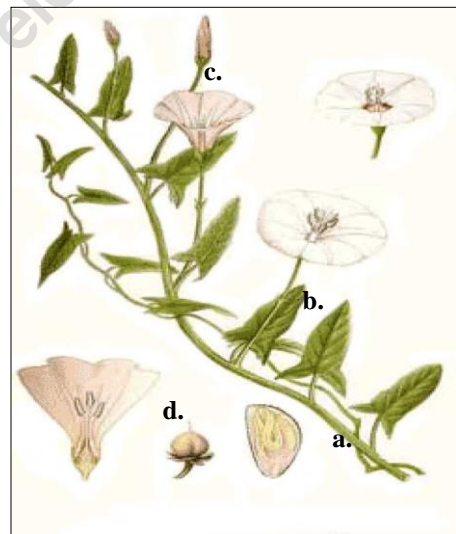


Figura 8.109 - *Convolvulus arvensis*
a. tulpină târâtoare; b. frunză hastată;
c. floare; d. capsulă seminceră

Semințele sunt piriforme cu tegument tare, lignificat, de culoare cenușie închisă până la brună-negricioasă și este prevăzută cu mici verucozități albicioase. O plantă formează între 300 și 500 semințe care vor germina până la 8 cm adâncime, la temperaturi de peste 2 °C. Planta are un consum mare de substanțe nutritive și apă. Ea extrage din sol peste 23,5 kg N, 4 kg P și 19 kg K pentru a sintetiza o tonă de substanță uscată.

Înmulțirea se face prin muguri radiculari care vor forma drajoni, a căror dezvoltare este stimulată prin tăierea rădăcinilor de la suprafață. Este o buruiană periculoasă, problemă, care creează mari pagube în culturile de cereale păioase, prășitoare, lucerniere, plante legumicole, pomi și vii, pe toate tipurile de sol. Nu crește în orezării. Este purtătoare de agenți patogeni și dăunători.

***Sonchus arvensis* (susai)** (figura 8.110).

Face parte din familia *Compositae*. Plantă perenă cu drajoni, care conține latex alb. Are un sistem radicular puternic dezvoltat și ramificat, care pătrunde în sol până la 1 m adâncime, cu numeroși muguri radiculari situați pe ramificațiile orizontale. Tulpinile sunt drepte, înalte de 50 - 150 cm, glabre sau cu peri glanduloși. Frunzele lanceolat-eliptice sunt sesile, iar marginea spinulos-dințată. Inflorescența este un calatidiu cu flori ligulate galbene.

Fructul este o achenă brună, fără rostru, care prezintă papus. O plantă formează peste 20000 semințe. Susaiul este întâlnit în zonele subumede și umede, pe soluri fertile, în special pe cernoziomurile din zona Transilvaniei. Uneori este foarte periculoasă, se înmulțește foarte mult și se combate greu. La adâncimea de 6-15 cm se găsesc numeroși muguri din care vor crește noi tulpini. La 1 m² s-au determinat 16609 muguri radiculari (8).

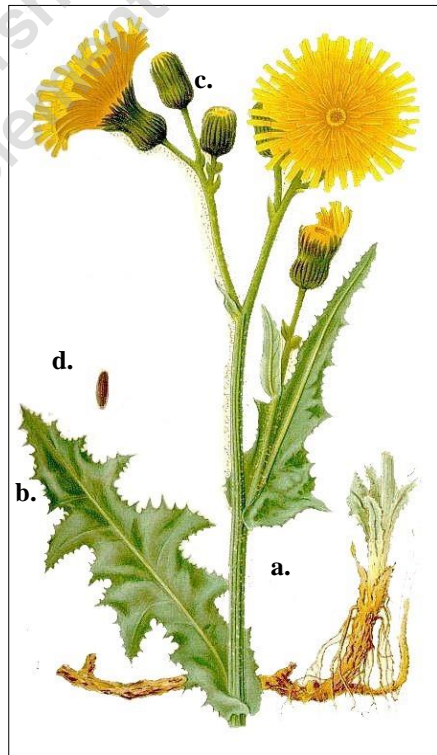


Figura 8.110 - *Sonchus arvensis*
a. rădăcină cu rizomi; b. frunze;
c. inflorescență cu flori; d. sămânță

Euphorbia cyparissias (alior sau laptele cucului) (figura 8.111), familia *Euphorbiaceae*. Este perenă, cu sistem radicular foarte puternic dezvoltat, drajonat. Prezintă un rizom scurt de pe care pornesc lăstari. Întreaga plantă are un latex alb toxic. Frunzele sunt alterne, sesile, liniare. Florile sunt dispuse în inflorescențe cimoase compuse, numite pleiocazii sau dicazii, cu ciatii de culoare galbenă. Planta înflorește din aprilie până în iunie. Fructul este o capsulă triloculară, fiecare locul conține câte o sămânță rotundă, cenușie, cu caruncula reniformă. Este o specie heliofilă, tinctorială, răspândită în toate zonele, în pajiști, livezi și locuri ruderales. Datorită principiului toxic din latex - euforbina, planta este toxică pentru animale. Alte specii întâlnite în țară: *Euphorbia virgata*, *Euphorbia sequierina* etc.

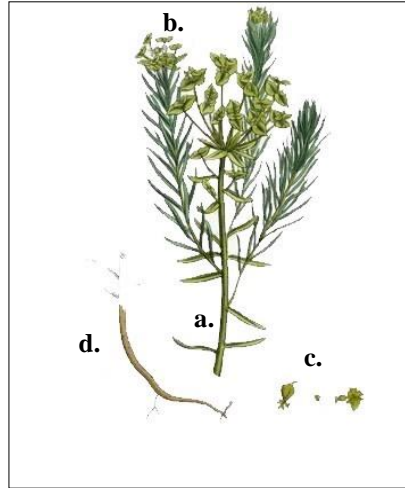


Figura 8.111 - *Euphorbia cyparissias*
a. tulpină cu frunze; b. cime cu flori;
c. floare; d. rădăcină

Cardaria draba syn. *Lepidium draba* (urda vacii) (figura 8.112), familia *Cruciferae*. Rădăcina este groasă, adâncă, lemnoasă, cu ramificații la vârf, acoperită cu perișori. Tulpina este erectă, simplă sau ramificată, înaltă de 20-40 cm, scurtă, păroasă, dens foliată. Frunzele sunt acoperite cu peri scurți și deși, cele bazale mai mult sau mai puțin pețiolate, care în timpul înfloritului dispar. Florile sunt mici, albe, plăcut mirositoare, dispuse în corimb de raceme. Fructul este o siliculă indehiscentă cordiformă, cu două semințe ovate, de culoare galben-brună. O plantă formează între 1000-4000 semințe cu MMB = 1,2-2 g. Îmburuienază cereale de toamnă, lucerniere, cultura de in și terenuri ruderales.

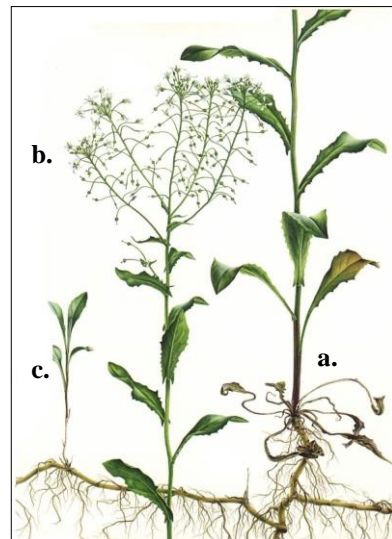


Figura 8.112 - *Cardaria draba*
a. rădăcină, tulpină, frunze;
b. inflorescență; c. plantulă

***Linaria vulgaris* (linăriță)** (figura 8.113), familia *Scrophulariaceae*. Plantă perenă, cu rădăcină pivotantă, răsucită. Tulpina înaltă de 30 - 90 cm, erectă, simplă, cu lăstarii de la bază sterili. Frunzele sunt mari, liniare și foarte dense. Inflorescența este un racem terminal cu flori galbene. Fructul este o capsulă globuloasă, cu numeroase semințe discoidale, aripate, de culoare brun-negricioasă. O plantă formează între 8000 și 32000 semințe. Invadează toate culturile, însă frecvent apare în pajiști, pășuni și locuri ruderale.

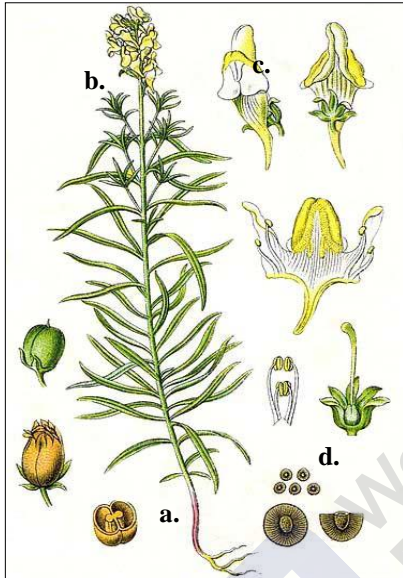


Figura 8.113 - *Linaria vulgaris*

a. rădăcină; b. inflorescență;
c. flori; d. semințe

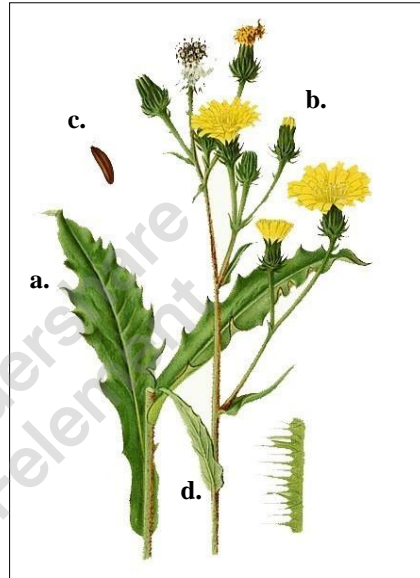


Figura 8.114 - *Picris hieracioides*

a. frunză; b. capitul cu flori; c. sămânță
d. tulpină

***Picris hieracioides* (iarba găii)** (figura 8.114). Face parte din familia *Compositae*. Are rădăcina dezvoltată, cu ramificații ce poartă ramificații din care se vor forma drajoni, care vor da noi plante. Tulpina este erectă, de 50 - 60 cm. Tulpina și frunzele sunt acoperite cu peri aspri. Inflorescența este un capitul cu flori galbene. Se dezvoltă în culturile de trifoi și lucernă, islazuri și pășuni.

***Rumex acetosa* (măcrișul mare)** (figura 8.115). Face parte din familia *Polygonaceae*. Este o plantă perenă, înaltă, cu flori dioice verzi sau roșiatice. Frunzele sunt acrișoare, comestibile. Se întâlnește pe soluri acide și umede din zona podzolorilor. Invadează și degradează pajiștile și pășunile. Se combate destul de greu.

***Rumex crispus* (dragaveiul)** (figura 8.116). Are frunze mai puțin acide. Florile sunt hermafrodite. Înflorește târziu în lunile iulie - august. Invadează mai ales pajiștile și terenurile ruderales.

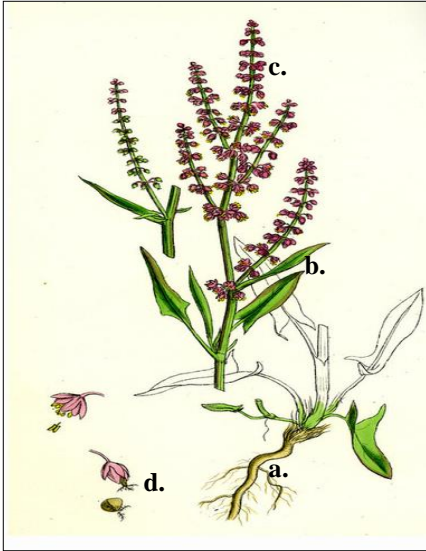


Figura 8.115 - *Rumex acetosa*
a. rădăcină; b. frunză; c. inflorescență;
d. semințe

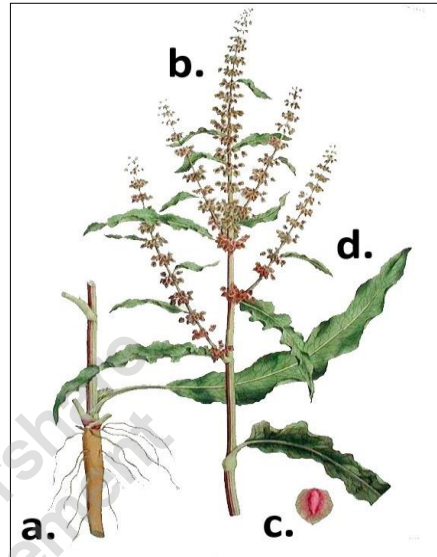


Figura 8.116 - *Rumex crispus*
a. rădăcină; b. inflorescență;
c. sămânță; d. frunză

8.7. BURUIENI SEMIPARAZITE

Această grupă de buruieni include specii care au clorofilă proprie și pot să-și sintetizeze singure hrana.

***Melampyrum arvense* (ciormoiag, grâul prepeliței)** (figura 8.117).

Face parte din familia *Scrophulariaceae*. Plantă anuală semiparazită pe rădăcini, cu rădăcină pivotantă ramificată, cu haustori care pătrund în rădăcina gazdei. Tulpina este dreaptă, de 20-40 cm înălțime, simplă sau ramificată. Frunzele sunt opuse, sesile, lanceolate, cu vârf lung și ascuțit. Florile sunt grupate într-un spic terminal, cu flori roșii-purpurii. Fructul este o capsulă invers ovoidală cu patru semințe cilindrice, de 4-7 mm lungime, galben-brune până la negru, cu tegumentul neted. Parazitează pe plantele din familia *Gramineae*, în zonele dealurilor subcarpatice.

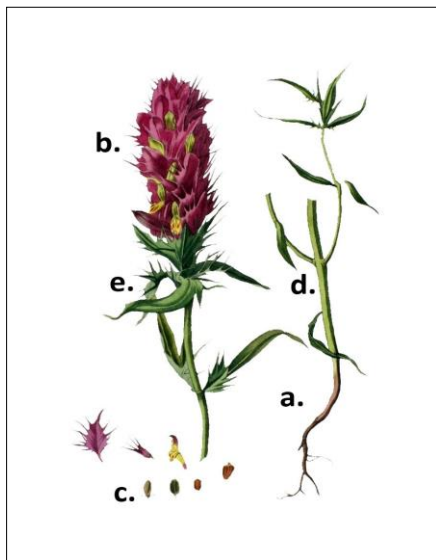


Figura 8.117 - *Melampyrum arvensis*
a. rădăcină; b. inflorescență;
c. semințe; d. tulpină cu frunze; e. frunză

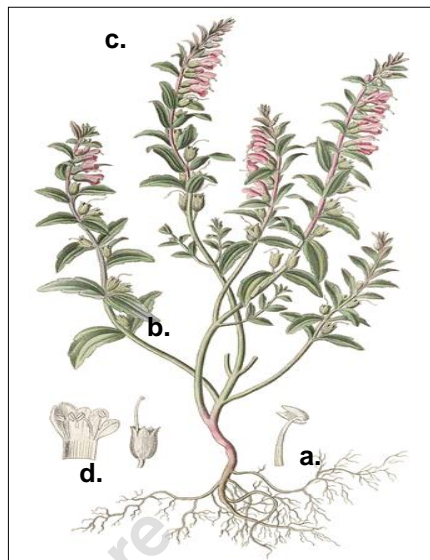


Figura 8.118 - *Odontites rubra*
a. rădăcină; b. tulpină cu frunze;
c. inflorescență; d. flori

***Odontites rubra* (dințura)** (figura 8.118). Face parte din familia *Scrophulariaceae*. Plantă anuală semiparazită cu tulpina erectă, înaltă de 10 - 30 cm, ramificată cu ramuri răsfirate, acoperite cu peri scurți, îndreptați în jos. Frunzele sunt ovat-lanceolate, sesile serat dințate. Florile, murdar roșiatice, sunt dispuse la baza unor bractee roșiatice. Fructul este o capsulă ovoidă, păroasă, cu semințe alungite, ovoidale, gri-argintii, cu coaste evidente și striuri transversale între coaste. Frecvent întâlnită în zona de câmpie, de dealuri, în pajiști, pârloage și în culturile de cereale păioase. Parazitează culturile de cereale păioase.

***Rhinanthus rumelicus* (clocotici)** (figura 8.119). Face parte din familia *Scrophulariaceae*. Plantă anuală semiparazită, cu tulpina simplă sau neramificată, tetramuchiata, erectă, de 15 - 60 cm înălțime. În partea superioară este glandulos păroasă. Frunzele sunt opuse, sesile, ovate, lanceolate. Inflorescența este un spic, la început dens, mai târziu alungit. Florile sunt hermafrodite, de culoare galbenă. Fructul este o capsulă comprimată lateral, închisă în caliciul persistent. Semințele sunt membranos aripate. Capsulele sună dacă sunt scuturate. Se întâlnește în toată țara, pe pășuni, îndeosebi pe fânețe și parazitează plantele din familia *Gramineae*.

***Euphrasia rostkoviana* (silur).** Face parte din familia *Scrophulariaceae*. Este o plantă semiparazită de talie mică, cu flori albe cu 9 linii violete și o pată galbenă la baza petalelor. Florile sunt dispuse în racem spiciform. Se întâlnește în toată țara și parazitează plantele din pășuni și fânețe din familia *Gramineae*.

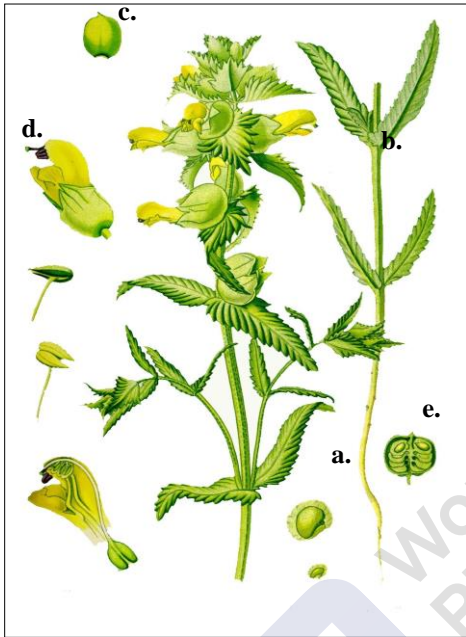


Figura 8.119. ***Rhinanthus rumelicus***
a. rădăcină; b. tulpină cu frunze;
c. inflorescență; d. floare; e. sămânță

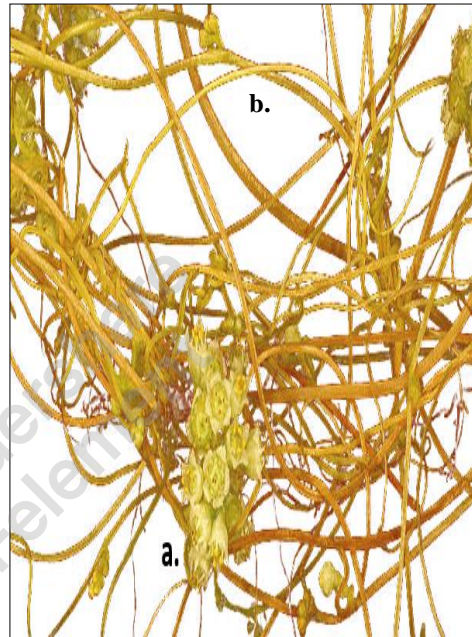


Figura 8.120 - ***Cuscuta campestris***
a. inflorescență; b. filamente

8.8 BURUIENI PARAZITE

În această grupă de buruieni, după organul pe care-l parazitează, distingem două subgrupe:

- buruieni care parazitează pe tulpină;
- buruieni care parazitează pe rădăcină.

Aceste plante sunt lipsite de clorofilă și utilizează pentru creștere și dezvoltare substanțele nutritive gata elaborate de plantele gazdă pe care le parazitează.

8.8.1 BURUIENI PARAZITE PE TULPINĂ

Din această grupă fac parte speciile din familia *Cuscutaceae*.

***Cuscuta* sp. (torțelul).** La noi în țară se întâlnesc 13 specii, dintre care mai importante sunt: *Cuscuta campestris*, *Cuscuta trifolii*, *Cuscuta arvensis*, *Cuscuta epilinum*, *Cuscuta europaea*, *Cuscuta monogyna* etc.

***Cuscuta campestris* (cuscuta mare)** (figura 8.120). Este o plantă anuală, parazită, lipsită de rădăcini obișnuite. Tulpina este filiformă, galbenă-portocalie, ramificată, volubilă. Fiind volubilă, se înfășoară în jurul tulpinii plantei gazdă în care își înfige haustorii (rădăcini adventive metamorfozate), ce pătrund până la vasele liberiene (floem) din care extrag seva elaborată. Frunzele sunt alterne, reduse la niște solzișori galbeni. Planta este lipsită de clorofilă. Florile sunt hermafrodite, de 2-3 mm lungime, grupate câte 10-30 în inflorescențe cimoase dese, globuloase. Fructul este o capsulă cu dehiscență neregulată, cu 2-4 semințe cu tegumentul alveolat. Semințele ajunse în sol își păstrează facultatea germinativă până la 10 - 15 ani.

Germinația este eșalonată în timp datorită tegumentului seminal care este foarte greu permeabil. Plantele de torțel sunt filiforme, fără cotiledoane. Ajunse la suprafața solului execută mișcări de rotație până întâlnesc o plantă verde pe care se răsucesc strâns, după care își întrerup legătura cu solul. Ele mor dacă timp de circa 3 săptămâni nu întâlnesc o plantă gazdă. La plantele care au vasele liberiene învelite într-un strat de sclerenchim, cum este la cereale, haustorii pătrund mai superficial și plantele nu suferă acut.

Torțelul atacă în „vetre” de 10 - 20 m². Parazitează un număr mare de plante: trifoi, lucernă, linte, soia, cartof, sfeclă, vinete, ardei, morcov, mărar, ceapă, usturoi. De asemenea, parazitează un mare număr de buruieni. Este iubitoare de lumină. Se combate ușor prin cositul plantelor gazdă. Este o buruienă de carantină.

***Cuscuta trifolii* (mătasea trifoiului, torțel)** (figura 8.121). Parazitează în special pe tulpinile de leguminoase furajere, dar și alte specii. Are florile cilindrice, cu semințe mai mari (0,6-1,0 mm lungime). Germinează la 10-15 °C și este mai rezistentă la temperaturi scăzute. Se întâlnește în zonele mai răcoroase, în special în culturile de trifoi. Tulpinile filiforme se încolăcesc pe coletul plantei gazdă, unde trăiesc acoperite de resturile vegetale sau pământ și pot astfel trece peste iarnă. Are, astfel, caracter de perenitate și nu poate fi combătută prin cosit. Este buruienă de carantină.

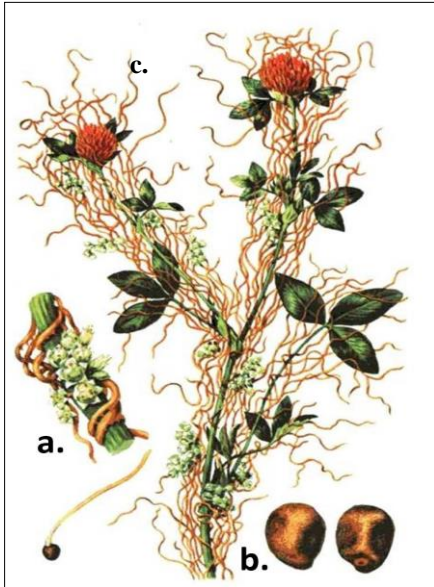


Figura 8.121 - *Cuscuta trifolii*
a. inflorescență; b. sămânță; c. filament

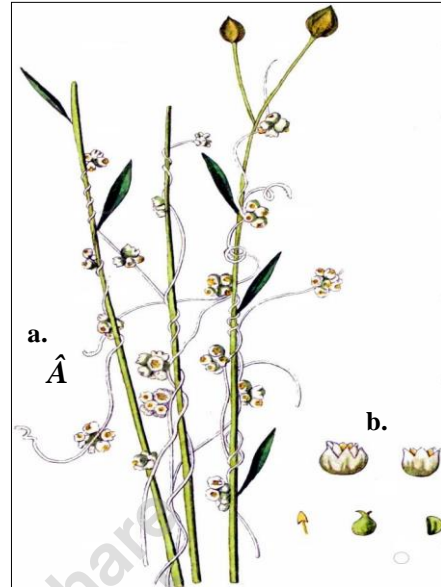


Figura 8.122 - *Cuscuta epilinum*
a. filamente; b. fructe cu semințe

***Cuscuta epilinum* (torțelul inului și cânepii, iniță)** (figura 8.122). Parazitează în special plantele de in și cânepă, hamei și camelină. Reduce producția plantelor infestate cu 50 - 80%, depreciind în special calitatea fibrelor. Semințele de cuscută sunt mult mai mici decât semințele de cânepă sau in și, ca atare, nu ridică probleme de condiționare și eliminare.

***Cuscuta europaea* (torțel).** Specie anuală parazită pe diverse specii de *Compositae*, *Labiatae*, *Umbelliferae*, *Boraginaceae*, *Solanaceae* etc. Este frecventă în zona dealurilor și regiunea montană, până la 1700 m altitudine.

Măsurile de combatere a acestor specii de *cuscută* cuprind:

- rotația strictă a culturilor, în care să nu succedă plante atacate de aceeași specie de cuscută;
- folosirea la semănat numai a semințelor decuscutate;
- distrugerea vetrelor prin cosit sau răzuire;
- arderea resturilor de plante cultivate împreună cu cele de cuscută; în pepinierile pomicole, în vii și în plantațiile tinere de perdele de protecție se taie lăstarii invadați de cuscută și se ard;
- combaterea chimică folosind erbicide selective sau totale.

8.8.2 BURUIENI PARAZITE PE RĂDĂCINĂ

Din această grupă fac parte speciile de *Orobanche* (lupoia) din familia *Orobanchaceae*. Plantele sunt fără clorofilă, de culoare brună sau albastruie. Tulpinile sunt simple, umflate la bază, cărnoase și în solzi ovali sau alungiți. Inflorescența este spiciformă.

***Orobanche cumana* (lupoia florii-soarelui)** (figura 8.123). Plantă anuală parazită pe rădăcinile de *Solanaceae* și *Compositae* cultivate sau spontane cum ar fi: *Helianthus annuus*, *Xanthium strumarium*, *Lycopersicon esculentum* etc. Tulpinile sunt robuste, de circa 40 cm înălțime, neramificate, glandulos păroase. Florile sunt sesile, de culoare albastruie. Fructul este o capsulă cu semințe subrotund-elipsoidale, cu tegument maroniu închis, cu reticulații alungite. O plantă de lupoiaie produce în jur de 100000 - 140000 semințe. Ajunse în sol, acestea își păstrează capacitatea

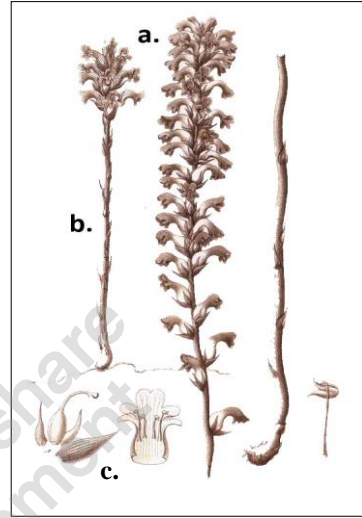


Figura 8.123 - *Orobanche cumana*

a. tulpină; b. inflorescență; c. flori

germinativă între 5 și 10 ani. După germinarea semințelor la temperaturi de peste 15 °C în sol, acestea emit haustori care se fixează pe rădăcinile plantelor gazdă, de unde extrag hrana. În primele 4-5 zile de la germinare, plantele de *Orobanche* duc o viață independentă, după care, dacă nu au reușit să se fixeze pe rădăcinile unei plante gazdă, pier. La o singură plantă de floarea-soarelui se pot dezvolta în medie 30-40 plante de *Orobanche cumana*, însă se pot dezvolta și peste 125-150 (observații efectuate în județul Constanța, în perioada 1998 – 2000) (17). Această specie parazitează și varza, roșiile etc. Este răspândită în sudul țării în Dobrogea, Oltenia, Muntenia, Moldova.

***Orobanche ramosa* (lupoia tutunului)** (figura 8.124). Planta parazitează pe rădăcinile tutunului. Tulpina este gălbuie, de 10 - 30 cm înălțime, scurt globulos păroasă la bază, ramificată și cu baza îngroșată. Frunzele sunt reduse la scvame mici, eliptic ascuțite. Florile sunt pedicelate, de culoare violacee. Fructul este o capsulă uniloculară, care se deschide prin două valve, cu numeroase semințe mici, elipsoidale. Este răspândită în toată țara și se întâlnește mai frecvent în culturile de tutun, cânepă, tomate, floarea-soarelui, varză etc.

***Orobanche ramosa* sp. *mutelii* (lupoaia verzei)** (figura 8.125). Planta parazitează mai ales pe rădăcinile de varză. Are florile mai mari, albastre-violacee și semințe mai mari, rotund-elipsoidale cu reticulații izodiametrice.

Ca măsuri de combatere a acestor buruieni parazite, amintim: rotația culturilor riguros realizată, prașile manuale și mecanice, gunoi de grajd bine fermentat, folosirea de culturi capcană.



Figura 8.124 - *Orobanche ramosa*
a. plantă cu haustori; b. flori

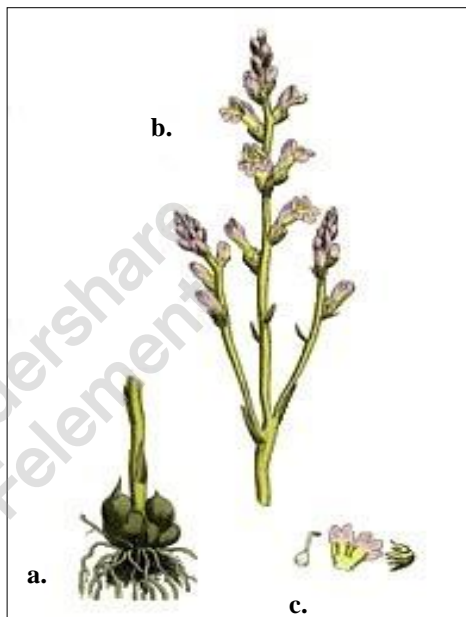


Figura 8.125 - *Orobanche ramosa*
sp. *mutelii*
a. rădăcină; b. inflorescență; c. floare

8.9 BURUIENI PROBLEMĂ

Schimbarea formei de proprietate a terenului agricol în țara noastră, fărâmițarea soarelui, rămânerea multor terenuri nelucrate „în pârlăoagă” au făcut ca în structura buruienilor să se producă schimbări uriașe, ca număr, dar și ca pondere (participare) a acestora la îmburuienarea culturilor.

Putem vorbi de o așa-numită „poluare verde” (1), adică o creștere alarmantă a numărului de buruieni și în special a speciilor greu de combătut sau prea costisitor economic de combătut.

În multe cazuri, lipsa mijloacelor mecanice și financiare de a asigura o agrotehnică avansată, modul de exploatare a acestor terenuri și de folosire unilaterală a mijloacelor de combatere (agrotehnice, chimice etc.) au condus la sporirea în mare măsură a frecvenței, a dominației și a numărului unor specii de buruieni la unitatea de suprafață.

Când aceste specii ajung la o răspândire foarte mare, care au particularități biologice ce le fac foarte dăunătoare culturilor agricole, iar măsurile de combatere sunt complexe și costisitoare, numim aceste specii „buruieni problemă”.

În anul 1973, când au început în țara noastră lucrările de cartare ale buruienilor, s-au identificat la acea dată 105 specii de buruieni problemă, iar în anul 1998 lista acestora cuprindea 145 specii (6). Prin reexaminarea acestei liste, pe baza tuturor cercetărilor întreprinse, în anul 2001, în România, numărul buruienilor problemă era de 132 specii (6), cu următoarea structură compozițională:

- dicotiledonate anuale (61,36%): *Abitilon theophrasti*, *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album*, *Xanthium* sp. etc.;

- dicotiledonate perene (17,43%): *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Sonchus arvensis*, *Cardaria draba* etc.;

- monocotiledonate anuale (11,36%): *Avena fatua*, *Apera spica-venti*, *Echinochloa crus-galli*, *Setaria* sp. etc.;

- monocotiledonate perene (9,09%): *Sorghum halepense*, *Cynodon dactylon*, *Agropyron repens*, *Phragmites communis* etc.

Cercetările efectuate au arătat și confirmat că printre aceste buruieni problemă sunt unele deosebit de dăunătoare și foarte greu de combătut, cum sunt: *Avena fatua*, *Apera spica-venti*, *Sorghum halepense*, *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Cynodon dactylon*, *Phragmites australis*. Această categorie de buruieni a căror combatere este, sau ar trebui să fie, în centrul atenției fiecărui fermier, indiferent de gradul de infestare cu alte specii de buruieni, s-au numit „buruieni cheie” (6).

În etapa actuală, în culturile agricole sunt câteva specii (*Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Sorghum halepense*, *Xanthium* sp.), care trebuie să constituie subiectul și activitatea unor programe naționale privitoare la combaterea lor.



8.10 IMPORTANȚA ECONOMICĂ A UNOR BURUIENI

Până acum buruienile au fost prezentate ca fiind dăunătoare pentru agricultură și foarte rar se scot în evidență anumite însușiri valoroase ale acestora. Este incontestabil că pentru culturile agricole, buruienile constituie principalul concurent pentru factorii de vegetație, concurență care se va manifesta prin scăderile mari de recoltă a plantelor cultivate. Este evident, deci, interesul fiecărui fermier de a menține îmburuienarea culturilor la nivelul la care acestea nu produc pagube cantitative, calitative, iar cheltuielile pentru această menținere să fie foarte mici. De aici a decurs și ideea că buruienile nu au nicio valoare economică. Specialiștii au analizat această poziție și, iată că viziunile contemporane ale Managementului Integrat al Buruienilor sunt cu totul diferite.

Se cunoaște rolul multor specii autotrofe la îmbogățirea aerului în oxigen rezultat din fotosinteză, la aportul de materie organică pe care acestea îl aduc în sol odată cu arăturile, scăderea excesului de umiditate prin transpirație în perioade umede, fixarea solurilor nisipoase și a taluzurilor, canalelor, asigurarea de furaje pentru animale în perioadele secetoase etc. Sunt și alte însușiri care le pot face interesante pentru om, uneori chiar necesare, astfel încât omul să nu mai fie atât de înverșunat în a le distruge. În aceste condiții, unele specii de buruieni pot fi utilizate în alimentația omului, pot avea calități cosmetice, melifere, tinctoriale, ornamentale sau de utilizare în domeniul farmaceutic.

A. Buruieni ce se pot utiliza în alimentația omului

C. Chirilă (6) publică o listă, cu un număr foarte mare de specii de buruieni, care pot fi folosite în alimentația umană, prin utilizarea diferitelor organe ale acestora. Folosirea acestor buruieni în alimentația omului impune anumite restricții și anume:

- să nu provină din zone în care au fost aplicate pesticide;
- să nu provină din sole în care s-au aplicat doze mari de îngrășămintă chimice (în special azot);
- să nu fie atacate de boli și dăunători;
- să fie utilizate în amestec cu alte plante, cu care organismul uman este obișnuit.

Lista speciilor de buruieni care pot fi utilizate în alimentația omului are la bază cercetări efectuate de numeroși cercetători ca Drăgulescu C.,

Potsch J., Costea M., Turkington R. și colaboratorii (3), listă care nu epuizează sortimentul de specii utilizate în alimentația omului (tabelul 8.8).

Tabelul 8.8

Specii de buruieni ce pot fi utilizate în alimentația omului (6, 11)

Denumirea științifică	Denumirea populară	Partea utilizată în alimentație	Modul de utilizare în alimentație
<i>Amaranthus powellii</i>	știr de ogoare	frunze, semințe	supe, făină alimentară
<i>Achillea millefolium</i>	coada șoricelului	frunze tinere, partea aeriană	supe, aromatizant de salate, fabricarea berii
<i>Armoracia rusticana</i>	hrean	rădăcina	condiment
<i>Artemisia absinthium</i>	pelin	partea aeriană	aromatizant pentru băuturi
<i>Calystegia sepium</i>	cupa vacii	rizomul	prăjit
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	traista-ciobanului	frunze tinere	supă, salată
<i>Chenopodium album</i>	lobodă sălbatică	frunzele	ciorbă
<i>Cardaria draba</i>	urda vacii	semințele	înlocuitor de piper
<i>Cichorium intybus</i>	cicoare	frunze tinere	salată, supă, ciorbă
<i>Elymus repens</i> (<i>Agropyron repens</i>)	pir târător	rizomul	prăjit și măcinat ca surogat de cafea
<i>Equisetum arvense</i>	coada-calului	tulpini fertile tinere	se gătește ca sparanghelul
<i>Galinsoga parviflora</i>	busuiocul dracului	frunze tinere	salată, supă, mâncăruri
<i>Hypericum perforatum</i>	sunătoare	partea aeriană	aromatizarea berii
<i>Lapsana communis</i>	salata câinelui	frunzele tinere	salată, înlocuitor al spanacului
<i>Lamium purpureum</i>	sugel	frunze tinere	supe
<i>Lathyrus tuberosus</i>	sângele voinicului	tuberculi de pe rizomi	cruzi, fierți, prăjiți
<i>Portulaca oleracea</i>	iarba grasă	frunze și tulpini	salată, supe, plăcinte
<i>Sinapis arvensis</i>	muștar sălbatic	frunze tinere	salată, supe
<i>Sonchus oleraceus</i>	susai moale	frunze tinere	salată, legumă
<i>Taraxacum officinalis</i>	păpădie	frunze, inflorescențe	salate, supe
<i>Tussilago farfara</i>	podbal	frunze tinere	ciorbă, supe, învelit sarmale
<i>Urtica dioica</i>	urzică	frunze tinere	salată, supe, piure

B. Buruieni cu importanță apicolă

În flora României există o serie de specii de plante melifere care se remarcă printr-o producție de miere ridicată. În vederea întregirii și îmbunătățirii bazei melifere din anumite zone ale țării, se pot utiliza inclusiv specii de buruieni care se dezvoltă pe diferite terenuri agricole. Foarte multe dintre speciile de buruieni sunt căutate de albine pentru polenul sau pentru nectarul lor. Nu putem afirma că buruienile sunt plante melifere, încât să fie incluse printre speciile melifere.

Cantitatea de nectar și concentrația acestuia sunt diferite de la o specie la alta și de la o zonă la alta. Astfel, la trifoiul roșu producția de nectar în 24 ore este de 0,01 - 0,03 mg, la cicoare este de 0,38 - 0,86 mg, iar la tătăneasă (*Symphytum officinale*) este de 0,8 - 1,8 mg (4,5,6).

Concentrația nectarului este diferită, în funcție de specie; astfel, la răchitan (*Lythrum salicaria*) este de 10,99%, iar la talpa găștei (*Leonurus cardiaca*) este de 32%. Această diferență este dată de structura glandelor nectarifere.

În tabelul 8.9 este prezentată lista scurtă, adoptată după C. Chirilă (6), cu câteva specii care prezintă interes în domeniul apicol.

Tabelul 8.9

Specii de buruieni cu importanță meliferă (6, 11)

Denumirea științifică	Denumirea populară	Importanța
<i>Brassica rapa</i>	rapiță sălbatică	30 - 100 kg/ha miere, nectar, polen
<i>Centaurea cyanus</i>	albăstriță	50 - 60 kg/ha miere, nectar, polen
<i>Consolida regalis</i>	nemțisor de câmp	20 - 30 kg/ha miere, nectar, polen
<i>Lamium purpureum</i>	sugel	50 - 90 kg/ha miere
<i>Melilotus officinalis</i>	sulfină	130 -300 kg/ha miere, nectar, polen
<i>Papaver rhoeas</i>	mac roșu	polen necesar creșterii puietului
<i>Polygonum aviculare</i>	troscot	40 kg/ha miere, nectar, polen
<i>Rubus caesius</i>	mur de miriște	30 - 50 kg/ha miere, nectar, polen
<i>Taraxacum officinale</i>	păpădie	200 kg/ha miere, nectar, polen
<i>Scrophularia nodosa</i>	buberic	500 - 900 kg/ha miere, nectar, polen
<i>Symphytum officinale</i>	tătăneasă	130 - 220 kg/ha miere, nectar, polen
<i>Trifolium repens</i>	trifoi alb târâtor	100 - 250 kg/ha miere, nectar, polen

C. Buruieni cu însușiri medicinale

Multe specii de plante din flora spontană se folosesc din cele mai vechi timpuri în tratarea unor maladii, direct sau prin intermediul principiilor active pe care le conțin. Orientările actuale în medicină sunt direcționate tot mai mult pe utilizarea fitoterapiei, tratamentul cu produse farmaceutice obținute din plante, limitând folosirea medicamentelor de sinteză.

Printre plantele utilizate în industria farmaceutică se numără și peste 100 de specii de buruieni. Lista acestora indică organul plantei folosit, precum și unele acțiuni farmaceutice sau utilizări terapeutice (tabelul 8.10) (6).

Tabelul 8.10

Specii de buruieni cu însușiri medicinale (6,11)

Denumirea științifică	Denumirea populară	Partea utilizată	Acțiunea farmacodinamică, utilizări terapeutice
<i>Anagallis arvensis</i>	scânțieiuță	herba	tuse, astm, ulcer, astenie
<i>Aristolochia clematitis</i>	cucurbețică	frunzele	tratarea rănilor, antitumoral
<i>Armoracia rusticana</i>	hrean	rădăcina	antiscorbutic, litiază biliară, lombosciatică
<i>Bidens tripartita</i>	dentiță	herba	diuretic, laxativ, sudorific, sedativ
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	traista-ciobanului	herba	artereoscleroză, insuficiență cardiacă, antihemoragic
<i>Centaurea cyanus</i>	albăstriță	florile	diuretic, anti-diareic, astringent
<i>Cichorium intybus</i>	cicoare	herba, rădăcina	depurativ, vermifug, laxativ, antianemic
<i>Cirsium arvense</i>	pălămida	frunzele	diuretic, cicatrizant
<i>Consolida regalis</i>	nemțișor	flori	gută, astm
<i>Convolvulus arvensis</i>	volbură	toată planta	purgativ, behic, dischinezie biliară, uremie, ciroză, arsuri
<i>Datura stramonium</i>	ciumăfaie	frunze	antiastmatic, antiseptic
<i>Hibiscus trionum</i>	zămoșiță	herba	afecțiuni ale aparatului urinar și ale stomacului
<i>Malva sylvestris</i>	nalbă	frunze, flori	emolient, hemoroizi
<i>Papaver rhoeas</i>	mac roșu	flori	behic, sedativ, insomnii, antigripal, antibronșitic
<i>Rumex acetosa</i>	măcriș	rădăcina	diuretic, laxativ, intoxicații cu arsen sau mercur
<i>Senecio vulgaris</i>	cruciuliță	herba	cardiotonic, emenagog, hemoroizi, mastite

D. Buruieni ce pot fi folosite în cosmetică

Sunt numeroase specii de buruieni segetale care datorită compoziției chimice complexe, sunt folosite în activitatea de cosmetică. Acestea pot fi utilizate cu respectarea cerințelor impuse și pentru consumul intern, adică fără pesticide, fără nitrați sau nitriți, fără boli sau dăunători etc. În tabelul 8.11 sunt prezentate câteva specii utilizate în cosmetică (6).

Tabelul 8.11

Specii de buruieni utilizate în cosmetică (6, 11)

Denumirea științifică	Denumirea populară	Partea utilizată	Scopul utilizării
<i>Achillea millefolium</i>	coada șoricelului	flori	măști faciale, comprese pentru eczeme uscate, urticarie, băi
<i>Amaranthus retroflexus</i>	știr	frunze	astringent
<i>Equisetum arvense</i>	coada-calului	herba	băi de plante
<i>Matricaria chamomilla</i>	mușețel	flori	combatere afte, furuncule, tenuri ridate și grase
<i>Taraxacum officinale</i>	păpădie	herba, latex	decolorarea petelor senile, ten înroșit, măști faciale
<i>Viola tricolor</i>	trei frați pătați	herba	acnee, furuncule, urticarie
<i>Urtica dioica</i>	urzică	frunze	creșterea părului, mătreacă

Sunt multe specii de buruieni care au rol tinctorial, altele se pot utiliza în combaterea unor boli sau dăunători ai plantelor de cultură sau boli ale animalelor etc. (tabelul 8.12).

Tabelul 8.12

Specii de buruieni folosite în combaterea unor boli la animale (6, 11)

Denumirea științifică	Denumirea populară	Partea utilizată	Proprietăți medicinale
<i>Aristolochia clematitis</i>	cucurbețică	herba	extern, antibiotic, cicatrizant, antitumoral
<i>Datura stramonium</i>	ciumăfaie	frunze	antiinflamator, antiasmatic
<i>Hyoscyamus niger</i>	măselariță	frunze	analgezic, antiasmatic
<i>Hypericum perforatum</i>	sunătoare	herba	astringent, antiinflamator, cicatrizant
<i>Linaria vulgaris</i>	linariță	herba	diuretic, antihelmintic, purgativ
<i>Melilotus albus</i>	sulfina albă	herba	antiinflamator, astringent
<i>Polygonum aviculare</i>	troscot	herba	astringent, antidiareic

8.11 PRAGUL ECONOMIC DE DĂUNARE

În condițiile agriculturii contemporane, când costurile pentru întreținerea culturilor sunt tot mai ridicate și producătorii agricoli cu greu pot să obțină profituri, se impune tot mai mult cunoașterea pragului economic de dăunare al buruienilor.

Pragul de dăunare al unei culturi se constituie din numărul de buruieni la m², la care se adaugă numărul de specii și numărul de buruieni din fiecare specie în parte - dintr-o cultură la un moment dat. Este foarte important de cunoscut structura speciilor de buruieni, deoarece sunt unele ca *Cirsium arvense* (pălămida), *Sorghum halepense* (costreiul) care sunt extrem de dăunătoare și de dificil de combătut, în timp ce altele, de exemplu *Stellaria media* (rocoina), *Fumaria* sp. (fumărița), *Veronica* sp. (șopârlița), *Consolida regalis* (nemțșor) care sunt mai puțin periculoase și se combat mai ușor.

Când numărul de specii dintr-o cultură nu depășește un anumit nivel (limită) și o anumită structură pe specii (ca pondere), nu produc pagube cantitative sau de altă natură culturii respective și deci nu este nevoie de foarte multe ori să fie combătute. Acest lucru nu poate fi prevăzut cu exactitate deocamdată.

Aplicarea de măsuri curative, de combatere a buruienilor ca aplicarea erbicidelor, plivitul, prășitul, cositul se vor face numai când numărul buruienilor prezente depășește pragul economic de dăunare (P.E.D.). Fiecare fermier trebuie să stabilească începând de la ce grad de îmburuienare, pentru o anumită cultură, se justifică aplicarea unor noi măsuri de combatere a buruienilor.

Teoretic, costul unei măsuri suplimentare de combatere a buruienilor trebuie să fie mai mic sau egal cu valoarea producției salvate. Uneori, agricultorii sunt nevoiți să aplice măsuri suplimentare de combatere și în afara acestei relații, pentru anumite specii de buruieni care pot deprecia calitatea producției sau controlul lor fiind foarte dificil la cultura postmergătoare.

În stabilirea pragului economic de dăunare, când se ia decizia unei noi măsuri de combatere a buruienilor, trebuie să ținem cont de foarte multe aspecte și anume: planta de cultură, vigoarea plantelor, densitatea plantelor,

tehnologia de cultură aplicată, destinația producției, speciile de buruieni existente, gradul de îmburuienare, vigoarea buruienilor, condițiile de climă, planta premergătoare ș.a.

C. Pintilie (11) definește pragul economic de dăunare ca fiind gradul de îmburuienare exprimat în număr de buruieni la m^2 sau în grame masă uscată la m^2 , de la care începând costul tratamentului acoperă valoarea pierderilor de recoltă determinate de buruieni.

Gh. Budoii (2) oferă cea mai completă definiție și arată că pragul economic de dăunare reprezintă gradul de îmburuienare al unei culturi de la care devine evidentă diminuarea cantitativă sau calitativă a recoltei și de la care se justifică economic aplicarea măsurilor speciale de combatere, ca de exemplu erbicidarea, prășitul, plivitul.

Pe baza cercetărilor proprii, dar și din literatura de specialitate, același autor (2) recomandă orientativ următoarele date privind pragul economic de dăunare, exprimat în număr de buruieni la m^2 :

- cereale de toamnă: 10 - 12 anuale și 2 - 3 perene;
- cereale de primăvară: 10 - 30 anuale și 2 - 4 perene;
- cartof: 5 - 10 anuale și 1 - 3 perene;
- în: 5 - 15 anuale și 1 - 2 perene.

Referindu-se la numărul de specii, autorul arată că tratamentele cu erbicide la grâul de toamnă sunt necesare și economice, astfel: *Polygonum convolvulus* de la peste 5 buc./ m^2 ; *Fumaria* sp. mai mult de 20 buc./ m^2 ; *Matricaria* sp. mai mult de 5 buc./ m^2 ; *Centaurea cyanus* peste 10 buc./ m^2 .

Cunoașterea și respectarea pragului economic de dăunare are o mare importanță în păstrarea biodiversității în ecosistemele agricole. Nu trebuie să urmărim distrugerea totală a buruienilor în culturile agricole, aspect care de fapt nici nu poate fi posibil datorită uriașei rezerve de semințe de buruieni din sol. Dar unele măsuri de combatere exagerate ar putea duce la fenomene nedorite, precum poluarea solului și recoltei (erbicidării neraționale), deprecierea însușirilor solului (tasare sau prăfuiri), înmulțirea speciilor de buruieni înrudite cu plante de cultură și alte aspecte cu implicații ecologice grave.

8.12 CARTAREA BURUIENILOR

Pentru realizarea unei strategii de combatere eficientă a buruienilor și a unei armonii în utilizarea integrată a metodelor de combatere este foarte importantă cunoașterea răspândirii speciilor de buruieni pe un anumit teritoriu, regiune, fermă, solă, cultură și de a stabili structura (participarea florei segetale). Aceasta se realizează prin operația de cartare a buruienilor.

Prin cartarea buruienilor se înțelege stabilirea gradului de îmburuienare cantitativ și calitativ a terenurilor agricole. Această lucrare se execută anual și este extrem de importantă pentru că organizarea, planificarea și desfășurarea eficientă a unei activități de combatere se poate face numai cunoscând numărul de specii prezente.

Cartarea buruienilor servește și ca indicator de apreciere a calității lucrărilor de combatere a buruienilor executate anterior în regiunea supusă acestei operații. Este binecunoscut faptul că speciile de buruieni pot afecta culturile agricole prin apariția lor timpurie (*Stellaria media* – rocoină, *Veronica* sp. – șopârliță) sau târzie (*Setaria* sp. – mohor, *Echinochloa crus-galli* – mohor lat, *Heliotropium europaeum* – vanilie sălbatică). Alte specii perene se dezvoltă în vetre primăvara devreme, ca *Cirsium arvense* – pălămida, *Convolvulus arvensis* – volbura, altele mai târziu, *Elymus repens* – pirul târâtor, *Sorghum halepense* – costrei.

Toate aceste aspecte scot în evidență necesitatea studierii sistematice a buruienilor, chiar la nivelul unei sole, a unei asociații sau ferme agricole, în vederea pregătirii din timp a măsurilor adecvate de reducere a efectului negativ al acestora.

Zanin G. și colab., citați de C. Chirilă (6), evidențiază că distribuția heterogenă a buruienilor pe un anumit teritoriu nu trebuie ignorată, ci trebuie dirijată corespunzător. Includerea variabilității specifice în procesul combaterii poate îmbunătăți baza informației biologice și calitatea prognozei pe termen lung, ieftinind astfel costul combaterii. Este foarte important ca în funcție de datele cunoscute, fiecare fermier să poată prognoza nivelul de îmburuienare și structura buruienilor din ferma sa la un moment dat.

Cunoașterea exactă a cauzelor îmburuienării, a dinamicii sale sezoniere, anuale și multianuale este o problemă destul de dificilă. Gradul de îmburuienare al unei suprafețe se modifică în timp, în funcție de condițiile climatice și sistemul de agricultură practicat. Luarea unei decizii se poate face

numai după analiza datelor privind îmburuienarea pentru fiecare fermă, solă și parcelă în parte și pe o perioadă de mai mulți ani (6,3,7,1).

Literatura străină arată că pe plan mondial sunt aproximativ 30000 de specii de buruieni, din care 2000 sunt foarte păgubitoare (1).

Lista generală a buruienilor din România cuprinde 711 specii, după cum sunt prezentate în tabelul 8.13 (6).

Tabelul 8.13

Repartizarea buruienilor pe criterii biologice (6)

	D.a.	D.p.	M.a.	M.p.	P.a.	P.p.	Total
Nr. specii	389	198	51	65	2	6	711
%	54,7	27,8	7,2	9,1	0,3	0,9	100

D.a. = dicotiledonate anuale;

M.p. = monocotiledonate perene;

D.p. = dicotiledonate perene;

P.a. = pteridofite anuale (alge);

M.a. = monocotiledonate anuale;

P.p. = pteridofite perene (alge).

Se evidențiază faptul că în cadrul grupei buruienilor dicotiledonate, cele anuale sunt de două ori mai numeroase decât cele perene, în timp ce în cazul monocotiledonatelor, cele perene sunt mai numeroase decât cele anuale, situație care se întâlnește și la pteridofite.

Aceste buruieni aparțin la 70 de familii botanice, din care se detașează cu un număr mare *Compositae* (92 specii); *Gramineae* (61 specii), *Cruciferae* (57 specii), *Leguminoase* (53 specii), *Labiatae* (47 specii), *Scrophulariaceae* (39 specii), *Caryophyllaceae* (31 specii), *Chenopodiaceae* (30 specii) etc. Această împărțire are importanță numai informativă, pentru că printre familiile cu puțini reprezentanți sunt specii de buruieni extrem de dăunătoare, de exemplu *Convolvulus arvensis* (volbura) din familia *Convolvulaceae*.

În general, operația de cartare a buruienilor presupune trei faze: faza de pregătire, faza de teren și faza de prelucrare a datelor sau de elaborare a hărților de îmburuienare.

Faza de pregătire. Înainte de începerea lucrărilor în teren se face o documentare a planurilor de situație la diferite scări. Pe ele se scriu suprafețele exacte, eventual lungimea laturilor sau ale diagonalelor soarelui cultivate, planta cultivată în anul în curs și în cei doi ani anteriori.

Sunt necesare informații privind tipul de sol, textura, cantitatea de humus, reacția solului și adâncimea apei freatice. De asemenea, sunt necesare

informații despre valorile medii anuale ale precipitațiilor și temperaturilor din anul curent, cât și accidentele climatice. Pentru localizare se vor nota: satul, comuna, județul și unele repere fixe pe teren (căi ferate, drumuri, fântâni etc.). Sunt necesare determinatoare de buruieni, lupe, carnete pentru consemnarea datelor.

Perioadele de efectuare a determinărilor și numărul de determinări variază după scopul cercetărilor și după tipurile de culturi. De regulă se fac două determinări. Prima determinare se realizează cu 2 - 3 zile înainte de aplicarea erbicidelor cu scopul de a stabili soluția optimă în combaterea buruienilor, iar a doua determinare cu aproximativ 20 zile înainte de recoltare prin care putem evalua îmburuienarea culturilor, efectul măsurilor de combatere. Numărul determinărilor este variabil și depinde în special de suprafața solei, dar și de multitudinea de specii din flora spontană. Pentru suprafețe mai mici de 20 ha câte o determinare pentru fiecare hectar, iar la suprafețe mai mari de 20 ha câte o determinare la 2 - 3 ha.

Faza de teren. Pentru începerea lucrărilor în teren este necesar un plan de situație sau o hartă a zonei, o riglă gradată, ramă metalică, ruletă, pungi, carnete de observații. Deplasarea în teren se face pe una din diagonalele solei sau parcelei. Dacă sola este neuniformă din punct de vedere al îmburuienării, se vor parcurge ambele diagonale sau deplasarea se va face în zig-zag. Pentru studierea în teren a buruienilor se folosește una din următoarele metode:

- metoda de apreciere vizuală generală;
- metoda cantitativ gravimetrică;
- metoda cantitativ numerică.

a. Metoda de apreciere vizuală generală se realizează prin estimarea îmburuienării cu ajutorul unor scări de evaluare. De regulă, apreciem raportul dintre planta cultivată și buruieni ca și grad de acoperire a solului. Apreciem numărul speciilor de buruieni și uniformitatea răspândirii lor în cadrul solei, parcelei sau a unei suprafețe de probă.

Mărimea acestor suprafețe de probă variază între 25 m² și 100 m² și rareori 400 m². Această metodă are la bază principiile școlii floristice Zürich-Montpellier și a fost folosită de mulți cercetători. Metoda are avantajul că este rapidă, dă o imagine destul de fidelă a realității din teren, însă nu este foarte precisă, este greu de utilizat în combaterea buruienilor prin mijloace agrotehnice sau chimice. Scările cu care se operează nu au intervale egale,



fapt ce constituie un impediment în compararea rezultatelor. În acest sens, un exemplu de scară de evaluare este cea propusă de EWRS (European Weeds Research Society - Societatea Europeană pentru Cercetarea Buruienilor), utilizată la aprecierea efectului erbicidelor asupra buruienilor cu 9 trepte (cu note de la 1 la 9), astfel: pentru evaluarea abundenței, denumită și frecvență, se acordă nota 1 când toate buruienile din parcela de probă sunt distruse de erbicide și nota 9 când nici una dintre buruieni nu este distrusă. Celelalte note au valori intermediare (nota 2 între 15% și 20% combatere, nota 3 între 25% și 30%, nota 5 între 45% și 50 % combatere etc.). Cu tot subiectivismul lor, rezultatele obținute prin această metodă dau o imagine destul de bună a situației îmburuienării. Aceasta poate fi aplicată în câmpurile experimentale, nu și în terenurile cultivate unde ne interesează aspectele cantitative exprimate în număr de indivizi pe unitatea de suprafață.

b. Metoda cantitativ gravimetrică constă în recoltarea, uscarea și cântărirea pe specii a buruienilor la 1 m², iar exprimarea datelor se face în grame substanță uscată/m² sau kg/ha. În funcție de scopul urmărit și de timpul avut la dispoziție, se execută un număr cât mai mare de determinări.

Această metodă oferă rezultatele cele mai exacte cu privire la gradul de îmburuienare, dar numărul mare de repetiții și durata mare de timp o recomandă pentru câmpurile experimentale.

Trebuie scos în evidență datele oferite de Zonzo, citat de Chirilă (6), care a arătat că între biomasa buruienilor și pierderile de recoltă este un coeficient de corelație mai mare ($r = 0,848 - 0,890$) decât între numărul de buruieni și pierderile de recoltă ($r = 0,128$).

Principiul metodei constă în numărarea buruienilor din interiorul ramei metalice, urmată de tăierea acestora de la colet. Apoi sunt separate pe specii, se usucă la aer și în etuvă la temperatura de 105 °C sau 40 – 60 °C, după care se cântăresc. Se calculează media valorilor obținute în cadrul repetițiilor și apoi gradul de îmburuienare. Gradul de îmburuienare reprezintă procentul de buruieni la m² față de numărul total al buruienilor sau greutatea lor uscată la m², față de greutatea maximă a buruienilor (tabelul 8.14).

Prin gradul de îmburuienare se poate exprima contribuția unui tratament aplicat în distrugerea buruienilor și se exprimă în procente, reprezentând diferența între gradul maxim de combatere (100%) și gradul de îmburuienare al parcelei respective.

Tabelul 8.14

**Determinarea gradului de îmburuienare și de combatere a buruienilor
din cultura de porumb, Podu-Iloaiei, iulie 1996 (7)**

Varianta	Număr de buruieni		Greutatea uscată a buruienilor		
	Nr./m ²	Grad de îmburuienare (%)	g/m ²	Grad de îmburuienare (%)	Grad de combatere a buruienilor (%)
V1 Martor I neprășit, neerbicidat	196	100	710	100	0,0
V2 Martor II 3 prașile + neerbicidat	30	15,3	64	0,01	90,9
V3 Eradicane (6 l/ha) + Pizetin (2,5 l/ha)	45	23	152	21,4	78,6
V4 Eradicane (6 l/ha) + Pizetin (2,5 l/ha) + 2 prașile	6	3,06	13,4	1,9	98,1

La stabilirea gradului de îmburuienare pe județe și regiuni mari această metodă nu se justifică economic.

c. Metoda cantitativ numerică constă în numărarea buruienilor pe specii la 1 m². Se folosește rama metrică. Uneori, pentru a ușura munca de teren, se folosește rama cu latura de 0,5 m = 0,25 m² și apoi rezultatele se raportează la m². Uneori, pentru a avea o imagine globală asupra gradului de îmburuienare, prezența vetrelor de buruieni și evitarea suprafețelor nereprezentative, se recomandă întocmirea unor hărți de îmburuienare la diferite scări și de diferite tipuri. Hărțile de îmburuienare sunt foarte utile, deoarece prezintă o imagine sintetică a gradului de îmburuienare, indică speciile dominante, evidențiază vetrele de buruieni mai periculoase și permit urmărirea dinamicii îmburuienării, aplicarea unor măsuri de combatere diferențiate cu o eficiență mai bună.

Tipurile de hărți de îmburuienare. Hărțile de îmburuienare sunt hărți botanice și se clasifică după conținut, după gradul de generalitate (speciile, genurile) și după scară. Cele speciale se clasifică după modul de alcătuire și după felul în care se exprimă starea de îmburuienare. Astfel, avem următoarele tipuri de hărți: analitice, sintetice și mixte.

Hărțile analitice – arată răspândirea unei singure specii (sau a unui număr mai redus de specii) pe o anumită suprafață. Metoda folosită la întocmirea acestor hărți este metoda punctelor (cu cât numărul de puncte este



mai mare, cu atât specia are frecvență mai mare). Pentru suprafețe mai mici la nivelul fermei, scara de 1:5000 - 1:10000. Se utilizează metoda perimetrelor care oferă informații referitoare la suprafața ocupată de o anumită specie.

Hărțile sintetice – au un caracter global, prezentând îmburuienarea unei suprafețe cu specii cu aceeași durată a perioadei de vegetație etc. Pentru prezentarea pe hărți se folosesc culori diferite sau hașurile pentru suprafețe mai mari, iar pentru suprafețe mai mici se folosesc semnele convenționale.

Hărțile mixte – arată răspândirea unor specii de buruieni mai periculoase, dar și asociații de specii sau grupe biologice.

Faza de elaborare propriu-zisă a hărților. Pentru a putea fi utilizate datele obținute pe teren, se prelucrează pe fișe de îmburuienare a sozelor, urmând a se întocmi hărțile de îmburuienare. În acest scop se grupează speciile de buruieni pe grupe, în funcție de posibilitățile comune de combatere, stabilindu-se totodată raportul dintre buruienile dicotiledonate și monocotiledonate și raportul dintre speciile anuale și perene.

În lipsa posibilităților de a executa o cartare riguroasă, fermierul poate evalua singur, prin metode expeditivă, gradul de îmburuienare al culturilor.

BIBLIOGRAFIE

1. Berca, M., 1996 - *Combaterea buruienilor din culturile agricole*. Editura Fermierul Român, București.
2. Budoi, Gh., Oancea, I., Penescu, A., 1994 - *Herbologie aplicată. Buruienile și combaterea lor integrată*, Editura Ceres, București.
3. Budoi, Gh., Penescu, A., 1996 - *Agrotehnică*. Editura Ceres, București.
4. Chirilă, C., 1989 - *Cartarea buruienilor din culturile agricole*. M.A., București.
5. Chirilă, C., 1991 - *Buruienile – problema și dinamica florei segetale din culturile agricole*. În „Cereale și plante tehnice”, p. 11 - 12.
6. Chirilă, C., 2001 - *Biologia buruienilor*. Editura Ceres, București.
7. Guș, P., Lăzureanu, A., Sândoiu, D.I., Jităreanu, G., Stancu, I., 1998 - *Agrotehnică*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
8. Korsmo, E., Wollenweber, H.W., 1930 - *Unkräuter im Ackerbau der Neuzeit: Biologische und Praktische Untersuchungen*. Edit. Verlag von Julius Springer, Berlin.
9. Penescu, A., 1991 - *Cercetări privind combaterea buruienilor dicotiledonate cu erbicide nepoluante și influența lor asupra producției de grâu și a culturilor postmergătoare*. Teză de doctorat, IANB, București.
10. Penescu, A., Ciontu, C., 2001 - *Agrotehnica*. Editura Ceres, București.
11. Penescu, A., Ionescu N., 2013 - *Combaterea biologică a buruienilor*. Editura Ceres, București.
12. Penescu, A., Ionescu, N., Georgescu, Mihaela, Săvulescu, Elena, Nichita, Mihaela, Ionescu, S., 2017 - *Compendiu de botanica buruienilor*. Edit. Ceres, București.
13. Pintilie, C., Romoșan, Șt., Pop, L., Timariu, Gh., Sebok, P., Guș, P., 1985 - *Agrotehnica*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
14. Șișești-Ionescu, Gh., Staicu, Ir., 1958 - *Agrotehnica*. Edit. Agrosilvică, București.
15. Anghel, Gh. și colab., 1972 - *Buruienile din culturile agricole și combaterea lor*. Editura Ceres, București.
16. Șarpe, N., 1987 - *Combaterea integrată a buruienilor din culturile agricole*. Editura Ceres, București.
17. Penescu, A., Ciontu, C., 2001 - *Agrotehnica*. Editura Ceres, București.
18. Nedelcu, P., 1987 - *Botanica*. Editura Didactică și Pedagogică, București.



CAPITOLUL 9

COMBATEREA BURUIENILOR

9.1 CONCEPTUL DE COMBATERE INTEGRATĂ, COMPONENTĂ PRINCIPALĂ A MANAGEMENTULUI INTEGRAT AL BURUIENILOR

Combaterea buruienilor este o necesitate obiectivă și reprezintă o preocupare permanentă a specialiștilor din agricultură, dar și din alte sectoare de activitate. Buruienile produc pagube enorme agriculturii, reflectate prin creșterea costurilor de producție, diminuarea recoltelor, care pot merge până la compromiterea acestora și deprecierea calității produselor.

Datorită particularităților biologice, buruienile constituie o amenințare permanentă și ca urmare, combaterea lor reprezintă o verigă principală și obligatorie în tehnologia culturilor. În orice activitate pe care o întreprindem în acest domeniu, nu trebuie pierdut din vedere faptul că, buruienile sunt componente ale ecosistemelor naturale și agricole (1).

Prin combatere în sensul strict al cuvântului se înțelege acțiunea de a participa la lupta de eliminare, distrugere, stopare a unui dușman care, în cazul nostru, sunt buruienile din culturile agricole, prin toate metodele cunoscute. Combaterea buruienilor din culturile agricole a început să fie practică de îndată ce omul a început să cultive pământul pentru a-și asigura hrana. La început aceste metode au fost rudimentare, dar pe măsura trecerii timpului s-au dezvoltat în concordanță cu creșterea cerințelor pentru hrană a omenirii.

Delimitarea în timp și spațiu a utilizării metodelor de combatere a buruienilor, nu se poate face de-a lungul istoriei agronomice. Se poate afirma cu certitudine că odată cu semănatul primului bob de grâu sau orez, din vremuri preistorice (5000– 7000 de ani înaintea erei noastre) chiar dacă nu avem



documente care să ateste acest lucru, omul a apelat prima dată la metodele pe care azi le numim agrotehnice de combatere a buruienilor, ca plivitul manual, prășitul cu săpăligi din piatră, os sau metal.

Odată cu cea mai veche metodă de combaterea buruienilor, plivitul manual, au evoluat și celelalte metode în paralel cu marile descoperiri din epoca Bronzului și Fierului, din domeniul perfecționării uneltelor agricole cum ar fi plugul de lemn, plugul cu brăzdar de fier, grapa etc.

Cu ajutorul plugului de lemn omul a început să are și să cultive suprafețe mai mari și probabil să le și întrețină mai bine, mai curate de buruieni. Deci, odată cu metodele agrotehnice de la început, omul a recurs și la celelalte categorii de metode de combatere a buruienilor și anume, metodele preventive și fizice, pe care le-a integrat într-un sistem de combatere care a evoluat și s-a perfecționat odată cu progresul tehnic din domeniul agricol și al construcției de mașini.

O adevărată revoluție în domeniul combaterii buruienilor a avut loc odată cu descoperirea și folosirea primelor erbicide pe bază de 2,4-D și EMCPA, imediat după Al Doilea Război Mondial, mai precis din 1945.

În România, după anul 1960, metodele și tehnicile de combatere a buruienilor au evoluat rapid. Multe unități agricole au pus în aplicare un complex de măsuri integrate de combatere a buruienilor.

Combaterea buruienilor poate fi asigurată în totalitate numai prin îmbinarea mai multor metode specifice fiecărei zone și posibil de aplicat economic și tehnic. Măsurile de combatere nu trebuie aplicate izolat, ci integrate într-un complex de măsuri, iar scopul urmărit este acela de a se realiza producții mari, de calitate superioară, în condițiile creșterii fertilității și păstrării sănătății solului.

În anul 1958 a luat ființă European Weed Research Council, în prezent European Weed Research Society (EWRS), care reprezintă cea mai înaltă autoritate în problema studiului și combaterii buruienilor din Europa.

Combaterea integrată a fost definită la prima ședință a grupei de experți F.A.O. (1969), ca un sistem de reglare a populației de dăunători, care folosește toate metodele de combatere într-un mod cât se poate de compatibil, pentru a menține dăunătorii la un nivel la care nu produc pagube economice (11). Noțiunea de combaterea integrată a buruienilor – CIB (integrated control of weeds) a fost acceptată în literatura de specialitate mult mai târziu.

În anul 1977, Kneji Noda publică un model de sistem privind combaterea integrată a buruienilor din cultura orezului în condițiile din Japonia, sistem care are ca verigi importante următoarele categorii de măsuri:

- preventive – plivitul și asolamentul;
- agrotehnice – prașilele mecanice, manuale, lucrările solului;
- chimice – utilizarea de erbicide selective;
- culturale – rotația culturilor;
- biologice – utilizarea de agenți patogeni, ca insecta *Triops* sp., care consumă tinerele plante ale unei specii dicotiledonate de buruieni.

Este printre primele sisteme de combatere integrată a buruienilor, elaborat pe rezultate științifice (figura 9.1) (6).

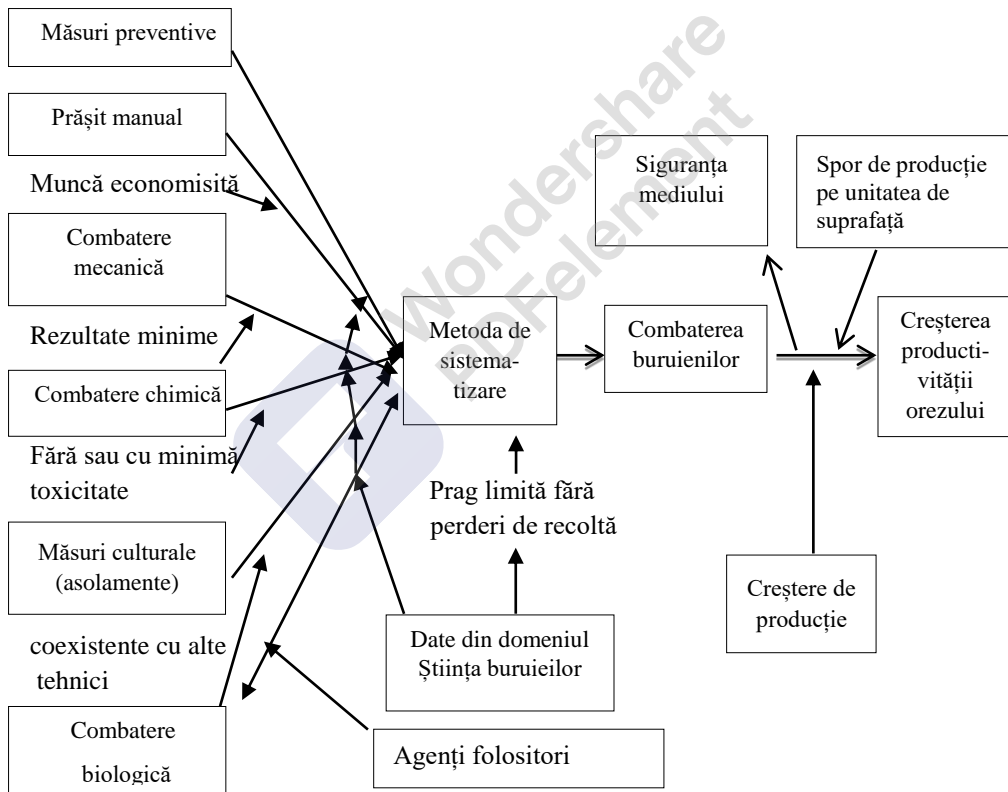


Figura 9.1 - Model de sistem privind combaterea integrată a buruienilor din cultura orezului (6)

Tot în anul 1977, Fryer J.D. și Shotchi Matsunaka, citați de N. Șarpe (11) publică în Japonia lucrările unui simpozion pe tema combaterii integrate a buruienilor din culturile agricole, sintetizând punctele de vedere pe această

temă. Ei arată că studiile în combaterea integrată a buruienilor trebuie să se bazeze pe un program sofisticat de folosire a erbicidelor combinate în același timp cu metode agrotehnice specifice fiecărei culturi, în relație cu felul infestării cu buruieni.

La numai un an după acest simpozion internațional, la Constanța a avut loc primul Simpozion Național de Herbologie, iar în anul 1994 a luat ființă Societatea Română pentru Studiul și Combaterea Buruienilor. Aceste acțiuni, la care s-au adăugat simpozioanele Proplant, au făcut ca studiile cu privire la combaterea integrată a buruienilor să fie mult aprofundate și în țara noastră.

C. Pintilie (7) arată că obținerea unor rezultate foarte bune în combaterea buruienilor depinde de folosirea unei game largi de mijloace de prevenire și combatere precum și de continuitatea utilizării lor. Folosirea unilaterală a erbicidelor ca mijloc de combatere a buruienilor se bucură de eficacitate ridicată doar în primii ani de aplicare, după care buruienile tolerante, găsesc un spațiu liber, dobândesc rezistență și se înmulțesc foarte mult, devenind buruieni-problemă.

Gh. Budoii (2) scoate în evidență faptul că acțiunea de combatere a buruienilor poate fi eficientizată numai prin îmbinarea tuturor metodelor, care nu trebuie aplicate izolat, ci trebuie să fie integrate, adică să formeze un complex de măsuri în care să se completeze unele pe altele iar prin aplicarea lor să se îndeplinească și alte cerințe ale tehnologiilor culturilor.

Același autor introduce pentru prima dată în literatura de specialitate din România noțiunea de Management Integrat al Buruienilor (M.I.B.), în care arată că această tehnologie prietenoasă față de mediu se încadrează mai bine în sistemul de agricultură durabilă (sustenabilă), care se bazează pe considerente economice, ecologice și productive. Evidențiază că ar trebui să controlăm și să dirijăm în dinamică populațiile de buruieni și relațiile acestora cu plantele de cultură, să acționăm în sensul de a reduce numărul buruienilor până la un nivel tolerabil, exprimat prin „Pragul economic de dăunare” dar în același timp să conservăm biodiversitatea plantelor în ecosistemele agricole. Toate aceste aspecte presupun un program de monitorizare al buruienilor, cu un accent deosebit pe cunoașterea biologiei și evoluției populațiilor de buruieni, a relațiilor acestora cu plantele de cultură, pentru elaborarea celor mai eficiente metode de menținere a lor sub pragul economic de dăunare.

M.I.B. presupune perfecționarea tehnologiilor de producție, fără a exclude folosirea erbicidelor, dar intensifică acțiunile pentru diminuarea până la zero a efectului lor poluant, prin reducerea dozelor, aplicarea pe zona



rândului sau pe vetre, folosirea bioerbicidelor etc. M.I.B. este parte componentă a Sistemului de agricultură durabilă care prevede în principal păstrarea biodiversității, dar în condiții de productivitate, profitabilitate, protecția mediului, justiție socială și conservarea resurselor.

Aceste două noțiuni, Combatere integrată a buruienilor și Managementul integrat al buruienilor nu sunt noțiuni opuse. În noua concepție, Combaterea integrată a buruienilor trebuie inclusă în Managementul integrat al buruienilor, care presupune o activitate mai complexă.

Conținutul, verigile, managementului integrat se precizează pentru fiecare fermă agricolă, pentru fiecare solă sau cultură în funcție de gradul de îmburuienare, condițiile pedoclimatice locale, cultură și tehnologia acesteia, precum și posibilitățile tehnico-organizatorice ale fermei.

Conceptul de combatere integrată a buruienilor trebuie să fie fundamentat pe caracteristicile ecologice ale fiecărei sole, precum și pe baza unei continuități în combatere, în timp și în spațiu, completat cu operativitate și eficacitate în alegerea mijloacelor și metodelor de combatere (3).

Guș P. (5), pe baza rezultatelor experimentale obținute la S.D.E. Așchileu Mic, a USAMV Cluj-Napoca, stabilește o serie de măsuri în cadrul conceptului de “Combatere Integrată a Buruienilor”, clasificate în două grupe: grupa componentelor obligatorii și grupa componentelor condiționate.

a) *Grupa componentelor obligatorii*, include activități care trebuie cunoscute, respectate și aplicate cu rigurozitate de orice agricultor care nu necesită investiții materiale și anume:

- folosirea de sămânță condiționată și certificată;
- utilizarea gunoiului de grajd bine fermentat, fără semințe de buruieni viabile;
- evitarea răspândirii semințelor de buruieni prin apa de irigat, recoltare, depozitare, transport sau prin intermediul mașinilor agricole;
- rotația culturilor;
- distrugerea surselor de îmburuienare.

b) *Grupa componentelor condiționate*, cuprinde activitățile mai laborioase și care necesită cunoștințe și investiții mai mari:

- corectarea reacției solului;
- eliminarea excesului de umiditate;
- irigarea rațională;
- restabilirea echilibrelor de nutriție;
- respectarea tehnologiei de cultură;
- utilizarea de erbicide.

În combaterea integrată a buruienilor, fermierii au la dispoziție folosirea în complex a metodelor preventive, agrotehnice, fizice, biologice și chimice. Aceste metode sunt unanim acceptate de cercetătorii în domeniul protecției plantelor și nu se poate face o delimitare precisă a lor în producție deoarece se împletesc și se completează unele pe altele în dinamică.

9.2 METODE PREVENTIVE DE COMBATERE A BURUIENILOR

În această categorie sunt cuprinse toate măsurile și activitățile care previn aducerea de semințe din alte surse în culturile agricole, pentru limitarea sau chiar eliminarea infestării acestora, a solurilor și parcelelor de teren, cu specii de buruieni aduse din altă parte. În principal, aceste metode urmăresc eliminarea sau diminuarea măcar a principalelor surse de îmburuienare, fiind cunoscut faptul că este mai eficient să previi înmulțirea buruienilor decât să le combați.

Aceste măsuri ocupă un loc important în sistemul combaterii integrate a buruienilor. Toate terenurile agricole au o rezervă de buruieni imensă și ca atare, activitatea de combatere a buruienilor trebuie să fie continuă și complexă, deci integrată.

Pentru organizarea unui sistem rațional de prevenire al îmburuienării se impune o mai bună cunoaștere a particularităților biologice ale buruienilor, ale căilor de înmulțire și răspândire, a însușirilor morfologice ale semințelor pentru a le putea recunoaște în apele de irigație, în gunoierul de grajd, în diferite surse de îmburuienare și în sol. De asemenea, orice fermier, trebuie să poată recunoaște speciile de buruieni încă din fazele tinere, de cotiledoane sau de 2-4 frunze, deoarece în acest mod pot fi alese metodele de combatere cele mai eficiente, iar buruienile vor fi combătute încă din primele faze de dezvoltare, când sunt mai sensibile la acțiunea erbicidelor.

Principalele metode preventive de combatere a buruienilor sunt:

a. Curățirea materialului de semănat. După recoltarea culturilor, producția obținută poate conține o cantitate mare de resturi organice, semințe sparte, frunze, pleavă sau semințe de buruieni. Folosirea acestor semințe pentru semănat fără a le supune unor operații speciale de separare, de selectare, duce

la o îmburuienare suplimentară a terenurilor agricole și la înființarea unor culturi neuniforme ca desime.

Pentru semănatul culturilor trebuie folosite numai semințe selecționate, certificate și libere de semințe de buruieni, să se respecte indicatorii de puritate fizică și procentul de semințe de buruieni standardizate (tabelul 9.1) (6).

Tabelul 9.1

**Indicii de calitate fizică a semințelor pentru semănat,
condiții de valoare culturală a semințelor certificate (6)**

Specia	Puritate fizică (% minim)	Semințe străine - buc. la 500 g (max.)			Germinație totală (% minim)
		Alte plante de cultură	Buruieni		
			total	din care greu separabile	
Grâu comun	98	10	15	10	85
Orz	98	20	20	15	85
Orez	98	20	20	15	85
Secară	98	20	15	10	85
Porumb	98	0	0	0	90
Mazăre	98	0	0	0,1	80
Fasole	98	0	0	0,1	75
Linte	98	0	0	0,1	85
Soia	98	0	0,25	0,05	80
Năut	98	0	0,1	0,1	85
Floarea-soarelui	98	5	0	0	85
Rapiță de ulei	98	0,3	0	0	85
Lucernă	97	1,5	0	0	80
Trifoi	97	1,5	0	0	80

Pentru curățire se folosesc echipamente simple, ca selectoare, trioare, vânturători etc. sau industriale, ca stații de curățare și sortare, gravitatoare, instalații speciale etc. în funcție de proprietățile semințelor de buruieni sau ale plantelor de cultură.

Pentru înlăturarea anumitor semințe de buruieni greu separabile, cum este cuscuta din trifoi sau lucernă, se utilizează instalații speciale, în care separarea acestor semințe de buruieni de semințele plantelor de cultură se face electromagnetic. Cunoscându-se particularitatea biologică a semințelor de cuscută care au tegumentul canelurat, acestea se amestecă cu pilitură de fier, iar pilitura de fier își găsește loc în aceste caneluri. Apoi, prin trecerea acestor

semințe prin fața unui electromagnet, odată cu pilitura de fier sunt separate și semințele de cuscută (torțel).

Pentru culturile de lucernă și trifoi sunt admise la semănat semințele care au procent zero de cuscută. Semințele de buruieni, odată ajunse în terenul bine pregătit, germinează în masă și infestază repede cultura. După condiționarea sau selectarea materialului de semănat, acesta este verificat sub toate aspectele biologice și genetice de către Laboratoarele pentru controlul calității semințelor, iar această sursă de îmburuienare este înlăturată.

b. Pregătirea rațională a gunoiului de grajd. O mare parte din semințele de buruieni ingerate, trec prin tubul digestiv al animalelor rumegătoare fără a-și pierde capacitatea de germinație și ajung în platformele de gunoi împreună cu semințe de buruieni din alte surse. Pot ajunge aici semințe de buruieni odată cu resturile de fân sau frunze rămase neconsumate de animale, cu paiile folosite la așternut sau din alte activități. Ca urmare, gunoiul de grajd reprezintă o sursă majoră de infestare cu buruieni a culturilor agricole, motiv pentru care acesta trebuie pregătit corespunzător în platforme. Prezentăm mai jos câteva reguli de pregătire a platformei de gunoi:

- evitarea folosirii ca așternut pentru animale a paielor care conțin un număr mare de semințe de buruieni, în special paiile de grâu infestate cu *Apera spica-venti*, *Avena fatua*, *Lolium* sp. sau cu alte specii;

- folosirea în hrana animalelor a furajelor concentrate, boabe de mazăre, porumb, soia etc. numai sub formă măcinată sau pregătite termic, mai ales cele obținute din recoltele infestate puternic cu diverse semințe de buruieni;

- realizarea unei platforme bine încheiate și împachetate pentru a favoriza fermentația anaerobă, cu temperaturi peste 60 °C, care să conducă în final la distrugerea capacității de germinație a semințelor.

După Kott S.A., citat de A. Lăzureanu (4), în 600 g de gunoi de cabaline s-au identificat 312 semințe aparținând la 19 specii de buruieni. Autorul arată că transportând 90 tone de gunoi de cabaline în câmp aducem un surplus de 33 milioane semințe de buruieni, din care 12 milioane sunt germinabile. Într-o platformă, gunoiul trebuie menținut o perioadă minimă de 3-4 luni pentru distrugerea în totalitate a semințelor. De asemenea, în jurul platformelor de gunoi, se dezvoltă foarte bine specii de buruieni care reprezintă la rândul lor surse de îmburuienare suplimentară a platformelor, încât este recomandat ca acestea să fie distruse înainte de a fructifica.

c. Curățirea apelor de irigat de semințe de buruieni. În apele râurilor, lacurilor, bălților, canalelor de irigație, de desecare sau scurgere, pe taluzurile canalelor etc., sunt numeroase semințe de buruieni. Multe dintre aceste semințe își pot păstra germinația o lungă perioadă de timp (1-3 ani) chiar dacă stau în apă sau plutesc și în plus, pot fi răspândite odată cu apa de irigat pe suprafețe mari. Ca atare, trebuie luate măsuri de eliminare a acestei surse de îmburuienare prin executarea anumitor operații, înainte de începerea irigației:

- fixarea unor site de diferite mărimi la sorburile instalațiilor ce trimit apa de irigat pe conducte;

- așezarea de stăvilare din loc în loc, cu rolul de a liniști curgerea apei, încât semințele de buruieni să se poată decanta și depune pe fundul canalelor.

Odată cu apa de irigat a fost răspândită aproape uniform în sudul țării specia *Sorghum halepense* (costrei), care în momentul de față reprezintă o mare problemă pentru agricultori.

d. Recoltarea corectă și la timp a culturilor agricole. Speciile de buruieni au coacere eșalonată și cu cât se întârzie recoltatul, cu atât ajung la maturitate un număr mai mare de semințe de buruieni, care se scutură pe sol, măbind astfel rezerva de semințe de buruieni.

Multe specii de buruieni care cresc în vetre, cum sunt pălămida, susaiul etc., dacă nu au fost eliminate prin erbicidare, trebuie distruse mecanic sau manual înainte de a fructifica, pentru a nu le da posibilitatea de a-și răspândi semințele. Păiele sau resturile vegetale nu trebuie lăsate o perioadă lungă de timp pe teren. Cu cât sunt lăsate un timp mai îndelungat, cu atât numărul de semințe de buruieni care ajung la maturitate va fi mai mare și se vor scutura pe sol.

e. Curățarea tractoarelor și mașinilor agricole. Curățarea tractoarelor și mașinilor agricole, a combinelor și a tuturor echipamentelor la trecerea lor dintr-o solă la alta, constituie o măsură preventivă de evitare a infestării cu semințe de buruieni.

f. Distrugerea diferitelor focare infestate cu buruieni și semințe de buruieni. Toate suprafețele de teren necultivate, marginile solelor, taluzurile căilor ferate, digurile canalelor de desecare sau de irigat, terenul din preajma hidranților, malurile râurilor, lacurilor, greșurile dintre culturi și de la capătul parcelelor, perdelele de protecție, hotarele între proprietăți, terenurile unde au fost stâne de oi și alte animale pot constitui adevărate focare de infestare cu semințe de buruieni pentru terenurile vecine. Toate buruienile de

pe aceste suprafețe trebuie eliminate înainte de a forma sămânță, prin cosit, prășit sau prin aplicarea de erbicide.

g. Evitarea răspândirii semințelor de buruieni prin intermediul animalelor. Se are în vedere faptul că animalele aflate la păscut, prin fecalele lor, răspândesc semințe de buruieni din loc în loc. Totodată, de lâna oilor sau de blana altor animale se agață multe semințe de buruieni (*Xanthium*, *Bidens*, *Galium* etc.) care sunt, de asemenea, transportate la distanțe mari. Se impune astfel organizarea în bune condiții a acțiunii de pășunat, astfel încât să se evite trecerea animalelor prin locuri necultivate și pline de buruieni.

h. Organizarea serviciului de carantină. Carantina este un serviciu organizat de stat prin care la graniță și în vamă se urmărește împiedicarea pătrunderii/ieșirii în/din țară a unor semințe de buruieni foarte periculoase, care nu sunt încă prezente în țara noastră și în același timp să se împiedice răspândirea buruienilor foarte dăunătoare existente în anumite zone din interior.

Și la noi în țară există un serviciu de carantină fitosanitară cu reglementări stricte privind la importul sau exportul de produse sau semințe cu care s-ar putea răspândi buruienile. Există o listă cu speciile de buruieni de carantină, listă care se completează periodic, iar între cele considerate ca periculoase sunt *Cuscuta* sp., *Orobanche* sp., *Solanum rostratum*, *Acroptilor picris*, *Ambrosia* sp. ș.a.

9.3 METODE AGROTEHNICE DE COMBATERE A BURUIENILOR

Metodele agrotehnice acționează direct asupra buruienilor și organelor de înmulțire ale acestora, semințe, organe vegetative de înmulțire, rădăcini care formează lăstari etc.

Aceste metode prezintă următoarele avantaje:

- combat toate speciile de buruieni, monocotiledonate și dicotiledonate, anuale, bienale și perene;

- pe lângă efectul de combatere al buruienilor, măsurile agrotehnice îndeplinesc și alte roluri, ca de exemplu pregătirea patului germinativ pentru semănat, afânarea solului între rândurile de plante, trasarea de brazde pentru irigat, combaterea bolilor și a dăunătorilor etc.;

- odată cu combaterea buruienilor se realizează în sol condiții favorabile de mediu pentru plante, ca aerisirea și acumularea apei;

- sunt nepoluante și deci nu deranjează, ci păstrează un echilibru în ecosistemul agricol;

- nu lasă în sol și plantă reziduuri, cum se întâmplă în cazul unor substanțe erbicide.

Măsurile agrotehnice de combatere a buruienilor prezintă și unele dezavantaje:

- unele lucrări ale solului aplicate nerațional și prea des, ca arătura, lucrarea cu grapele cu discuri grele, lucrarea cu freza, prașilele mecanice etc. favorizează intensificarea proceselor chimice și microbiologice de descompunere a materiei organice și reducerea conținutului de humus, deteriorează structura și tasează solul;

- sunt costisitoare și necesită forță de muncă manuală pentru plivit, prașit, cosit sau pentru condusul tractoarelor și mașinilor agricole;

- nu se pot executa întotdeauna la momentul optim, fie datorită condițiilor climatice nefavorabile, fie datorită lipsei forței de muncă;

- sunt lucrări energofage, mari consumatoare de energie mecanică (ex.: aratul, desfundarea etc.).

Cele mai importante măsuri agrotehnice pentru combaterea buruienilor sunt descrise în continuare:

- lucrarea de bază a solului – arătura cu sau fără întoarcerea brazdei, afânarea adâncă, scarificarea ș.a.;

- lucrările de pregătire a patului germinativ și prașilele mecanice;

- rotația culturilor, indiferent de mărimea exploatației agricole;

- fertilizarea de bază și utilizarea îngrășămintelor specifice fiecărui tip de sol și cultură;

- aplicarea de amendamente în vederea corectării reacției solului;

- semănatul rațional, în epoca optimă recomandată și respectarea ei cu strictețe;

- plivitul;

- realizarea densității optime la semănatul culturilor;

- prașilele manuale, cositul;

- inundarea;

- mulcirea;

- desecarea.



a. Lucrările solului. Prin lucrările executate cu plugul, grapa, freza, combinatorul, cultivatorul, cizelul etc. contribuim la distrugerea buruienilor în curs de răsărire sau răsărite și parțial se distrug și organele de înmulțire vegetative ale acestora.

Prin arătură sunt tăiate, încorporate în sol și distruse marea majoritate a buruienilor, în special cele anuale și bienale în vegetație și numai parțial cele perene (pălămida, volbura, pirul, costreiu, trestia, rugul etc.). Acestea din urmă pot regenera după un timp, formând noi plante.

Arăturile foarte adânci și lucrarea de desfundare elimină radical buruienile din semințe sau răsărite, cât și din organele de înmulțire vegetativă. Prin arat o bună parte din masa de organe vegetative ale buruienilor sunt aduse la suprafața solului și distruse, prin uscare vara, în cazul arăturilor de vară, sau prin îngheț iarna, în cazul arăturilor de toamnă.

Prin lucrările superficiale de întreținere a arăturilor, ca grăpatul, sunt distruse buruienile abia răsărite, iar rădăcinile sunt tăiate, secționare și ca atare acestea mor prin deshidratare. Cu cât buruienile sunt în faze de vegetație mai tinere iar solul este mai uscat, cu atât efectul de distrugere este mai mare. În solurile umede sau imediat după ploi, rădăcinile buruienilor scoase la suprafață prin arături își refac repede funcțiile și încep să vegeteze. Ca urmare, în aceste zone lucrările de întreținere a arăturii trebuie repetate.

Pentru o mai bună combatere a buruienilor se recomandă metoda provocației sau metoda epuizării (2).

Metoda provocației ajută la distrugerea semințelor viabile din sol și constă în mărunțirea stratului de la suprafață prin lucrări superficiale pentru a stimula germinarea acestora. După ce majoritatea semințelor de buruieni au răsărit, solul se lucrează din nou superficial atât pentru a le distruge, cât și pentru a favoriza germinarea altor semințe. Această operație se repetă de 2-3 ori la adâncimi diferite, mai ales la arăturile de vară, iar reușita ei este direct proporțională cu umiditatea din sol. Dacă în sol este umiditate suficientă, succesul în combaterea buruienilor este deplin.

Metoda este indicată în special în plantațiile pomicole, unde solul dintre rânduri se lucrează ca ogor negru. Se folosește și în cazul culturilor care se seamănă târziu (sorg, bumbac, ricin, pepeni), la care terenul poate fi lucrat superficial de 2-3 ori până la semănat, distrugând astfel buruienile.

Metoda epuizării se folosește pentru distrugerea buruienilor perene cu înmulțire prin muguri de pe rizomi sau drajoni: *Cirsium arvense* (pălămida), *Convolvulus arvensis* (volbura), *Sorghum halepense* (costreiu), *Agropyron*

repens (pirul târâtor), *Cynodon dactylon* (pirul gros), *Phragmites communis* (trestia), *Sonchus arvensis* (susaiul), *Aristolochia clematidis* (cucubertica), *Equisetum arvense* (coada-calului), *Rumex acetosella* (măcriș) etc.

Principiul metodei constă în lucrarea superficială și repetată a solului din două în două săptămâni, pentru a tăia lăstarii apăruiți la suprafață. Dacă lăstarii vor fi tăiați repetat, substanțele de rezervă se consumă și astfel rizomii, stolonii sau drajonii se epuizează. În acest interval scurt lăstarii nou formați consumă mai multă energie decât sintetizează rizomul, curentul de hrană are flux ascendent, spre părțile aeriene și mai puțin spre rădăcină. Metoda se poate utiliza numai în cazul culturilor prășitoare și în cazul arăturilor întreținute ca ogor negru (necultivate). Este o metodă costisitoare, necesită o perioadă lungă de timp, iar succesul este asigurat dacă se completează cu aplicarea de erbicide.

O variantă mai practică a acestei metode este fragmentarea organelor vegetative ale buruienilor (rizomi, drajoni) prin lucrări superficiale, iar când lăstarii au răsărit și au 10-15 cm înălțime se execută arătura adâncă, care încorporează atât lăstarii cât și rizomii fragmentați. Cu cât rizomii sunt fragmentați mai mărunț, cu atât epuizarea este mai rapidă și mai sigură, iar după arătura adâncă lăstarii nu mai au posibilitatea să ajungă la suprafață.

Metoda se poate practica după recoltarea borceagurilor, rapiței de toamnă, cartofului timpuriu, orzului, grâului, pentru ca terenul să rămână necultivat o perioadă mai lungă de timp. După recoltare și eliberarea terenului de resturi vegetale, se execută fie două lucrări perpendiculare cu grapa cu discuri pentru a fragmenta foarte bine rizomii sau stolonii, fie se execută o arătură superficială pentru a aduce organele vegetative din adâncime la suprafață, după care se execută două treceri cu grapa cu discuri în sensuri diferite. După ce majoritatea rizomilor au lăstărit, se execută arătura adâncă. Cu cât se întârzie arătura cu atât rezerva de substanțe plastice din segmentele de rizomi se reface.

Adâncimea lucrărilor, epoca de executare și numărul acestora depind de structura buruienilor, textura, fertilitatea și umiditatea solului etc. După arătura adâncă, din rădăcinile tăiate vor porni noi lăstari, dar aceștia nu vor mai putea ajunge la suprafață din lipsa substanțelor de rezervă din rizomi sau stoloni. Sunt câteva specii de buruieni care nu pot fi distruse în totalitate printr-o arătură superficială sau două lucrări cu discul, deoarece mugurii aflați pe rădăcinile mai adânci dau naștere la noi plante (ex.: vetrele de pământărie, de costrei, de pir gros). Pentru eliminarea acestor buruieni trebuie folosite strategii de combatere integrată.

b. Lucrările de pregătire a patului germinativ.

Grăpatul se recomandă numai pentru anumite culturi, ca porumbul și cartoful și se execută pentru distrugerea buruienilor în stadii tinere și a crustei. Pentru combaterea buruienilor în faze tinere la porumb, se recomandă grăpatul cu sapa rotativă, când plantele de cultură au 3-4 frunze.

Efectul lucrării este maxim dacă se execută când buruienile sunt mici și slab înrădăcinate. Pentru a evita distrugerea plantelor de cultură, operația se execută după ce s-a ridicat roua, deoarece dimineața plantele de porumb sunt foarte fragile datorită turgescenței maxime a celulelor. Se poate executa și când din anumite motive, crustă, secetă, frig, cultura nu răsare.

Prașilele mecanice se execută cu cultivatorul în scopul distrugerii buruienilor. Numărul de prașile și epocile de executare depind de particularitățile culturilor, de gradul de îmburuienare, erbicidele folosite etc.

Prin prașile se controlează toate buruienile pe intervalul dintre rândurile plantelor. Buruienile perene se epuizează mai greu, iar operația se repetă de mai multe ori. De regulă, se fac 1-2 prașile mecanice la culturile de câmp și 2-3 în culturile horticole.

c. Rotația culturilor. Aceasta reprezintă coloana vertebrală a Managementului integrat al buruienilor, ca urmare a eficienței combaterii și a costurilor economice neînsemnate.

Plantele cultivate sunt însoțite de anumite specii de buruieni, care datorită particularităților biologice și tehnologiilor de cultură, s-au adaptat în decursul timpului. Astfel, speciile de mohor lat (*Echinochloa crus-galli*), mohor (*Setaria* sp.), meișor (*Digitaria sanguinalis*), costrei (*Sorghum halepense*) sunt specifice culturilor de porumb. Speciile de turiță (*Galium* sp.), șopârlită (*Veronica* sp.), albăstriță (*Centaurea cyanus*), mac (*Papaver rhoeas*), neghină (*Agrostemma githago*) sunt specifice cerealelor păioase. Loboda sau căprița (*Chenopodium* sp.), știrul (*Amaranthus* sp.), muștarul sălbatic (*Sinapis* sp.) sunt specifice culturilor de sfeclă, soia și floarea-soarelui. De aceea, dacă se cultivă mai mulți ani la rând aceeași plantă pe un teren, se vor înmulți foarte mult buruienile specifice, care însoțesc cultura respectivă.

Monocultura favorizează înmulțirea bolilor și a dăunătorilor, iar buruienile invadează cultura distrugând-o. Dimpotrivă, dacă se folosesc rotații cu plante având particularități și tehnologii de cultură diferite se limitează foarte mult înmulțirea buruienilor (tabelul 9.2) (10).

Sunt câteva culturi numite „competitive”, care datorită creșterii viguroase, rapide și densității mari pot sufoca buruienile, concurându-le pentru

factorii de vegetație. Aceste plante sunt iarba de Sudan, rapița, orzul, secara, cânepa, anghinarea, porumbul pentru siloz, lucerna și trifoiul anul II.

La stabilirea unei rotații trebuie avute în vedere particularitățile buruienilor care predomină. Pentru combaterea buruienilor perene, crește necesitatea corelării rotației culturilor cu lucrările solului și erbicidarea. Luptă mai ușor cu buruienile culturile prășitoarele, dar în cazul acestora numai dacă prașilele se execută la timp, ca epocă și ca adâncime.

Tabelul 9.2

**Gradul de îmburuienare la grâu și porumb,
în funcție de rotațiile utilizate la Fundulea (10)**

Rotația	Grâu (nr. buruieni/m ²)		Porumb (nr. buruieni/m ²)
	desprimăvărare	recoltare	recoltare
Monocultură	525,0	416,3	163,3
Grâu-porumb	183,0	134,0	88,3
Grâu - grâu-porumb	224,2	178,9	-
Soia-grâu-porumb	67,6	68,0	44,8
Mazăre - grâu - porumb-ovăz	83,7	72,2	41,7

Plantele care luptă mai slab cu buruienile sunt cerealele păioase de primăvară, inul, sfecla, în general culturile care cresc încet. De aceea, culturi ca sfecla, floarea-soarelui, soia se recomandă să răsără într-un teren lipsit de buruieni. La aceste plante, după apariția primelor două perechi de frunze, o perioadă de aproape două săptămâni plantele nu mai cresc, fiind perioada în care își formează sistemul radicular. Dacă în această perioadă terenul nu este curat de buruieni, producția poate fi diminuată cu 30-99%.

d. Fertilizarea. Fertilizarea cu îngrășăminte organice cât și cea cu îngrășăminte minerale, conduc la creșterea viguroasă a plantelor de cultură, care înăbușă buruienile ce răsar mai târziu. Efectul este mai puternic la culturile semănate în rânduri apropiate și mai puțin evident la cele semănate în rânduri distanțate. Aplicarea îngrășămintelor favorizează și dezvoltarea buruienilor, încât acestea trebuie distruse până la semănat cât și după semănat, plantele de cultură vor avea la dispoziție mai multe substanțe nutritive și vor crește nestingherite. Gunoii de grajd trebuie să fie bine fermentat și să se aplice în special culturilor prășitoare.

e. Folosirea amendamentelor. Solurile acide se caracterizează prin prezența unor specii de buruieni tipice care preferă această reacție, ca *Equisetum arvense* (coada-calului), *Rumex acetosella* (măcriș mărunț), *Raphanus raphanistrum* (ridichea sălbatică), *Ranunculus arvensis* (piciorul cocoșului), *Scleranthus annuus* (sincerică) ș.a. Aplicarea amendamentelor calcaroase reduce foarte mult numărul de buruieni specifice reacției acide.

Kott (2) citează o reducere a gradului de îmburuienare, în funcție de doza de amendamente între 6,14 % și 34,66% iar Bujoreanu și colab. (2) arată că prin amendare au fost eliminate speciile de măcriș (*Rumex* sp.), ridiche sălbatică (*Raphanus raphanistrum*), iarba vântului (*Apera spica-venti*) și trei frați pătați (*Viola arvensis*).

Solurile alcaline sunt îmburuienate cu specii de *Salicornia herbacea* (iarba sărată), *Salsola soda* (sărăcia) și *Salsola kali* sp. *ruthenica* (ciurlanul), *Statice gmelini* (limba peștelui). Aplicarea de amendamente cu gips și fosfogips reduc în cazul acestor soluri numărul de buruieni specifice.

f. Semănatul rațional. Dacă semănatul se face la epoca optimă se asigură o încălzire rapidă a semințelor și deci se reduce perioada de timp între semănat și răsărit.

Lucrarea solului înainte de semănat, pregătirea patului germinativ, epoca și desimea la semănat influențează gradul de îmburuienare a culturilor. Ultima lucrare de pregătire a patului germinativ înainte de semănat trebuie să asigure distrugerea tuturor buruienilor răsărite sau în curs de răsărire. Cu cât semănatul se face mai târziu după pregătirea patului germinativ, cu atât buruienile vor răsări mai devreme decât planta de cultură.

O repartizare uniformă a semințelor la unitatea de suprafață asigură o mai bună acoperire a terenului de către plantele cultivate și o reușită mai bună în lupta cu buruienile. La stabilirea epocii de semănat trebuie să se ia în calcul cerințele plantelor de cultură față de temperatură pentru a asigura germinarea într-un timp cât mai scurt. În anii umezi și mai răcoroși, culturile semămate prea timpuriu răsar greu și mai anevoios decât buruienile, iar amânarea semănatului conduce la scăderea producției.

În ceea ce privește desimea plantelor, este cunoscut că desimile mai mici favorizează răsărirea și creșterea buruienilor, iar cele optime asigură cea mai bună creștere și dezvoltare a plantelor și contribuie la diminuarea buruienilor (9) (tabelul 9.3).

g. Plivitul buruienilor. Lucrarea se execută manual, prin smulgerea buruienilor. Este o lucrare grea, obositoare care s-a folosit în trecut, iar astăzi

numai pe suprafețe mai mici, în grădini, pajiști, locuri greu accesibile cu mașinile agricole. Prin plivit se distrug în special buruienile anuale și bienale.

Buruienile perene se smulg greu, iar organele vegetative rămân în profunzimea solului și vor da naștere la noi lăstari. Se recomandă ca pentru distrugerea acestora, operația de plivit să se efectueze cu oticul, de mai multe ori într-o perioadă de vegetație. Pe pajiști, această operație dă rezultate bune dacă solul are umiditate suficientă, iar lama metalică pătrunde mai ușor și adânc în sol. Se combat ușor buruienile cu sistem radicular pivotant (*Plantago* sp. – pătlagina, *Taraxacum officinale* – păpădia, *Lappa major* – brusturele mare, *Verbascum phlomoides* – lumânărița etc.). Operația se execută înainte ca buruienile să înflorească pentru a nu forma semințe.

Tabelul 9.3

**Influența normei de sămânță asupra gradului de îmburuienare
la grâul de toamnă și de primăvară (9)**

Planta cultivată	Norma de sămânță kg/ha	Nr. buruieni/m ²			Greutate buruieni g/m ²
		anuale	perene	total	
Grâu de toamnă	90	12,3	11,7	24,0	2,28
	120	11,1	11,1	21,2	2,16
	150	9,6	8,7	18,3	1,66
Grâu de primăvară	120	71,4	9,1	80,5	4,33
	140	65,7	13,3	79,0	2,61
	160	57,3	11,1	68,4	2,67

h. Prășitul manual. Lucrarea de prășit manual este grea, obositoare și scumpă, necesită multă forță de muncă și nu se poate face decât pe timp frumos. Este o lucrare veche, dar utilizată și astăzi pe suprafețe mici în horticultură și mult mai puțin la culturile de câmp, pentru combaterea buruienilor de pe zona rândurilor de plante la culturile seamădate la distanțe mari între rânduri. Este o lucrare mai eficientă și mai puțin costisitoare decât plivitul. De obicei, se execută 1-2 prașile manuale, ținând cont de cultură, gradul de îmburuienare și condițiile de sol. Operația se poate reduce prin utilizarea erbicidelor.

i. Cositul buruienilor. Se execută manual sau mecanic, mai ales în locurile virane necultivate, margini de drum, canale de irigații, pajiști etc. înainte ca buruienile să înflorească și să fructifice.

Cele perene se cosesc până la epuizarea totală. Faza optimă de cosire a acestor specii perene este perioada între dezvoltarea deplină a frunzelor și cea de la începutul înfloririi (2, 9). În această perioadă în organele vegetative de înmulțire se găsește cea mai redusă cantitate de substanțe de rezervă. Pentru buruienile care lăstăresc după prima coasă din mugurii de la baza tulpinilor, se recomandă două coase, a doua coasă executându-se cât mai de jos. După două coase, tulpina se lignifică și nu mai lăstărește. Așa se poate combate din pășuni specia *Erigeron canadensis* (bătrâniș).

Prin cosit nu pot fi combătute în totalitate păpădia (*Taraxacum officinale*), pirul gros (*Cynodon dactylon*), ștevia (*Rumex* sp.), pătlagina (*Plantago* sp.) etc. care produc semințe aproape de suprafața solului.

j. Inundarea. Se practică în orezării, pe terenurile nivelate și este eficace în combaterea speciilor *Echinochloa crus-galli* și *Echinochloa phyllopogon*. După răsărirea acestora se menține un strat de apă de 5-10 cm, până când buruienile sunt distruse prin asfixiere. Specia *Leersia oryzoides* (orez sălbatic) nu este combătută prin această metodă.

k. Mulcirea. Este operația de acoperire a solului dintre rândurile de plante prășitoare cu resturi organice (paie, tulpini, gunoi de grajd) sau folii de plastic de culoare închisă, hârtie, carton etc. Buruienile sunt astfel înăbușite și lipsite de lumină. Această metodă combate bine multe buruieni anuale și perene (pir, volbură), dar numai parțial pălămida și costreiu. Mulciul format din materii organice contribuie și la ameliorarea conținutului de humus din sol.

La cultura de căpșun, mulcirea este o operație obligatorie pentru a preveni contactul fructelor cu solul, deprecierea și distrugerea acestora de către boli, în special putregaiuri.

l. Desecarea. Pe terenurile cu exces de umiditate pluvială sau stagnantă, se dezvoltă un covor floristic în care predomină plantele iubitoare de apă. Desecarea reduce numărul de buruieni specifice solurilor cu un conținut ridicat de umiditate, cum ar fi coada calului (*Equisetum arvensis*), jaleșul (*Stachys palustris*), ștevia (*Rumex acetosa*) etc. și sporește puterea de concurență a plantelor cultivate.

9.4 METODE FIZICE DE COMBATERE A BURUIENILOR

Metodele fizice de combatere a buruienilor includ utilizarea temperaturilor ridicate, între 60 și 800 °C, care distrug în special celulele tinere, sensibile la temperaturi mai mari de 60 °C, care determină coagularea proteinelor. Aceste metode pot fi utilizate atât la culturile de câmp sau în plantații, cât și la cele din spații protejate, sere, solarii etc.

Ca metode fizice, amintim solarizarea, arderea buruienilor și sterilizarea solului.

a. **Solarizarea.** Metoda constă în utilizarea foliei de plastic transparente, care se întinde pe suprafața solului pentru 6-10 săptămâni, etanșeizând marginile și determinând încălzirea puternică a acestuia. La temperaturi exterioare de 30 °C, temperatura solului atinge 50-60 °C la adâncimea de 1-3 cm și 30-40 °C la adâncimea de 25-30 cm. În acest fel își pierde capacitatea germinativă un procent important de semințe de buruieni și sunt distruse buruienile în curs de răsărire. Efectele sunt maxime în soluri reavene și în special pentru culturile de legume.

b. **Arderea buruienilor.** Această metodă constă în utilizarea cultivatoarelor cu flăcări sau arderea miriștii.

Cultivatorele cu flăcări, distrug buruienile din culturile de prășitoare (porumb, bumbac, sorg), legume (morcov), cuscutele din lucerniere, sau buruienile din plantațiile de arbuști fructiferi, căpșun etc.

Pentru această operație se folosește un agregat format din tractor, un rezervor de combustibil (derivați ai petrolului), furtunuri și arzătoare. Arzătoarele sunt adaptate astfel ca flacăra, care dezvoltă temperaturi de 70-100 °C, să nu atingă frunzele plantelor cultivate, aceasta trebuind să producă doar pălirea buruienilor, moartea survenind în câteva zile. În plus sunt distruși și unii agenți patogeni, dăunători sau semințe de buruieni.

Arderea miriștii. În unele situații se ard pe câmp produsele secundare (paie, vreji, coceni), cu scopul eliberării terenului în vederea executării arăturii. Această metodă nu este recomandată pentru că are multe dezavantaje: elimină materia organică necesară refacerii humusului, distruge microorganismele pe o adâncime de 10-12 cm, afectează echilibrul ecosistemului agricol și elimină în atmosferă cantități mari de carbon.

Această metodă se recomandă numai în zonele unde se constată atac puternic de gândac ghebos (*Zabrus tenebrioides*) și viermele roșu al paiului (*Haplodiplosis* sp.), contribuind la diminuarea populațiilor de dăunători.

c. **Sterilizarea solului.** Această metodă se practică mai ales în legumicultură, în special, în sere și solarii, în răsadnițe, la amestecul utilizat pentru ghivecele nutritive. Cu această metodă se distruge viabilitatea semințelor de buruieni, cât și agenții patogeni sau dăunătorii din solul respectiv. În sere se folosesc vapori de apă supraîncălzită, injectați în sol între două cicluri de producție sau sterilizarea se face cu formaldehidă.

A fost experimentată și folosirea microundelor electromagnetice cu mașina Zapper, pentru distrugerea semințelor de buruieni, a dăunătorilor și a agenților patogeni (3).

9.5 METODE BIOLOGICE DE COMBATERE A BURUIENILOR

În ultimul timp, o importanță tot mai mare o are combaterea buruienilor pe cale biologică. Metoda este unanim acceptată de specialiștii în domeniul protecției plantelor și reprezintă o componentă esențială în combaterea integrată a buruienilor.

Combaterea biologică implică utilizarea în lupta cu buruienile a unor dușmani naturali ai acestora ca agenți patogeni, insecte, melci, păsări, pești sau folosirea unor însușiri ale plantelor de cultură cum ar fi sinteza de substanțe alelopatice sau viteza mare de creștere și înfrățire care determină înăbușirea buruienilor.

Metoda prezintă avantajul că este continuă, nepoluantă, economică și păstrează diversitatea în ecosistemele agricole, astfel încât între buruiana gazdă și agentul biologic se realizează în final un echilibru. Este de dorit ca la acest echilibru, pagubele produse de buruieni să fie sub pragul economic de dăunare iar costul unei măsuri suplimentare de combatere a buruienilor să fie mai mic decât valoarea producției salvate.

Există însă riscul ca înmulțind și utilizând un dușman natural în combaterea buruienilor, aceasta să se adapteze și pe planta de cultură.

Combaterea biologică a buruienilor s-a dovedit eficientă pe suprafețe mari, bazine geografice, insule sau continente, infestate puternic de o singură

specie, provenită din altă zonă. Pentru a opri înmulțirea exagerată a acesteia este necesar să se aducă din țările de origine și bolile și dăunătorii ei specifici.

Câteva exemple de combatere biologică a buruienilor sunt prezentate în continuare.

În Australia, în anul 1893, a fost adusă din America de Sud specia de cactus *Opuntia* sp., și folosită ca plantă ornamentală pentru garduri vii, pe lângă curți și grădini. Planta s-a adaptat repede și a trecut în flora spontană înmulțindu-se exagerat. În 1925, planta invazivă ocupa aproximativ 30 de milioane ha, iar viteza de răspândire era de peste 0,5 milioane hectare anual. Numeroasele metode de combatere care s-au încercat asupra ei au fost fără rezultatul scontat. Pericolul a fost înlăturat cu ajutorul insectei sfredelitoare *Cactablastus cactorum*, adusă din Argentina, care formează multiple galerii în plantă, distrugând-o (2).

În SUA, pentru distrugerea pojarniței (*Hypericum perforatum*) buruiiană foarte periculoasă pe pășuni, s-au folosit specii de gândaci din genul *Chrysolina*. Pentru combaterea zambilei acvatice (*Eichhornia crassipes*), plantă ce acoperă suprafața râurilor și bazinelor de apă, împiedicând navigația, activitatea hidrocentralelor, a sistemelor de irigație și de drenaj s-au folosit agenți patogeni din genul *Cercospora* (7).

T. Onisie (5), arată că în perimetrele drenate și irigate din partea de nord a Americii, pentru combaterea speciei *Alternanthera philoxeroides*, s-au folosit dăunătorii musca frunzei (*Agasicles hydrophila*), tripsul *Aminotrips andersoni* și fluturile *Vogtia molloi*, acțiunea bucurându-se de mult succes și nu a mai fost nevoie să se folosească anual erbicide pentru combaterea acesteia. Tot autorul afirmă că apariția bioerbicidul David, ce conține spori ciupercii *Phytophthora palmivora*, s-a reușit combaterea buruienii *Morrenia odorata* din livezile de citrice, iar cu produsul Kolego, ce conține spori ciupercii *Colletotrichum gloeosporioides* sp. *aeschynomene*, combaterea buruienii *Aeschynomene virginica* din culturile de orez și soia.

În literatura de specialitate există, de asemenea, date din care rezultă că pentru combaterea răsfugului (*Chondrilla juncea* L.) s-au folosit ciupercile *Puccinia chondrilina* și *Erysiphe cichoracearum*, iar pentru buruiiana *Centaurea diffusa* s-au folosit ciupercile *Puccinia centaurea*, *Puccinia jaceae* și lepidopterele *Sphaenoptera jugoslavica*, *Metzneria paucipunctella* și *Pelochrista medulana*.

Pentru combaterea susaiului (*Sonchus* sp.) se poate folosi dipterul *Tephritis dilacerata*.

În SUA, pentru combaterea buruienilor din culturile de bumbac s-au folosit găștele.

În lacurile și crescătoriile de pește, vegetația subacvatică este distrusă cu ajutorul peștelui fitofag *Ctenopharyngodon idella* (crapul chinezesc).

După cum este cunoscut, în lupta biologică cu buruienile se apelează și la anumite însușiri ale plantelor de cultură. I. Stancu (3) afirmă că unele plante superioare secretă substanțe alelopatice sau alomone numite coline și că lanurile de secară și orez sunt mai curate de buruieni și din cauza acestui aspect.

Datorită vitezei mari de creștere, de înfrățire și ramificare, multe plante de cultură înăbușă buruienile și solele sunt mai curate. În acest sens amintim cânepa, iarba de Sudan, secara, gramineele și leguminoasele perene începând cu anul doi de cultură, floarea-soarelui după ce a depășit stadiul de opt frunze, cerealele de toamnă semănate în epoca și la distanța optimă între rânduri etc.

În lucrarea „*Combaterea biologică a buruienilor*”, Penescu A. (7) și Ionescu N. (7), arată: „cunoașterea bolilor buruienilor, reprezintă punctul de plecare pentru domeniul nou al combaterii biologice a buruienilor”. Prin însușirea aprofundată a taxonomiei și bioecologiei ciupercilor patogene ale buruienilor și prin exploatarea exactă a capacității lor de parazitare a buruienilor din culturi, se poate proteja planta de cultură. Rezultate încurajatoare s-au obținut în combaterea biologică a următoarelor specii de buruieni:

- *Cirsium arvense*, cu *Puccinia punctiformis*;
- *Rubus caesius*, cu *Phragmidium violacearum*;
- *Euphorbia cyparissias*, cu *Melampsora euphorbiae*;
- *Heliotropium europaeum*, cu *Uromyces heliotropii*;
- *Cyperus rotundus*, cu *Puccinia canaliculata* etc.

În prezent se folosesc microerbicide, elaborate din mai multe ciuperci specifice, dintre care cinci specii aparțin genului *Colletotrichum*. Exemple de microerbicide: *DeVine*, obținut din *Phytophthora palmivora*, împotriva buruienii *Morenia odorata*, *Collego*, obținut din ciuperca *Colletotrichum gloeosporioides*, sau *BioMal*, obținut din ciuperca *Colletotrichum gloeosporioides*, pentru buruiiana *Malva pusilla* etc.

9.6 ALELOPATIA SI ALELOERBICIDELE. IMPORTANȚA LOR IN AGRICULTURĂ

9.6.1 GENERALITĂȚI

Relațiile interspecifice prin care este edificată și stabilizată biocenoza, sunt întemeiate pe legități biochimice. Numeroși produși secundari ai metabolismului numiți metaboliți, sunt eliminați din corpurile plantelor și animalelor în mediu, imprimându-i acestuia o configurație biochimică diferită.

Din punct de vedere ecologic sunt importanți acei metaboliți care după ce au fost eliminați în mediu sunt asimilați de un organism din altă specie provocând asupra acestuia efecte fiziologice sau etologice. Este vorba de substanțe active sau ergoni cu efect exterior asupra organismelor care le-au produs, un fel de hormoni care acționează la distanță. Se mai numesc ectocrine sau alelochimicale. Acești metaboliți condiționează mai ales relații de inhibiție, antagoniste. Influențarea biochimică reciprocă a organismelor constituie baza chimică a mecanismelor de reglare din ecosistem.

Alelopata, de la grecescul *allelon* - reciproc și *pathe* – acțiune, desemnează relația fiziologică și biochimică reciprocă între plantele superioare și caracterizează întregul complex de fenomene cu influențare biochimică reciprocă între organisme.

Prin alelopata are loc inhibarea creșterii altei specii chiar în prezența resurselor de mediu suficiente. Biochimic, ecosistemul apare ca un țesut de ergoni în care metaboliții realizează legătura între organisme. Producția și circulația metaboliților reprezintă componente obișnuite ale proceselor biochimice locale. Mesagerii biochimici dispersați în biotop funcționează ca purtători de informație, ca un fel de transmisie în circuitele feedback. Planta primește informație de la alt organism mai întâi prin modificarea sortimentului de ergoni din mediu. Această informație provoacă la receptor o reacție definită iar retroacțiunea este condiționată de natura și cantitatea metaboliților eliminați. Deoarece majoritatea metaboliților au efect inhibitor, se poate ajunge la autodistrugere. Plantele, ciupercile și bacteriile trăiesc așadar într-un mediu biochimic produs de metaboliții eliminați.

Clasa ergonilor ectocrini cuprinde diverse combinații organice ca proteine, steroli, uleiuri eterice etc. al căror efect este extrem de specific. Clasificarea lor se face după organismul producător și organismul asupra

căruia au efect fiziologic. Acești ergoni sunt: toxinele bacteriene, antibioticele, fitoncidele, colinele și telergonii.

Toxinele bacteriene. Metaboliții bacteriilor au acțiune toxică asupra altor viețuitoare. Veștejirea plantelor este produsă de toxine din grupul marasminelor, de la grecescul *marasmos* - veștejire. Alte bacteriotoxine sunt nocive pentru ciuperci.

Antibioticele. Sunt produși ai metabolismului ciupercilor împotriva bacteriilor, pe care le împiedică să utilizeze metaboliții necesari din mediu.

Substanțe alelopaticice vegetale. Plantele superioare produc trei grupe fiziologice de substanțe alelopaticice și anume: 1) *fitoncide* cu acțiune nocivă asupra bacteriilor și mai rar asupra virusurilor, 2) *colinele* prin care se inhibă alte plante. Exemple de coline: etilenul, propilenul, butilenul. Între cele două tipuri de substanțe, fitoncidele sunt substanțe produse ocazional, iar colinele sunt produse permanent prin metabolismul obișnuit al plantelor, 3) *alcalozii* și *glicozizii*, care apără plantele de animalele fitofage.

Telergonii. Sunt acele substanțe cu care se influențează reciproc animalele. Ele se mai numesc feromoni.

9.6.2 ALELOPATIA ÎN AGRICULTURĂ

Alelopazia mai poate fi caracterizată ca o formă a interacțiunilor chimice dintre plante, sau între acestea și microorganismele, via eliberarea unor componente chimice în mediu. Potențialul alelopatic al câtorva specii de plante certe pot influența producția celor cultivate. Factorii de stres, biotici și abiotici, la fel ca și cei fizici, chimici și biologici ai solului, modifică efectele alelopaticice. Demonstrarea alelopatiei în sisteme naturale este dificilă deoarece mecanisme diferite ale interferenței, așa cum ar fi competiția pentru resursele de viață, alelopazia, imobilizarea nutrienților de către bacterii, interferența pentru nutrienți sau micoriza, nu pot fi separate în sistemele naturale. De asemenea, alochimicalele sunt introvertite cu stresul de mediu și răspândirea alelopatiei, ca și a altor mecanisme ale interferenței, nu este realist exprimată în natură. Folosirea activităților alelopaticice ale culturii acoperitoare (de bază) și reziduurile culturii pentru managementul buruienilor în agroecosisteme, au fost sugerate de câteva ori până acum. Utilizarea alelopatiei ca o unealtă în managementul buruienilor a fost de asemenea sugerată. În consecință, cercetătorii au găsit soiuri de orez cu potențial alelopatic împotriva câtorva

buruieni importante. Până la a se face recomandări practice, din acest punct de vedere, se cer mai multe cercetări asupra următoarelor aspecte:

- a relațiilor dintre posibilitățile alelopatiche și cele ecologice;
- folosirea culturilor dominante în controlul biologic al buruienilor;
- posibilitățile folosirii ameliorării plantelor pentru creșterea alelopatiei în soiurile noi, pentru managementul buruienilor.

9.6.3 CLASIFICAREA SUBSTANȚELOR ALELOPATICHE

Substanțele alelopatiche se clasifică în funcție de cine le produce și asupra cui acționează (11) (tabelul 9.4)

Tabelul 9.4

Clasificarea substanțelor alelopatiche (11)

Substanțele	Cine le produce	Asupra cui acționează	Observații
Coline	Plante superioare	Plante superioare	Acționează ca inhibitoare, mai rar stimulente
Marasmine	Bacterii și ciuperci fitopatogene	Plante superioare	Produc veștejirea frunzelor, necroze etc.
Fitoncide	Plante superioare	Bacterii și ciuperci	Întâlnite în ceapă, usturoi, hrean, busuioc, gălbenele
Antibiotice	Ciuperci	Bacterii	Diverse
Alcaloizi Glicozizi	Plante	Animale	În cantități mici au acțiune terapeutică, depășirea limitelor produce toxicitate-morfina (mac), atropină (mătrăgună), nicotina, cofeina ș.a. Sunt plante care conțin numai alcaloizi: <i>Colchicum</i> sp. (brândușa de primăvară), <i>Atropa</i> sp. (mătrăguna), <i>Equisetum</i> sp. (coada-calului), <i>Fagus</i> sp. (fagul), <i>Chelidonium</i> sp. (rostopască), <i>Laburnum</i> sp. (salcâmul galben); altele atât alcaloizi cât și glicozizi: <i>Xantium</i> sp. (cornuți), <i>Tulipa</i> sp. (laleaua de pădure); <i>S. melanogena</i> (pătlașelele vinete), <i>S. lycopersicum</i> (tomatele); altele numai glicozizi: <i>Helleborus</i> sp. (spânz), <i>Convolvulus</i> sp. (volbura), <i>Iris</i> sp. (stânjenel) etc.
Telergoni (feromoni)	Animale	Animale	Folosiți ca atractanți sexuali, pentru alarmă, marcarea teritoriului etc.

9.6.4 ALELOERBICIDELE SI PROGRESE RECENTE

Producția modernă a culturilor este dependentă la nivel înalt de agrochimicale, iar producția abundentă de hrană este atribuită în parte erbicidelor. S-a observat în ultimii ani o creștere continuă a utilizării noilor componente biologice active de origine naturală. În căutarea erbicidelor proecologice atenția este focusată pe studiile alelopatice, acestea fiind considerate ca un câmp larg și de mare perspectivă al ecologiei chimice.

Substanțele alelopatice, descrise ca și componente chimice secundare produse de către plante, inhibă creșterea altor specii de plante, inclusiv de buruieni, incluzând și microorganismele. Ele sunt considerate un component important al strategiei combaterii biologice a buruienilor. Alelochimicalele din microorganismele, ca și cele din plantele evaluate sunt produse în mod direct. De exemplu tripeptidele phorphinothricyl-alanylalanina, sau mai scurt bilanafos, după modificare devenind cinnemethylin, pot fi folosite ca aleloerbicide. Pe de altă parte, glufosinatul racemic este versiunea comercială sintetică a produsului natural enantiomeric (S)-phosphinothricin. Aleloerbicidele și derivatele lor cu importanță comercială sunt următoarele:

a. Bilanafos (numele comun) care este o tripeptidă naturală ca origine și se folosește ca tratament postemergent pentru combaterea buruienilor anuale.

b. Cinnemethylin, o monoterpenă modificată, se folosește în tratamentul postemergent împotriva speciilor de buruieni monocotiledonate anuale.

c. Glifosinat, un aminoacid sintetic, se folosește împotriva buruienilor anuale și perene în tratamentul postemergent.

d. Alte alelochimicale sunt gloeosporonele, aspergilomarazminul A, maculosin, acidul tenauzonic, alteichin, zinnol, cu ajutorul cărora s-au și fabricat deja bioerbicide comerciale.

Se mai află în studiu și alte alelopathine, ca de exemplu ALL-toxin, tentoxin, cornexistin, gostatin, hydantocidin, cyanobacterin, phosalacine, trialaphos, isoxazole-4-acid carboxylic, homoalanosine și herboxidiene, toate izolate din diferite microorganismele și care pot fi trecute pe lista surselor reale și de perspectivă în vederea promovării acestora ca noi aleloerbicide.

9.6.5 MANIFESTAREA ALELOPATIEI ÎNTRE SEMINȚELE GERMINATE

Între două specii de buruieni aflate în interferență apare fenomenul alelopativ încă de la germinarea semințelor acestora. Într-un studiu efectuat recent s-a considerat că instalarea lui *Lotus tenuis* poate interfera cu colonizarea lui *Carduus acanthoides* într-o pajiște aleasă la întâmplare, pentru determinarea rolului potențial al semințelor de *Lotus tenuis* ca sursă a componentelor alelopatice implicate în această interacțiune. Semințele îmbibate de *Lotus tenuis* împreună cu exsudatul apos obținut după spălarea semințelor, au fost studiate pentru abilitatea lor de a inhiba germinarea și creșterea plantulelor de *Carduus acanthoides*. Ambele specii s-au amplasat atât pe hârtie de filtru sterilizată cât și pe un substrat de sol pasteurizat. Germinarea și emergența semințelor de *Carduus acanthoides* a fost inhibată, iar lungimea rădăcinii a fost redusă atât pe hârtia de filtru, cât și pe sol, atât prin prezența semințelor de *Lotus tenuis* cât și prin soluția provenită din spălarea semințelor. Germinarea și creșterea plantulelor de *Carduus acanthoides* au fost puțin afectate de prezența semințelor de *Lotus tenuis* sau spălătura de semințe dar au fost evidențiate efecte puternice în emergența lui *Carduus acanthoides* din sol, față de cele germinate pe hârtia de filtru. Metodele aplicate pentru soluția provenită din spălarea semințelor ca sterilizarea, ultrafiltrarea sau autoclavarea, au modificat răspunsurile lui *Carduus acanthoides*. Nici rata de germinare și nici lungimea rădăcinii plantulelor de *Carduus acanthoides* nu au fost afectate de soluțiile de poliethilenă glicol, similar cu soluția provenită din spălarea semințelor. Eliberarea substanțelor inhibitoare pe hârtia de filtru și în vasul cu sol de la semințele îmbibate de *Lotus tenuis* ar putea fi un mecanism responsabil pentru efectele observate (17).

9.6.6 INTERFERENȚA ALELOPATIEI DINTRE CEREALE ȘI *SINAPIS ALBA*

În vederea evidențierii interferenței alelopatiei dintre cereale și *Sinapis alba*, s-a cercetat alungirea radiclei într-un incubator cu temperatura de 16 °C, la întuneric, folosind un aparat special unde apa nu a fost un factor limitativ pentru germinație, pentru investigarea potențialului alelopativ al orzului, soiul Thermi, asupra muștarului alb. S-au semănat câte 25 de semințe de muștar,

singure, alături de alte 25 semințe, împreună cu 10 semințe de orz, în vase Petri plasate pe un stand în topul unui container umplut cu apă deionizată, în trei repetiții. Vasele Petri au avut filtru de hârtie cu fibră de sticlă, iar apoi s-au suspendat în containerul cu apă. S-au făcut câte 4 măsurători consecutive zilnice ale lungimii radiclei, începând cu a doua zi după semănat. Rezultatele arată că radicelele de muștar au avut lungimea redusă semnificativ și anume cu 40% față de martor, în prezența orzului, la 6 zile după începutul experimentului. Acest studiu demonstrează existența și funcționalitatea alelopatică între cele două plante, iar buruiena a fost inhibată natural.

9.6.7 POTENȚIALUL ALELOPATIC AL OVĂZULUI (*AVENA SATIVA*)

În experimente recente s-a constatat că *Avena sativa*, soiul Gerald, a inhibat creșterea buruienilor *Brassica napus* și *Galium aparine*. Inhibarea a urmat o cale care nu a putut fi atribuită competiției singulare dintre ele. Ciclul experimental a cuprins și variante cu nutrienți, în scopul separării interferenței chimice din competiția pentru spațiu și lumină. S-a reușit astfel să se testeze efectul exudatelor rădăcinii de ovăz asupra creșterii altor specii și anume: *Brassica napus*, *Matricaria perforata*, ambele în camere de creștere, *Beta vulgaris* și *Lactuca sativa*, în solar. Testul s-a efectuat în prezența și absența ovăzului timp de 21 de zile. După acest timp s-au măsurat suprafața foliară, greutatea rădăcinii și a lăstarilor plantelor testate. Studiile de toxicitate s-au continuat pentru a afla răspunsul ovăzului, soiul Gerald la 5 concentrații de scopoletin, un alelochimical identificat în exsudatul rădăcinilor de ovăz. Prezența exsudatului de ovăz a redus creșterea celor 4 specii ca și suprafața foliară, alături de masa uscată a rădăcinilor și lăstarilor, în special la speciile: *Beta vulgaris*, *Lactuca sativa* și *Matricaria perforata*. În studiile de toxicitate, scopoletinul a redus semnificativ creșterea rădăcinilor la toate speciile și la toate concentrațiile. Totuși, ovăzul a fost mai puțin susceptibil arătând inhibiție numai la două concentrații și anume la cele mai mari (18).

9.6.8 EFECTUL ALLELOPATIC AL BURUIENII *AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA*

Scopul experimentului a fost să se demonstreze abilitatea alelopatică prin compararea cercetărilor de germinație cu cultura țesuturilor și de a

dezvolta o metodă pentru a testa speciile de plante afectate cu natura germinației neregulate (tulburate). Germinația și culturile de țesuturi au arătat că *Ambrosia artemisiifolia* a avut efecte alelopatiche. Ca un rezultat al comparării celor două metode, cultura de țesuturi ar putea fi utilă în testarea speciilor cu caracter de germinare neregulat (19).

9.6.9 EFECTE ALELOPATICE ALE PLANTELOR DE CULTURĂ ASUPRA BURUIENILOR

Influența alelopaticii plantelor de cultură, ca de exemplu grâul, secara, orzul, floarea-soarelui, soia, lucerna și inul, s-a studiat asupra unor buruieni perene, în condiții de fitotron, la temperaturi între 20 și 28 °C. S-au efectuat investigații asupra plantelor răsărite (%) și biomasei plantelor la o lună de la răsărire. Efectul fiecărei culturi asupra taliei și biomasei de *Sorghum halepense*, *Agropyron repens* și *Sonchus arvensis* s-a studiat separat, în vase. Pe lângă semințele acestor buruieni s-au plasat și fragmente de rizomi de cca 10 cm lungime. Răspândirea lui *Agropyron repens* și *Sorghum halepense* din semințe nu a fost afectată de cultură. Cele mai multe culturi au inhibat pe *Sonchus arvensis* și au inhibat semințele, altele au redus talia plantelor de *Sorghum halepense*. Împotriva rizomilor de *Sorghum halepense*, numai grâul l-a stopat în cei trei ani de cultură (21).

9.6.10 UTILIZAREA ALELOPATIEI ÎMPOTRIVA CUSCUTEI

Plantele aromatice secretă uleiuri esențiale denumite specific monoterpene. S-a constatat astfel că datorită acestor secreții nu sunt atacate de *Cuscuta* sp., o buruiană parazită. Studiul s-a efectuat pe 12 plante aromatice diferite aparținând familiilor botanice *Labiatae*, cu *Cuscuta campestris*. Dezvoltarea buruienii s-a măsurat prin alungirea tulpinii și a rădăcinii pe de o parte și ca dezvoltare a haustoriilor și acumulare a amidonului pe de altă parte. Buruiana nu a acumulat amidon când a parazitat plantele *Origanum vulgare* și *Salvia officinalis*. În plus, creșterea buruienii a fost mult mai înceată, cu răsuciri (circumvoluțiuni) puține. Analizele anatomice ale locurilor de parazitare au arătat ca parazitul nu a dezvoltat prehaustori și haustori proprii când a avut loc creșterea lăstarilor plantelor aromatice. Rezistența gazdei poate fi atribuită caracteristicilor structurale ale gazdei, uleiurilor esențiale și formării haustoriilor parazitului. Câteva uleiuri esențiale extrase din diferite

plante aromatice, au redus cu mai mult de 50% numărul de spirale ale buruienii. Uleiurile esențiale extrase din plantele aromatice au inhibat și germinarea semințelor aparținând altor buruieni, ca de exemplu *Solanum nigrum*, *Amaranthus retroflexus*, *Artemisia judaica*. De asemenea, astfel de uleiuri esențiale inhibă germinarea și instalarea buruienii *Orobancha aegyptica* (22).

9.6.11 EFECTUL ALELOPATIC AL PLANTELOR MEDICINALE ȘI AROMATICE ASUPRA GERMINAȚIEI BURUIENILOR

Într-un studiu s-au inclus câteva uleiuri din plante medicinale și plante aromatice, care sunt cu potențial de buni producători ai materiei active alelopatiche, și anume: *Mentha piperita*, *Matricaria chamomilla*, *Solanum tuberosum*, *Juglans regia*, *Carum carvi*, *Levisticum officinale*, *Foeniculum officinale*, *Anethum graveolens*, *Pimpinella anisum*, *Ocimum basilicum*, *Equisetum arvense*, *Urtica dioica*, *Anthemis arvensis*, *Sambucus ebulus*, *Tussilago farfara*, *Xanthium perforatum*, *Solanum nigrum*, *Achillea millefolium*, *Melissa officinalis* și *Thymus vulgaris*, s-au testat efectele extractelor din aceste plante asupra germinației semințelor de buruieni. Aceste buruieni au fost: *Cardaria draba*, *Amaranthus retroflexus*, *Anthemis arvensis*, *Galium molugo*, *Galium aparine*, *Rumex crispus*, *Chenopodium polyspermum*, *Capsella bursa-pastoris*.

Rezultate mai evidente s-au obținut la extractul de *Melissa chamomilla*, care a redus germinația lui *Amaranthus retroflexus* cu 65% și a lui *Galium aparine* cu 6-15%. Apoi, *Thymus vulgaris* a scăzut germinația lui *Anthemis arvensis* cu 64%, iar *Levisticum officinale* a redus germinația lui *Capsella bursa-pastoris* cu 45-65% (23).

9.6.12 SOIURI ȘI HIBRIZI CU CAPABILITATE ALELOPATICĂ

Alelopazia în mod cert are potențial în managementul integrat al buruienilor. Plantele de cultură cu capacitatea de a produce și exsuda alelochimicale în mediul înconjurător pot duce la suprimarea creșterii buruienilor din vecinătatea lor. Selecția pentru genotipuri avansate a fost cercetată în câteva culturi de câmp, iar evidența a fost acumulată în acele soiuri care diferă semnificativ în obținerea lor prin inhibarea creșterii unor specii

certe de buruieni. Progresul a fost făcut în înțelegerea activității geneticii alelopatică din partea plantelor de cultură, iar progresul manipulării genetice al acestor tratamente s-a demonstrat ulterior. Totuși, se cer mult mai multe cercetări pentru a înțelege controlul genetic al activității alelopatică. Câteva gene ar putea fi implicate în reglarea producției exsudatului cu compoziție chimică. Eforturi concrete în folosul avantajului biotehnologiei plantelor vor ajuta în dezvoltările genetice ale acestui gen de tratament. Odată ce genele alelopatică vor fi localizate, un program de ameliorare ar putea fi inițiat să transfere genele în soiurile moderne, cu creșterea activităților alelopatică pentru suprimarea buruienilor. Aceasta este o nouă direcție, care deschide perspective noi în combaterea buruienilor (24).

Într-un studiu recent s-a urmărit identificarea abilității competitive a orzului și grâului în relația cu buruienile cu scopul de a determina importanța sa practică. Diferențierile genotipice prin soiurile selectate scopului propus, s-au determinat în faza de burduf. Măsurătorile au făcut referire la biomasa acumulată, greutatea fraților (lăstarilor) formați, lungimea tulpinii (talie) și a spicului, precum și maturarea. S-a considerat că toate acestea pot da informații de ansamblu referitor la vigoarea plantelor de cultură în lupta cu buruienile. În plus, s-a determinat și potențialul activității alelopatică a câtorva soiuri cultivate în relație cu buruiana *Lolium perenne* (raigrașul). La orz, vigoarea plantelor a contribuit în final cu 24-57%, activitatea alelopatică cu 7-58%, iar combinația dintre ele cu 44 - 69% din totalul varianței genetice determinate.

La grâu, vigoarea plantelor prin biomasă a contribuit cu 14 - 21%, 0 - 21% cu activitatea alelopatică și 27 - 37% prin combinația dintre ele. Modelul de predicție sugerează că noile soiuri cu vigoare timpurie crescută și cu activitate alelopatică oferă un real potențial de reducere în continuare a interacțiunii cu buruienile. Aarssen (25), a împărțit abilitatea competitivă a unei culturi în exploatarea competiției și interferența competiției. Exploatarea competiției poate fi atribuită specific aspectelor morfologice ale plantei de cultură respective, în timp ce alelopatică și factorii limitativi de acces la resursele de viață contribuie la interferența competiției. În perspectiva imediată este posibil ca prin ameliorarea plantelor să se obțină și soiuri noi care vor putea combina supresia asupra buruienilor cu performanțe agronomice ridicate. Supresia împotriva buruienilor va putea deveni la fel de importantă ca și variabilitatea și heritabilitatea plantelor de cultură (26).

Recent s-a făcut o evaluare a capacității alelopatică a soiurilor de orez asupra inhibării germinării cariopselor de *Echinochloa crus-galli* în Coreea și

Filipine (figura 9.2) (27). Astfel, s-a evaluat activitatea de inhibare cu extractele apoase ale rădăcinilor și lăstarilor a 3 soiuri de orez și-anume: TN1 și IAC 165-ambele cu activitate alelopatică, alături de soiul AUS 196 folosit ca martor- fără activitate alelopatică, toate crescute în soluții hidroponice. Eliberarea inhibitorilor germinăției de către orezul alelopatic în soluții hidroponice s-a determinat de asemenea cu soluție proaspătă colectată. Gradul inhibiției s-a cuantificat în termenii creșterii rădăcinilor la speciile *Echinochloa crus-galli*, *Echinochloa crus-galli* var. *oryzicola*, *Triantema portulocastrum* și *Lactuca sativa*. Activitatea alelopatică a orezului a oscilat în funcție de specie și a depins de sursă și de concentrație.

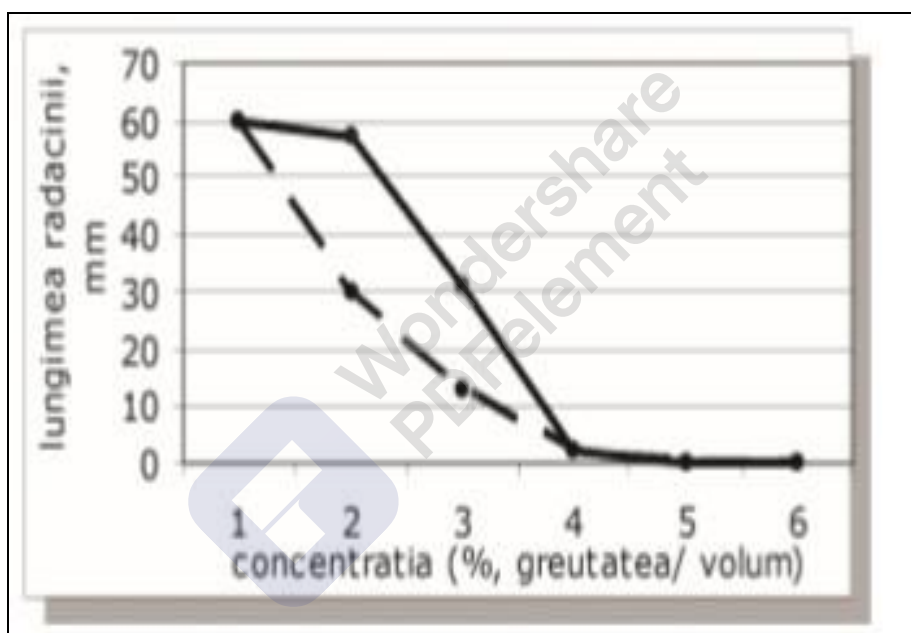


Figura 9.2 - Efectul extractelor apoase din frații de orez asupra creșterii rădăcinii buruienii *Echinochloa crus-galli* (27)

Linia grosă reprezintă martorul - soiul AUS 196, iar linia întreruptă soiul TN1; concentrația 1-0%, 2-1 %, 3-2 %, 4-4 %, 5-6 %, iar 6-8 %. DL 5 % = 12 mm la ambele soiuri.

Lungimea rădăcinilor la toate speciile testate a fost inhibată prin diferite concentrații ale extractelor din lăstari, atât din soiurile alelopatiche, cât și din martor. Totuși, din cele trei soiuri, TN1 (Taichung native 1) a arătat o mai mare inhibare față de IAC 165 și AUS 196 la toate speciile de buruieni. Extractele apoase ale lăstarilor și rădăcinilor au inhibat semnificativ creșterea rădăcinilor de *Echinochloa crus-galli*; extractul din lăstari a determinat un efect inhibitor

mai mare la *Echinochloa crus-galli* față de extractul din rădăcini. Exsudatul lui TN1 a inhibat alungirea rădăcinilor lui *Echinochloa crus-galli* la 2 WAT (weeks after transplanting), iar inhibarea a continuat timp de 4 WAT.

Rezultatele confirmă cercetările anterioare, prin care s-a găsit că în laborator TN1 are activitate alelopatică. Se consideră că în continuare se pot produce alelochimicale prin care se induce inhibarea creșterii câtorva specii de buruieni. Trebuie menționat faptul ca obținerea de soiuri cu capabilitate alelopatică continuă de ceva vreme, iar în experimentul de față s-au selecționat nu mai puțin de 111 soiuri de orez, dintre care 11 - 21 au redus biomasa totală a buruienii *Echinochloa crus-galli*. În același timp, în Coreea s-au ameliorat 110 soiuri înspre creșterea activității alelopatică, iar dintre acestea s-au ales 20-40 soiuri care au arătat cel puțin 50% inhibare asupra creșterii buruienii *Echinochloa crus-galli*. O parte dintre rezultatele obținute de Kim și colab. (27) sunt redată în figura 9.2. și tabelul 9.5.

Tabelul 9.5

Potențialul osmotic și valoarea pH, ale extraselor apoase din lăstarii și rădăcinile plantelor de orez (27)

Concentrația extractului, % gr/vol	Potențialul osmotic (concentrația somatică - Pascali)			
	Frați / lăstari		Frați / lăstari	
	Mt- AUS 196	TN1	Mt- AUS 196	TN1
1	0,07	0,03	0,05	0,07
2	0,13	0,14	0,10	0,13
4	0,25	0,26	0,18	0,23
6	0,37	0,39	0,26	0,33
8	0,49	0,52	7,3	7,2
pH la 8 % concentrație	6,4	6,1	7,3	7,2

Anghinarea de cultură (*Cynara cardunculus* - sin. *Cynara scolymus*) a fost studiată pentru potențialul său alelopatic în concurența cu buruienile, pentru apă, lumină și elemente nutritive. Aceasta eliberează în sol substanțe alelopatică, în primul rând exudate ale rădăcinii, care afectează rezerva de semințe de buruieni din sol direct cât și indirect, inițial prin inhibarea germinației acestora, iar mai târziu prin încetinirea creșterii și reducerea

înfloritului buruienilor. Substanțele alelopatice eliberate în sol afectează inclusiv populația eubacterială, dar se produc și efecte inverse, când microorganismele din sol transformă aceste substanțe în compuși mai activi, mai puțin activi sau chiar inactivi (figura 9.3) (28).

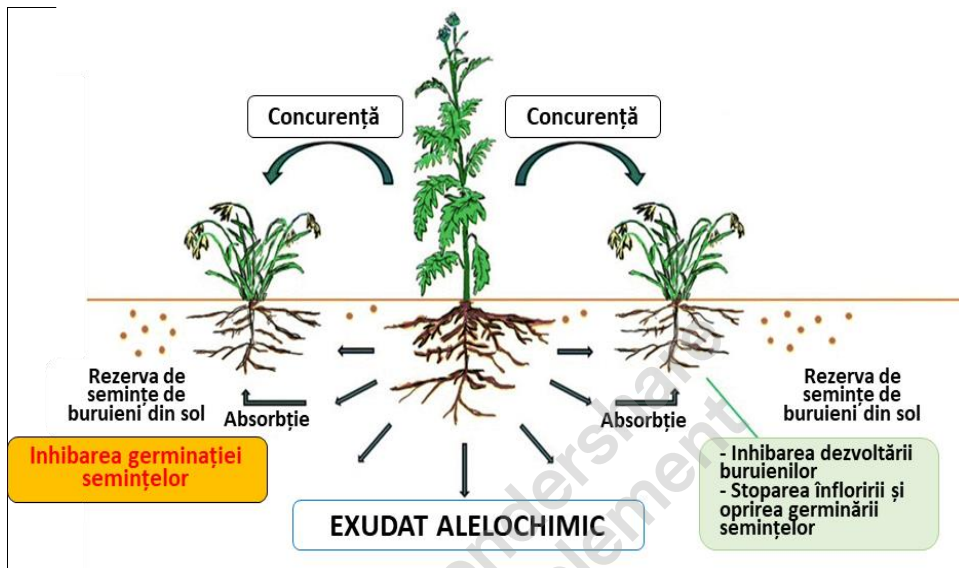


Figura 9.3 – Raportul de concurență dintre anghinarea de cultură (*Cynara cardunculus* - sin. *Cynara scolymus*) și diferite specii de buruieni - eliminarea de substanțe alelopatice la nivelul rădăcinilor (28)

BIBLIOGRAFIE

1. Budoi, Gh., Oancea, I., Penescu, A., 1994 - *Herbologie aplicată - Buruienile și combaterea lor integrată*, Editura Ceres, București.
2. Budoi, Gh., Penescu, A., 1996 - *Agrotehnică*, Editura Ceres, București.
3. Fryer, J.D., Shoichi Matsunaka., 1977 - *Integrated control of weeds*, Japan, Scientific Societies Press, p. 1-261.
4. Guș, P., Lăzureanu, A., Săndoiu, D.I., Jităreanu, G., Stancu, I., 1998 - *Agrotehnică*, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
5. Guș, P., 1986 - *Combaterea Integrată a Buruienilor*, Al V-lea Simpozion Național de Herbologie - Constanța, p. 23-29.
6. Kneji, Noda, 1977 - *Integrated control of weeds*, Japan, Scientific Societies Press, p.1-261.
7. Kim, S.Y. și colab., 2005 - *Evaluation of rice alleopathy in hydroponics*, Weed Research, Vol. 45, p. 74-79.
8. Lăzureanu, A. și colab., 1994 - *Agrotehnica*, Editura Helicon Banat S.A., Timișoara.
9. Onisie, T., Jităreanu, G., 1999 - *Agrotehnica*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
10. Penescu, A., Ciontu, C., 2001 - *Agrotehnica*, Editura Ceres, București.
11. Penescu, A., Ionescu, N., 2013 - *Combaterea biologică a buruienilor*, Editura Ceres, București.
12. Penescu, A., Ionescu, N., Georgescu, Mihaela., Săvulescu, Elena, Nichita Mihaela, Ionescu, S., 2017 - *Compendiu de botanica buruienilor*, Editura Ceres, București.
13. Pintilie, C., Romosan, Șt., Pop, L., Timariu, Gh., Sebok, P., Guș, P., 1985 - *Agrotehnica*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
14. Sin, Gh., 1981 - *Asolamentele în condițiile agriculturii intensive*. În „Cereale și plante tehnice”, nr. 1.
15. Șarpe, N., Strejan, Gh., 1981 - *Combaterea chimică a buruienilor din culturile de câmp*, Editura Ceres, București.
16. Șarpe, N., 1987 - *Combaterea integrată a buruienilor din culturile agricole*, Editura Ceres, București.

17. Laterra, P., Bazzalo, M.E., 1999 - *Seed-to-seed allelopathic effects between two invaders of burned Pampa grasslands*. *Weed Res.*,39, p. 297-308.
18. Seavers, G. P., Wright, K. J., 1997 - *Influence of crop growth habit and canopy development on weed suppression*. In: *Optimising Cereal Inputs: Its Scientific Basis. Aspects of Applied Biology*, Vol. 50, p. 361-366. Association of Applied Biologists, UK.
19. Bruckner, D.J., Molnar, A., Szabo, L.G., 1999 - *The allelopathic effect of common ragweed (Ambrosia artemisiifolia L.) in tissue culture*. In *Second World Congress on Allelopathy: Critical Analysis and Future Prospects*. Lakehead University, Thunder Bay, Ontario, Canada. August 8-13. Abstract no. 63.
20. Canarache, A., 1988 - *Aspects concerning soil tillage in Romania*, Proc. 8th Conf. ISTRO, Vol.1, Hohenheim, Germany, p. 39-44.
21. Saric, T., Kacar-Abdurahmanovic, G., 1988 - *Allelopathy between crops and weeds*. Poljoprivredni fakultet, Sarajevo, Yugoslavia.
22. Joel, D.M., Hershenthorn, J., Eizenberg, H., 2007 - *Biology and management of weedy root parasites*. *Horticultural Reviews* 33, p. 267–349.
23. Đikić, M., 2005 - *Allelopathic effect of aromatic and medicinal plants on the seed germination of Galinsoga parviflora, Echinochloa crus-galli and Galium molugo*. *Herbologia* 6 (3), p. 51-57.
24. Wu, H., Haig, T., Pratley, J., Lemerle, D., 2000 - *Allelochemicals in wheat (Triticum aestivum L.): Variation of phenolic acids in root tissues*. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 48, p. 5321-5325.
25. Aarssen, L.W., 1983 - *Ecological combining ability and competitive combining ability in plants: toward a general evolutionary theory of coexistence in systems of competition*. *The American Naturalist*, Journals.uchicago.edu.
26. Bertholdsson, N.O., 2005 - *Early vigour and allelopathy—two useful traits for enhanced barley and wheat competitiveness against weeds*. *Weed Research*, Wiley Online Library.
27. Kim, S.Y., Madrid, A.V., Park, S.T., Yang, S.J., 2005 - *Evaluation of rice allelopathy in hydroponics*. Wiley Online Library.
28. Scavo, A. Restuccia, Alessia, Abbate, Cristina, Mauromicale, 2019 - *Seeming field allelopathic activity of Cynara cardunculus L. reduces the soil weed seed bank*. *Agronomy for Sustainable Development*.

CAPITOLUL 10

COMBATEREA CHIMICĂ A BURUIENILOR DIN CULTURILE AGRICOLE

10.1 DEFINIȚII, AVANTAJE, IMPORTANȚĂ

În ultimii ani populația lumii a crescut într-un ritm accelerat. Dacă în anul 1974 se înregistrau 4 miliarde locuitori, în 2018 a ajuns la 7,8 miliarde și se preconizează că în 2040 va ajunge la 9 miliarde, iar în 2065 la peste 10 miliarde de locuitori. Va trebui să se producă în viitor cel puțin de 1,5 - 2 ori mai multe alimente decât s-au produs în ultimii ani. Acest lucru trebuie atins în conjunctura socio-economică, ecologică în care ne aflăm și anume în condițiile creșterii accentului pus pe protecția mediului și a stării de sănătate a populației, în plină „eră bio” în toate domeniile.

Obiectivul specific al agricultorilor în domeniul combaterii buruienilor este acela de a spori productivitatea muncii în producția agricolă prin reducerea sau eliminarea concurenței buruienilor fără a dăuna ecosistemelor agricole. Chiar dacă vom folosi cele mai elaborate tehnologii de care dispunem în prezent în combaterea buruienilor, acestea vor provoca în agricultură pierderi cuprinse între 15 și 20%.

Culturile agricole și animalele concurează într-un mediu complex, pe care îl împart cu peste 30000 specii de buruieni, din totalul de 290000 plante, cu peste 740000 insecte și peste 100000 specii de protozoare, ciuperci și bacterii.

Peste 2000 de specii de buruieni cauzează pagube economice serioase culturilor agricole. În fiecare an, în funcție de zona climatică sau bazinul geografic, plantele cultivate sunt supuse concurenței a circa 200 specii de buruieni, din care 10 - 15 specii infestază major fiecare cultură în parte (figura 10.1) (1).

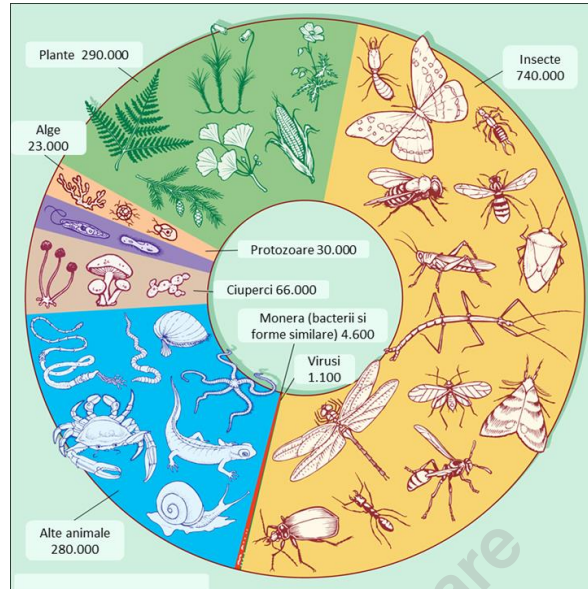


Figura 10.1 - Numărul estimat de specii vii (1)

Odată cu creșterea populației în timp au evoluat, cum este și firesc, tehnicile de cultură și odată cu acestea și metodele de combatere a buruienilor. Descoperirea primelor substanțe chimice cu efect în combaterea buruienilor din culturile agricole a modificat total problematica abordării metodelor de combatere. Sinteza de noi produse din domeniul chimiei pesticidelor și a erbicidelor, în special din ultimii 50 ani, a accelerat procesele de tehnicizare a agriculturii și a altor sfere ale biologiei agricole. Creșterea producțiilor agricole după cel de Al Doilea Război Mondial este legată de utilizarea substanțelor chimice în combaterea bolilor, buruienilor și dăunătorilor. Pentru a putea defini conceptul de combatere chimică a buruienilor trebuie să avem în vedere evoluția descoperirii și utilizării acestor produse în timp, de-a lungul istoriei, precum și generațiile acestor produse chimice. În decursul istoriei aceste produse chimice pentru combaterea buruienilor au cunoscut mai multe generații.

Dacă de la începuturile sale istorice omul a fost dispus să acumuleze cunoștințe empirice privind combaterea chimică a buruienilor, în scrierile sale Virgiliu menționa pentru prima dată despre utilizarea apei de mare cu proprietăți chimice de combatere a buruienilor, abia în secolele al XVII-lea și

al XVIII-lea se semnaleză pentru prima dată avantajele folosirii substanțelor chimice în combaterea buruienilor.

Produsele utilizate în combaterea buruienilor în agricultură au luat numele de *erbicide*. Etimologia cuvântului „erbicid” vine de la cuvintele de origine latină: *herba* = iarbă și *cedo, cedere* = a ucide.

Deci, erbicidele sunt substanțe care aplicate pe sol sau pe frunze în culturile agricole provoacă moartea buruienilor.

Prima generație. În anul 1880, Darwin dă prima indicație despre existența unei substanțe care stimulează creșterea plantelor iar sfârșitul secolului al XIX-lea marchează utilizarea izolată a câtorva substanțe chimice anorganice în distrugerea buruienilor (cianamida de calciu, sulfatul de cupru, sulfatul de fier etc.). Utilizarea pe scară mică a acestor substanțe aproape 50 de ani, poate marca prima generație de substanțe chimice folosite în agricultură.

A doua generație. Începutul utilizării substanțelor chimice în agricultură s-a făcut după anul 1941, după descoperirea de către Pokorny și Templeman a două substanțe din grupele ariloxiacizi și fenoxicarboxilice: 2,4-D și MCPA. Aceste substanțe se folosesc și astăzi în combaterea buruienilor din culturile de porumb și cereale păioase și reprezintă a doua generație de erbicide.

A treia generație de produse chimice putem considera că a devenit operațională odată cu descoperirea erbicidelor reziduale, atrazin, metribuzin, terbutrin, bazate în general pe triazine.

A patra generație de erbicide o reprezintă sinteza produselor din categoria sulfonilureice și al asocierii erbicidelor, câte 2, 3 sau 4 substanțe chimice, cu scopul de a mări spectrul de acțiune și a micșora doza la hectar.

A cincea generație de erbicide putem aprecia că a debutat odată cu utilizarea în agricultură a erbicidelor superselective, care combat 1-3 specii de buruieni considerate ca foarte periculoase.

A șasea generație, este cea a produselor prietenoase cu mediul, din categoria micoerbicide, cu impact minim asupra solului, aerului, apei și recoltelor.

Creșterea nevoilor de hrană a oamenilor a condus nemijlocit la dezvoltarea unei industrii chimice cu capacități imense de producție, încât putem spune că astăzi este practic imposibil să realizăm producții mari fără erbicide. Consumul de erbicide la nivel planetar și național este în strânsă legătură cu cerințele de hrană ale oamenilor și cu necesitățile industriilor prelucrătoare din agricultură.

Utilizarea produselor chimice de sinteză în combaterea buruienilor este de dată relativ recentă. În țara noastră se poate spune că utilizarea pe scară largă a erbicidelor în agricultură a început cu anul 1970.

Înainte de aderarea României la Uniunea Europeană se aprecia că, pe Glob, se foloseau circa 2500 de erbicide produse comerciale, care aveau la bază peste 220 substanțe active (2).

După aderarea României la Uniunea Europeană, la 01 ianuarie 2007, legislația privind utilizarea erbicidelor a suferit numeroase modificări privind compatibilizarea cu acquis-ul UE care prevede reguli clare cu privire la: protecția sănătății umane; protecția mediului, cu accent pe protecția apelor, a biodiversității și a solului; diminuarea riscurilor cu privire la depozitarea, comercializarea și utilizarea erbicidelor. Ca urmare, unele dintre erbicidele folosite, care nu au corespuns acestor cerințe, nu au mai fost autorizate pentru utilizare. Primele erbicide retrase au fost cele din categoria volatile și semivolatile, cele cu remanență în sol și plantă, precum și cele cu un impact puternic asupra biodiversității ecosistemelor agricole.

În prezent, în România sunt omologate și deci se pot comercializa, 253 erbicide cu denumiri comerciale, simple sau compuse, care au la bază 79 de substanțe active, iar piața erbicidelor este într-o continuă dinamică.

Folosirea erbicidelor în combaterea buruienilor prezintă atât avantaje, cât și unele dezavantaje.

Principalele avantaje ale folosirii erbicidelor sunt:

a. înlătură lucrări ca plivitul, prașitul manual sau chiar mecanic, cositul, economisindu-se forța de muncă umană, din ce în ce mai scumpă și mai greu de găsit;

b. reduce numărul lucrărilor mecanice de întreținere a culturilor, economisindu-se energie fosilă și evitând tasarea sau degradarea însușirilor fizice ale solului;

c. într-un timp scurt, ușor și repede se pot controla (trata) suprafețe mari, deci au o productivitate foarte mare. Ele se aplică cu mașini de erbicidat terestre cu lățimi de lucru mari, care pot ajunge la 36 - 52 m și o viteză de deplasare de până la 30 km/h, sau cu mijloace aere, incluzând avioane și elicoptere utilitare iar mai nou drone telecomandate sau programate;

d. determină costuri unitare de producție mici și profituri nete mari, comparativ cu prașilele manuale și mecanice.

Dintre dezavantajele utilizării erbicidelor amintim următoarele:

- a. necesită personal foarte bine instruit în acest domeniu;
- b. necesită aparatură tehnică de aplicare adecvată, specială, instalații și mașini de erbicidat;
- c. spații speciale pentru păstrarea pesticidelor, cu reguli speciale privind transportul, manipularea, păstrarea, pregătirea amestecurilor și aplicarea în câmp;
- d. pot fi periculoase sau iritante pentru om și animale, iar aplicate necorespunzător pot polua mediul înconjurător, solul, apa și aerul din zona în care sunt aplicate.

Deci folosirea erbicidelor presupune în primul rând cunoștințe temeinice despre produse (erbicide), despre tehnica de aplicare, despre reacția plantelor de cultură la aceste produse și apoi pregătirea corespunzătoare a celor care le folosesc.

Este extrem de important de știut care este intervenția acestor erbicide în lanțul trofic și care sunt consecințele acestor intervenții. De aceea, operația de aplicare a erbicidelor trebuie socotită ca o măsură care vine să completeze celelalte metode clasice de combatere a buruienilor și nu de înlocuire a lor.

10.2 CLASIFICAREA ȘI STRUCTURA ERBICIDELOR

Pentru elaborarea unui program de combatere chimică a buruienilor trebuie cunoscute temeinice despre erbicide și anume, cunoașterea (3):

- proprietăților fizico-chimice;
- proprietăților fiziologice și biochimice;
- mecanismului de acțiune al acestora;
- formelor sub care sunt condiționate;
- selectivității față de diverse plante cultivate;
- spectrului de combatere al buruienilor;
- domeniului de utilizare;
- aspectelor legate de toxicitate;
- aspectelor economice;
- tehnicilor de aplicare;
- regulilor de protecție a muncii;
- prevenirii și eliminării poluării cu erbicide etc.

Fiecare herbolog care se respectă realizează o clasificare a acestor produse în felul său. Singura care este fără confuzii și acceptată de toți specialiștii este clasificarea după natura lor chimică.

Numărul mare al erbicidelor impune clasificarea acestora după mai multe criterii, toate având importanța cuvenită pentru cel care le folosește.

Prezentăm în continuare principalele criterii utilizate pentru clasificarea erbicidelor:

a. Clasificarea erbicidelor după grupa chimică:

1. Acetamide (s.a. napropamide);
2. Aminopirolidine (s.a. aminopirolid);
3. Ariloxiacizi (s.a. acid 2,4 - D);
4. Benzamide (s.a. propizamid);
5. Benzofurani (s.a. etofumesat);
6. Benzothiadiazinone (s.a. bentazon);
7. Carbamați (s.a. desmedifam, fenmedifam);
8. Ciclohexan dione (s.a. cicloxidim, cletodim, sulcotrione, tembotrione);
9. Cloropirolidinone (s.a. fluorocloridon);
10. Cloroacetamide (s.a. dimetaclor, dimetenamid-p, metazachlor, petoxamid, s-metolaclor);
11. Derivați ai glicinei (s.a. glifosat);
12. Diazine (s.a. lenacil, linuron);
13. Difenil eteri (s.a. bifenox, oxyfluorfen);
14. Dinitroaniline (s.a. pendimetalin);
15. Diverse (s.a. dicamba, mesotrione);
16. Fenilftalimide (s.a. flumioxazin);
17. Fenilpirazoline (s.a. pinoxaden);
18. Fenilpirazoli (s.a. piraflufen-etil);
19. Fenipiridazine (s.a. piridat);
20. Fenoxipropionați (s.a. fenoxaprop-p-etil, fluazifop-p-butil, propaquizafop, quizalafop-p-etil, quizalafop-p-tefuril);
21. Fenoxicarboxilice (s.a. mcpa, mcpb-sodiu, mecoprop-p sau mcpp-p);
22. Fenoxopropionați (s.a. clodinafop-propargil);
23. Fluoroamide (s.a. beflubutamid);
24. Hidroxibenzonitrili (s.a. bromoxynil);
25. Imidazolinone (s.a. imazamox);

26. Isoxazoli (s.a. isoxaflutol);
27. Isoxazolidinone (s.a. clomazona);
28. Metilcarboxilați (s.a. tiencarbazon-metil);
29. Metilfosfinilați (s.a. glufosinat de amoniu);
30. Oxiacetamide (s.a. flufenacet);
31. Piridazinone (s.a. cloridazon);
32. Piridincarboxamide (s.a. diflufenican);
33. Piridincarboxilați (s.a. clopiralid);
34. Piridincarboxilice (s.a. fluroxipir, picloram);
35. Pirimidinloxibenzoice (s.a. bispiribac sodiu);
36. Quinolincarboxilice (s.a. quinmerac);
37. Sulfonilaminocarboniltriazilone (s.a. propoxicarbazon);
38. Sulfonilureice (s.a. amidosulfuron, azimsulfuron, bensulfuron-metil, chlorsulfuron, etametsulfuron-metil, flzasulfuron, foram-sulfuron, iodossulfuron-metil-sodiu, metsulfuron-metil, nicosulfuron, prosulfuron, rimsulfuron, tifensulfuron-metil, triasulfuron, tribenuron-metil, triflusulfuron-metil, tritosulfuron);
39. Tiocarbamați (s.a. prosulfocarb);
40. Triazine (s.a. terbutilazin);
41. Triazinone (s.a. metamitron, metribuzin);
42. Triazolopirimidine (s.a. florasulam, piroxsulam);
43. Ureice substituie (s.a. clorotoluron, metobromuron).

b. Clasificarea erbicidelor după selectivitate:

1. Erbicide selective – din această categorie fac parte majoritatea erbicidelor. Erbicidul este aplicat în culturile agricole, păstrează nevătămată planta de cultură și distruge un anumit spectru de buruieni care infestază cultura.

2. Erbicide neselective sau totale – din această categorie fac parte erbicidele cu substanțele active: glifosat și glufosinat de amoniu. Aplicate în culturile agricole distrug atât buruienile cât și planta de cultură, de aceea se aplică în afara perioadei de vegetație a plantei de cultură sau ca desicanti.

c. Clasificarea erbicidelor după modul de acțiune:

1. Erbicide sistemice, au însușirea de a se deplasa de la locul de absorbție în plantă spre locul de acțiune, grupă din care fac parte majoritatea substanțelor active sunt sistemice.



2. Erbicide de contact și parțial sistemice - bifenox, diflufenican, glufosinat de amoniu, imazamox, iodosulfuron-metil-sodiu.

3. Erbicide de contact, cu substanța activă: bentazon, bromoxynil, clorotoluron, flumioxazin, oxyfluorfen, piraflufen-etil, piridat.

4. Erbicide reziduale - cu substanțe active: diflufenican, imazamox.

Erbicidele sistemice se împart, la rândul lor, în următoarele subgrupe:

- erbicide care se absorb în principal prin rădăcină și secundar prin frunze (s.a. metribuzin, metobromuron, lintur, clomazona etc.);

- erbicide care se absorb în principal prin frunze și secundar prin rădăcini (acid 2,4-D, azimsulfuron, bentazon, bifenox etc.);

- erbicide care se absorb prin coleoptil și hipocotil (s.a. etofunesat, s-metolachlor, dimetenamid-p, metazaclor etc.);

- erbicide care se absorb numai prin frunze (s.a. bromoxinil, cicloxidim, desmedifam, glifosat, foramsulfuron, fenoxaprop-p-etil etc.);

- erbicide care se absorb numai prin rădăcini (s.a. beflubutamid, diflufenican, flufenacet etc.).

d. Clasificarea erbicidelor după principalele procese metabolice asupra cărora acționează:

- erbicide care acționează asupra germinăției semințelor și a plantelor în curs de răsărire, având ca s.a. diflufenican, napropamid, fluorocloridon, flufenacet etc.;

- erbicide care acționează ca inhibitor al procesului de fotosinteză (s.a. metribuzin, metobromuron, propaquizalofop, metamitron, linuron etc.);

- erbicide care acționează asupra sintezei proteinelor (metazaclor etc.);

- erbicide care produc arsuri și necrozări (s.a. piridat, piraflufen-metil, oxifluorfen, imazamox etc.);

- erbicide care acționează asupra vârfurilor de creștere, hormonale (acid 2,4-D, qunmerac, mecoprop-p, MCPA etc.);

- erbicide care acționează asupra biosintezei unor aminoacizi esențiali (s.a. prosulfuron, triflusulfuron-metil, tritosulfuron, nicosulfuron etc.);

- erbicide care acționează asupra unor enzime cu rol în diviziunea celulară, țesuturilor meristemice (s.a. prosulfocarb, rimsulfuron, s-metolachlor, triasulfuron etc.).

e. Clasificarea erbicidelor după grupele de toxicitate

Produsele de protecția plantelor au fost încadrate în 4 grupe de toxicitate, conform omologării, utilizându-se următoarele simboluri: T+, T, Xn și Xi:

Grupa: T+ - reprezentând produse considerate ca foarte toxice;

Grupa: T - reprezentând produse considerate toxice;

Grupa: Xn - reprezentând produse nocive;

Grupa: Xi - reprezentând produse iritante.

Produsele chimice din grupele T+ și T provoacă intoxicația acută, afectează grav sănătatea și provoacă moartea. Se evită inhalarea, ingestia sau pătrunderea în organism pe cale cutanată.

Crucea Sf. Andrei urmată de indicele n, Xn – substanță nocivă, afectează pe termen lung sănătatea datorită utilizării repetate a unor cantități reduse de produse chimice.

Crucea Sf. Andrei urmată de indicele i, Xi – substanță iritantă pentru piele, ochi și căile respiratorii.

Începând cu anul 2015, la încadrarea în grupa de toxicitate, în cadrul procesului de omologare al produselor de protecția plantelor, în locul celor patru grupe se specifică doar două simboluri: PERICOL și ATENȚIE (4, 5).

10.3 FORMELE SUB CARE SUNT FABRICATE ERBICIDELE

Erbicidele (produsele comerciale) nu se regăsesc sub formă de substanță pură, ci sunt amestecate (formulate) cu diferiți solvenți, diluanți, adjuvanți (polimeri, argilă, calcar), emulgatori etc. pentru următoarele aspecte:

- realizarea unui amestec și a unei dispersii ușoare și rapide a substanței active a erbicidului în apă sau în alte substanțe (ulei), cu scopul de a obține un volum mai mare, care să permită aplicarea uniformă pe suprafața ce urmează a fi tratată;

- îmbunătățirea penetrării erbicidului în țesutul vegetal;

- creșterea eficacității substanței active; astfel, în cazul granulelor, fiecare granulă de dimensiuni de câțiva mm conține procentul de substanță activă pe care o are produsul unitar;

- pentru a putea fi manipulate mai ușor în timpul folosirii;



- creșterea rezistenței erbicidelor la diferite condiții de mediu și asigurarea stabilității acestora în timp.

Erbicidele sunt fabricate sub următoarele forme: soluție concentrată, concentrat emulsionabil, pudră umectabilă, pastă (suspensie lichidă), granule dispersabile în apă, granule, tablete etc. (6)

Concentratul solubil (SL). Este un amestec fizic, omogen a două sau mai multe substanțe care nu mai pot fi separate prin metode mecanice. Se găsesc sub formă moleculară sau ionică. Substanța în care se dizolvă se numește dizolvant, iar substanța care se dizolvă se numește dizolvat. Foarte adesea ca substanța dizolvant se folosește apa și foarte rar uleiul de petrol. Majoritatea erbicidelor solubile în apă se produc sub formă de soluție concentrată (Dicopur D, DMA 6 etc.).

Concentratul emulsionabil (EC, CE). Este un erbicid a cărui substanță activă este dizolvată în ulei, iar când se amestecă cu apa formează o emulsie. Aceste erbicide nu sunt solubile în apă, însă sunt solubile în ulei. Marea majoritate a erbicidelor se fabrică sub formă de emulsii concentrate. La pregătirea amestecului și la aplicarea acestuia trebuie obligatoriu ca sistemul de barbotare (agitare) al instalațiilor de stropit să funcționeze.

Când amestecul apă + erbicid este liniștit, la suprafață apare imediat o peliculă grasă de erbicid. Din această categorie fac parte erbicidele: Dual Gold 960 EC, Agil 100 EC, Targa Max 10 EC, Pantera 40 EC, Pendigam 330 EC, Fusilade Forte, Tiger P etc.

Pudră umectabilă sau muiabilă (WP, PU). WP - de la cuvintele englezești wettable powder – pudră umectabilă. Sub această formă sunt fabricate erbicide care au o solubilitate foarte redusă atât în apă, cât și în ulei. Sunt amestecuri solide dintre erbicide mărunțite fin, pentru a putea trece prin sitele și duzele instalațiilor de aplicare, un diluant (bentonită) și substanța ajutoare dispersabilă și umectabilă (acetat de polivinil, silicat de aluminiu etc.). Când erbicidul se amestecă cu apa se obține o suspensie. În timpul aplicării este nevoie de agitare permanentă (barbotare) pentru a se evita depunerea acestuia. Termenul corect ar trebui să fie „pudră dispersabilă” pentru că însușirea principală a acestor erbicide nu este cea de umezire, ci de dispersare în apă. Din această grupă fac parte erbicide ca: Pledge 50 WP, AS Super WP, Kerb 50 W, Lentagran 45 WP etc.

Pasta fluidă sau concentrat în suspensie P, DC, SC. Sunt erbicide solide sau lichide suspendate (diluante într-un lichid, de regulă apă). Au un aspect de lichid vâcos (gros). Dacă este depozitat o perioadă mai îndelungată,

erbicidul se poate separa de substanța în care este diluat și de aceea, înainte de a fi utilizat, se agită ambalajul până la omogenizare. Din această grupă fac parte erbicidele: Aflon 50 SC, Venzar 500 SC, Ipiron 45 SC, Linurex SC, Adengo 465 SC, Merlin etc.

Granule dispersabile (FG, SG, WG – water granule). Sunt granule de dimensiuni mici care în contact cu apa dispersează (se amestecă) imediat, fapt pentru care aceste erbicide se introduc direct în rezervorul instalației de erbicidat. Pentru faptul că din această categorie de erbicide fac parte substanțe care se aplică în doze mici și foarte mici, se obișnuiește ca ele să fie ambalate în material hidrosolubil (un polimer care se dizolvă rapid în apă) și poartă numele de „plic hidrosolubil”. De regulă, un plic hidrosolubil conține cantitatea de erbicid pentru un hectar, deci un plic hidrosolubil = o doză. Sub această formă de plic, doza de erbicid se introduce în rezervor și în câteva secunde se dizolvă atât plicul, cât și granulele. Se evită astfel contaminarea utilizatorului, dar mai ales se evită greșelile de dozare, deoarece se știe precis că un plic de erbicid se aplică la un hectar (exemplu Lintur 75 WG, Glean 75 FG, Rival 75 FG, Titus 25 WG etc.).

Aceste granule se fabrică prin procesul de extrudare, adică fiecare granulă conține proporția de substanță activă cât are întregul. De exemplu, Lintur 75 WG, are în compoziție dicamba 65,9% și trisulfuron 4,1%. Fiecare granulă din compoziția acestui produs are trisulfuron 4,1 % și dicamba 65,9%. Acest mod de formulare al produselor este mult mai sigur, comparativ cu cele formulate ca pudre sau pulberi umectabile.

10.4 METODE DE APLICARE A ERBICIDELOR

1. *După locul de pătrundere al erbicidului în plantă, dar și după modul cum acționează asupra buruienilor*, erbicidele se pot aplica (7):

- *la sol, cu încorporarea erbicidului în sol*, p.p.i. (pre planting incorporated). Solul trebuie să fie bine mărunțit și nivelat pentru ca amestecul de erbicidat să poată fi împrăștiat uniform. Amestecul de erbicidat se pulverizează pe sol, după care se încorporează superficial la 3 - 5 cm cu combinatorul sau grape ușoare. Operația se realizează înainte de semănatul culturii. Se apelează la această metodă pe solurile uscate, în zonele cu precipitații reduse, pentru a pune în contact erbicidul cu soluția solului și a fi sigur de eficacitatea erbicidului;

- *la sol, fără încorporare*, cu aplicarea preemergentă a erbicidelor (preem – preemergency). Tratatamentul se execută imediat după semănat, înainte de răsăritul culturii, realizându-se o peliculă de erbicid la suprafața solului. Buruienile sensibile care răsar din stratul superficial de sol sau care traversează pelicula de erbicid sunt distruse.

Efectul de combatere al buruienilor cu erbicidele care se aplică la sol este de la câteva săptămâni, până la 2 - 3 luni, buruienile fiind distruse pe măsură ce acestea răsar. Exemple de erbicide: DUAL GOLD 960 EC (S - metolaclo 960 g/l), AFALON 50 SC (linuron 450 g/l), AS SUPER (metribuzin 70%), SENCOR LIQUID 600 SC (metribuzin 600 g/l) etc.

- *în vegetație* (pe frunze), aplicare postemergentă (postem). Fiecare cultură are o epocă optimă de aplicare a erbicidelor în funcție de faza de vegetație a acesteia și faza în care se găsesc buruienile. Faza de dezvoltare a plantelor de cultură, optimă pentru aplicarea erbicidelor este faza în care acestea sunt cele mai tolerante, pot să metabolizeze erbicidele sau au anumite însușiri morfo-anatomice care le permit să fie tolerante la erbicide. Astfel, avem sfârșitul perioadei de înfrățire până la formarea primului internod la culturile de cerealele păioase, faza de brădișor la cultura de in, faza de 2 - 3 frunze trifoliolate la leguminoase pentru boabe, faza de 3 - 5 frunze la porumb etc. Sunt situații când eficacitatea erbicidelor este mai mare dacă aplicarea se face mai devreme, postemergent timpuriu, atunci când și buruienile sunt mai tinere. Acestea sunt sensibile, în special, în faza de rozetă, când au 2 - 3 perechi de frunze, sau 3 - 4 cm înălțime. Aplicarea trebuie să se facă pe timp calm, fără vânt, la temperaturi mai mari de 10 - 15 °C și după ce s-a ridicat roua.

2. După suprafața tratată, erbicidele se pot aplica:

- *Pe toată suprafața*. În general, la culturile de câmp și legumicole se apelează la această metodă pentru a se erbicida întreaga solă cultivată;

- *Pe zona rândului de plante* (în benzi). La această metodă se poate apela pentru erbicidarea culturilor (prășitoare) semămate în rânduri distanțate (porumb, floarea-soarelui etc.) și frecvent în plantațiile de pomi, viță de vie etc. unde erbicidatul se realizează pe zona rândului, iar între rândurile de plante se prășește mecanic;

- *Pe vetre*. Se apelează la această metodă în situația unor îmburuienări parțiale, vetre de *Sorghum halepense*, *Elymus repens*, *Cynodon dactylon*, *Typha latifolia*, *Cirsium arvense* sau alte buruieni perene și unde nu se justifică tratamentul pe întreaga suprafață.



10.5 ABSORBȚIA ERBICIDELOR ȘI TRANSLOCAREA LOR ÎN PLANTE

Erbicidele distrug buruienile la contactul cu acestea (în cazul erbicidelor de contact) ori de îndată ce au pătruns în plantă, prin rădăcini și coleoptil (organe subterane) sau prin frunze (organe aeriene), circulând apoi în interiorul plantei prin vasele sistemului circulator (cazul erbicidelor sistemice).

Căile de pătrundere a erbicidelor în plante variază în funcție de tipul erbicidului, specia și uneori varietatea, soiul sau hibridul cultivat și evoluția condițiilor de mediu.

10.5.1 ABSORBȚIA ERBICIDELOR ÎN PLANTĂ

Utilizarea erbicidelor în combaterea buruienilor presupune cunoașterea unor mecanisme fiziologice, biofizice și biochimice, care intervin în relația erbicid-plante și ne ajută la elaborarea celor mai potrivite tehnologii de utilizare a erbicidelor, cât și la obținerea de produse sănătoase și menținerea unui mediu înconjurător curat.

Pentru a distruge buruienile, erbicidele trebuie să intre în contact cu acestea fie direct, distrugând părțile verzi la contactul cu acestea, fie pătrunzând în interiorul lor, fiind translocate prin sistemul circulator și acumulându-se în diferite zone unde provoacă fenomene de toxicitate.

Căile de pătrundere a erbicidelor în plante variază în funcție de: tipul de erbicid utilizat, modul de aplicare al erbicidului, ppi, preemergent, postemergent timpuriu, postemergent și planta de cultură. Erbicidele pătrund în plantă fie prin părțile subterane, sămânță, rădăcini, coleoptil, fie prin părțile aeriene, frunze, lăstari, cârcei, muguri, tulpină, fie prin ambele căi în același timp. De cele mai multe ori locul de pătrundere al erbicidelor în plante nu este și locul de acțiune al acestora. Pentru a fi fitotoxic, erbicidul trebuie să fie translocat de la locul de absorbție la locul de acțiune, care poate fi vârful de creștere al rădăcinilor sau tulpinilor, țesuturile meristematice, procese metabolice ce se petrec în plantă, celulă, organite citoplasmatic etc. Căile de pătrundere a erbicidelor în plantă, influențează acțiunea fitotoxică a erbicidelor asupra buruienilor.

10.5.2 ABSORBȚIA ERBICIDELOR APLICATE LA SOL

Aplicarea erbicidelor la sol, cu încorporare sau fără încorporare, se face pentru următoarele aspecte mai importante:

- distrugerea buruienilor înainte de răsărire și ca atare, pentru a elimina concurența cu plantele de cultură în primele faze de vegetație;

- unele dintre erbicide sunt absorbite mult mai ușor prin organele subterane decât prin organele aeriene ale buruienilor;

- sunt erbicide care au efect numai dacă sunt aplicate la sol, acționând asupra semințelor aflate în sol și cărora le inhibă germinația sau dezvoltarea rădăcinilor (sunt alte erbicide care se absorb numai prin hipocotil sau coleoptil – organe care se dezvoltă în sol). Erbicidele aplicate la sol pot rămâne la suprafața solului acționând ca un erbicid pelicular, împreună cu soluția solului.

Ajuns în sol, erbicidul poate fi preluat prin absorbție de către semințele în curs de răsărire, care pentru a germina, absorb apa și odată cu ea și erbicidul, de coleoptil, de rădăcini, stoloni, rizomi, tuberculi, bulbi, drajoni etc. Absorbția erbicidului din sol se face în procesul de creștere al rădăcinilor sau tinerelor plante care traversează stratul de sol cu erbicid, cum este cazul erbicidelor aplicate/rămase la suprafața solului și neîncorporate. Erbicidele din sol sunt dizolvate sau dispersate în soluția solului și transportate odată cu aceasta în organele subterane ale plantei și apoi mai departe până la locul de acțiune (situsuri letale). Deplasarea erbicidului în sol are loc și prin difuziune, datorită diferenței de concentrație a soluției solului în diverse puncte.

Erbicidele aplicate pe sol pot fi absorbite de plante prin următoarele organe:

a. Absorbția prin semințe. La contactul cu semințele, în timpul germinației, erbicidele pot fi adsorbite sau absorbite. Cele adsorbite rămân în tegument sau la suprafața tegumentului seminal, iar cele absorbite pătrund odată cu apa (soluția solului) în interiorul seminței.

b. Absorbția prin rădăcini. Pătrunderea erbicidelor prin absorbție poate fi pasivă (odată cu apa, soluția solului) sau activă, când planta consumă energie pentru a absorbi erbicidul. Pătrunderea prin rădăcini a erbicidelor aplicate la sol este una din căile importante prin care acestea ajung în plante. Sunt însă plante care nu absorb erbicidele prin rădăcini, sau absorbția este foarte redusă (familia *Poaceae*), iar acestea se absorb prin coleoptil sau hipocotil, ca de exemplu erbicidul Dual Gold 960 EC.

La plantele dicotiledonate absorbția erbicidelor prin rădăcini este principala cale. Rădăcinile tinere au capacitate mai mare de absorbție comparativ cu cele mature. Absorbția propriu-zisă se face la nivelul perișorilor absorbanți (radiculari), principala zonă de absorbție fiind situată la 5 - 50 mm de vârful rădăcinii; cu cât ne depărtăm de vârful rădăcinii, cu atât scade puterea de absorbție a erbicidelor. Absorbția începe cu o fază rapidă de pătrundere, urmată de o fază mai lentă. Pentru a fi eficace, erbicidele trebuie să străbată mai întâi pereții celulelor pilifere, rizodermice și corticale, iar de aici să ajungă în sistemul vaselor conducătoare liberiene sau lemnoase (figura 10.2) (8).

Erbicidele care nu ajung într-unul dintre aceste sisteme, rămân în spațiul liber dintre pereții celulelor sau sunt eliberate din nou în soluția solului și prin urmare nu manifestă acțiune toxică pentru plante (2).

Transportul (translocarea) erbicidelor absorbite prin rădăcină către locurile de acțiune se face de regulă odată cu seva brută prin sistemul vaselor conducătoare lemnoase (xilem).

Absorbția radiculară este un proces dependent de numeroși factori: temperatură, pH, umiditatea solului și în special de anumite caracteristici ale acestuia, cum ar fi capacitatea de absorbție și posibilitatea de spălare a erbicidului din zona rădăcinilor. O ușoară levigare a erbicidelor în sol reprezintă un factor esențial, determinant, pentru eficacitatea erbicidelor preemergente.

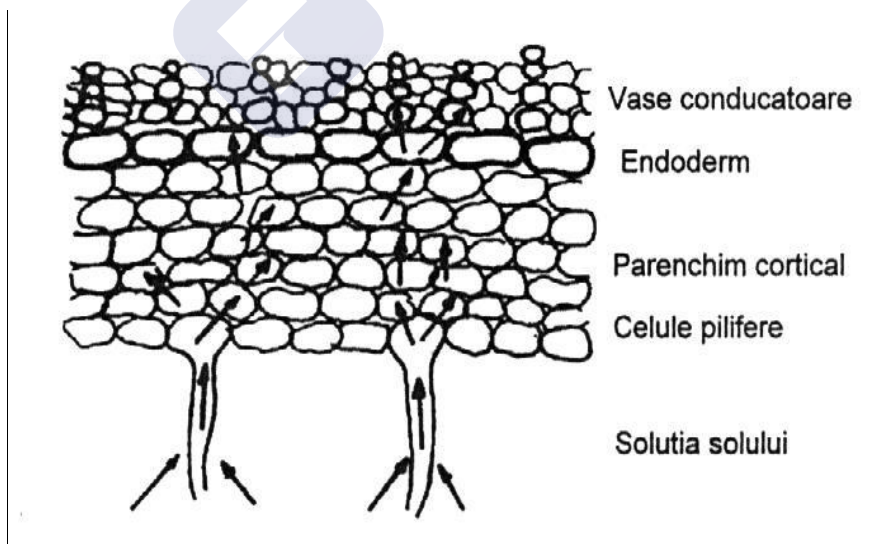


Figura 10.2 - Schema absorbției erbicidelor (8)

De altfel, eficacitatea erbicidelor aplicate la sol este influențată de uniformitatea distribuției lor în stratul de la 2 la 5 cm adâncime, de caracteristicile erbicidului și de metoda de aplicare (9).

c. Absorbția prin coleoptil, hipocotil și plantulă. Pătrunderea erbicidelor prin coleoptil, hipocotil sau tânăra plantulă reprezintă principala cale de absorbție în plante a celor aplicate la sol și singura cale a unor plante de a prelua erbicidele aplicate în sol. În acest caz plantula, prin coleoptil și hipocotil, trece în procesul creșterii prin stratul de sol toxic și absoarbe erbicidul, ceea ce are ca efect o creștere anormală sau chiar moartea acesteia. Exemple de erbicide: Dual Gold 960 EC, Afalon 50 SC, Sencor Liquid 600 SC etc.

d. Absorbția erbicidelor prin organele aeriene. Dacă buruienile sunt deja răsărite, aplicarea erbicidelor la sol are un efect nesatisfăcător. Ca atare, trebuie folosite erbicide foliare (postemergente). Pătrunderea și absorbția erbicidelor prin frunze, tulpini și formațiuni speciale, ca muguri, cârcei, lăstari etc. este influențată de numeroși factori ca: natura suprafeței plantei, formațiunile speciale și structura lor, stadiul de dezvoltare al plantelor, caracteristicile produsului aplicat (natura substanței active și formularea ei), ca și metodele de aplicare. Intervin, de asemenea, condițiile climatice, temperatura, lumina, umiditatea etc. În procesul de absorbție foliară erbicidele trebuie să străbată mai multe bariere, cum sunt cuticula, pereții celulari, plasmalema (figura 10.3) (10).

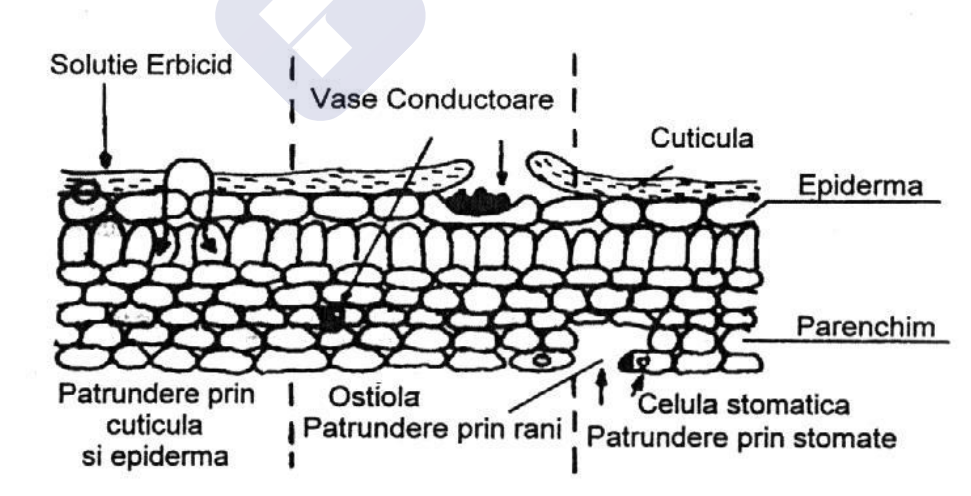


Figura 10.3 - Pătrunderea erbicidelor în frunză (10)

Absorbția foliară este completă când erbicidul ajunge în citoplasmă, iar prin sistemul vaselor liberiene (floem) ajunge în alte părți ale plantei și în rădăcini (figura 10.4).

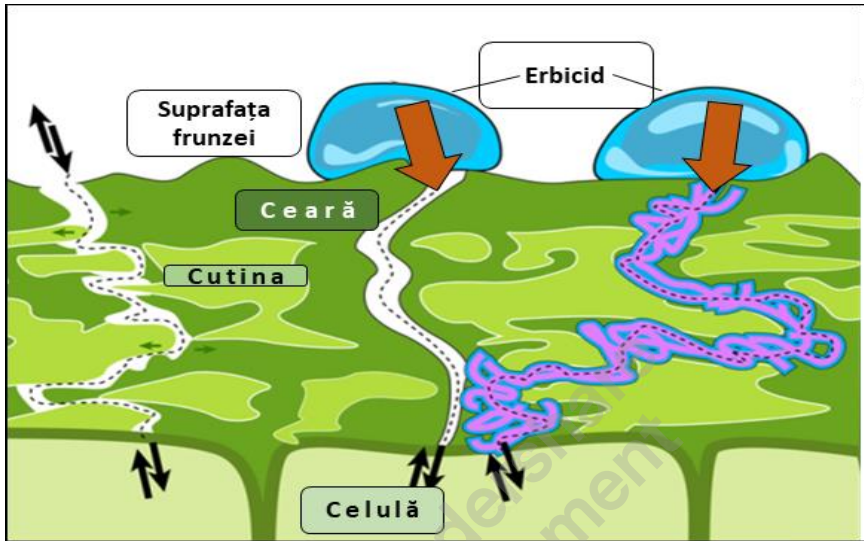


Figura 10.4 - Modul de absorbție al erbicidelor prin frunze și translocarea lor

10.5.3 CONDIȚIILE CARE INFLUENȚEAZĂ ABSORBȚIA FOLIARĂ

Gradul de reținere a unui erbicid pe suprafața foliară depinde de mai mulți factori:

a. Caracteristicile morfologice ale plantelor. Absorbția erbicidelor depinde de forma și suprafața frunzelor, orientarea acestora și unghiul față de direcția de stropire, de stadiul de dezvoltare al frunzei, precum și de prezența formațiunilor speciale (perișori, stomate etc.).

b. Suprafața frunzei. Reținerea erbicidelor la suprafața frunzelor depinde de însușirea frunzelor de a se umezi, tensiunea superficială a amestecului, uniformitatea suprafeței frunzei, modul de dispunere a stratului de ceară jucând un rol important în reținerea și absorbția erbicidelor (figura 10.5).

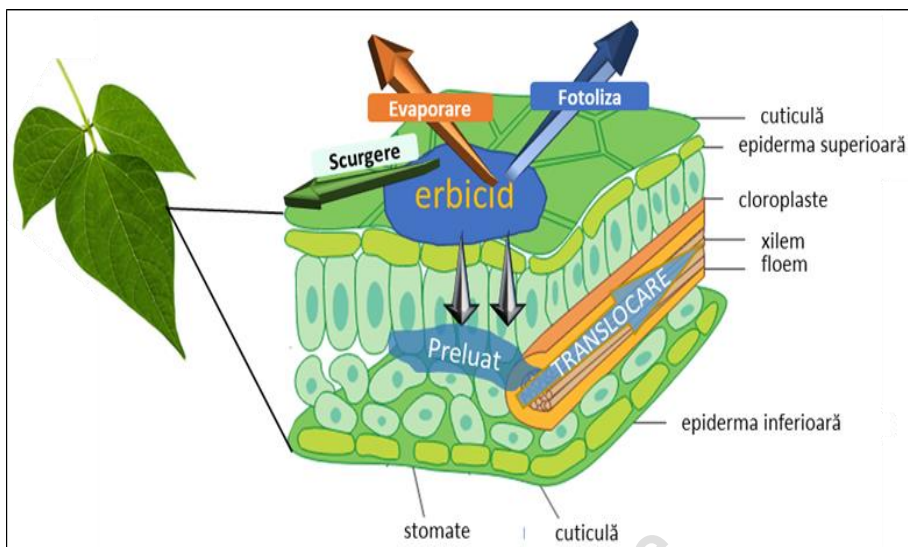


Figura 10.5 - Pătrunderea erbicidelor prin frunze (10)

c. Calitatea stratului de ceară. Are un rol important în reținerea erbicidelor. De exemplu *Chenopodium album*, deși formează o cantitate mai mare de ceară (aspect făinos) poate fi combătută datorită dispunerii intermitente (întrerupte) a acesteia pe frunză, lăsând zone prin care erbicidele pot pătrunde.

În prezent, pentru a îmbunătăți reținerea și pătrunderea erbicidelor în frunze acestea se aplică împreună cu substanțe surfactante neionice, care au rolul de a ajuta substanța activă să pătrundă mai ușor în țesuturile vegetale (exemple: Trend 90, Dash, Dasoil, Asystem, Mero etc.).

d. Pilozitatea frunzei. Numărul, densitatea, dimensiunea și rigiditatea perișorilor prezenți pe frunze au importanță în a ține departe erbicidele de suprafața frunzelor și a micșora eficacitatea erbicidelor; și pentru acest aspect se folosesc adjuvanții amintiți mai sus.

e. Vârsta plantelor. Frunzele tinere absorb mai bine soluția de erbicid, comparativ cu frunzele mature, care sunt mai cerate.

Pătrunderea erbicidelor în frunze se face prin stomate, diferite răni deschise, cuticulă și epidermă etc., după cum urmează:

- **pătrunderea prin stomate** - aceasta nu este principala cale de pătrundere a erbicidelor prin frunze, deoarece acestea sunt așezate în marea lor majoritate pe suprafața inferioară a frunzelor, iar contactul cu erbicidul este

relativ redus, deoarece cea mai mare parte a erbicidelor aplicate foliar cad pe partea superioară a frunzei.

Pentru a pătrunde prin stomate, trebuie ca acestea să fie deschise și acest lucru este dependent de condițiile de climă (temperatură, lumină etc.) și de momentul tratamentului în timpul zilei.

- **pătrunderea erbicidelor prin răni**, care pot fi provocate de insecte, unelte agricole și reprezintă o cale cu totul ocazională de pătrundere a erbicidelor.

- **pătrunderea erbicidelor prin cuticulă și epidermă** - pătrunderea prin cuticula și epiderma frunzei reprezintă principala cale de intrare a erbicidelor prin frunză (figura 10.6) (10).

Deși cuticula este ceroasă, ea este străbătută cu ușurință de majoritatea erbicidelor. Imediat sub cuticula ceroasă se găsește epiderma, care reprezintă și ea o stavilă în calea pătrunderii erbicidelor.

Deci, pentru a pătrunde în frunze, erbicidul trebuie să posede anumite proprietăți chimice (ex.: polaritatea moleculelor). Traversarea cuticulei este un fenomen fizico-chimic pasiv, în timp ce traversarea epidermei este un fenomen pasiv, dar și unul activ.

Absorbția prin frunze este influențată și de calitatea formulării erbicidelor, de calitatea stropirii și de factorii de mediu, astfel:

- **calitatea formulării erbicidelor** - pentru a înlesni reținerea și pătrunderea erbicidelor în plante, acestea au în formulare diferite substanțe emulgatoare, muianți, substanțe tensioactive, ingrediente;

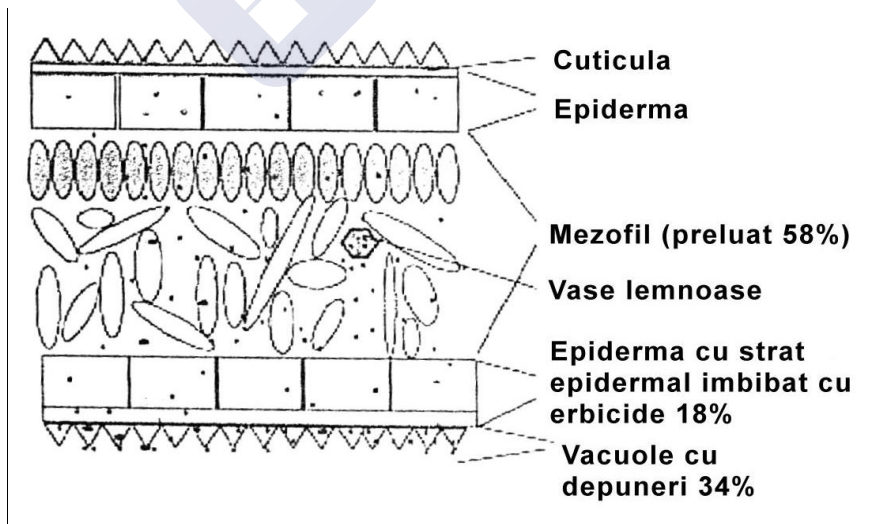


Figura 10.6 - Pătrunderea erbicidelor prin cuticulă și epidermă (10)

- **calitatea stropirii** - un număr mare de picături pe fiecare cm^2 influențează calitatea tratamentului. Dimensiunile picăturilor formate în timpul aplicării influențează pătrunderea erbicidului în frunză. Picăturile foarte fine sunt ușor preluate de curenții de aer, producând deriva de erbicid.

Cu cât diametrul mediu al picăturilor crește, reținerea și pătrunderea sunt mai mari, însă acestea pot determina spălarea (curgerea) erbicidului de pe țesutul vegetal. De aceea, presiunea de lucru a instalației de stropit trebuie reglată cu atenție pentru a elimina extremele;

- **condițiile de mediu** - pot influența reținerea sau absorbția erbicidului direct, o ploaie imediat după aplicare spală particulele de pe suprafața frunzei, îndepărtându-le, fie indirect, prin realizarea turgescenței celulelor frunzelor, moment în care circulația sevei devine mai activă și acestea sunt mai ușor penetrate de erbicide.

Factorii de mediu care influențează absorbția prin frunze sunt:

- *umiditatea aerului și precipitațiile* - când clima este foarte uscată, secetă și arșiță, stomatele sunt închise, iar picăturile de erbicid se evaporă foarte repede. Precipitațiile căzute imediat după aplicarea erbicidului spală picăturile și pot micșora efectul acestuia. După aplicarea foliară, majoritatea erbicidelor cer un interval de minimum 2 - 4 ore pentru a pătrunde în frunze, după care ploile nu mai au efect de spălare (figura 10.7);

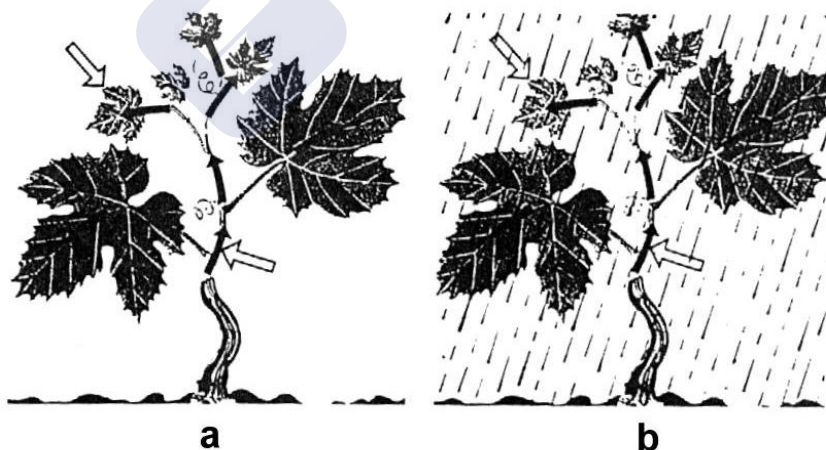


Figura 10.7 - Preluarea erbicidelor de către plantă prin frunze:

a - la 2 - 4 ore de la aplicare erbicidul este în plantă;

b - la 2 - 4 ore de la aplicare o ploaie torențială nu-l mai spală

- *lumina* - determină creșterea absorbției erbicidelor prin stimularea fotosintezei. Odată cu seva elaborată se deplasează și erbicidele, fenomen care face posibilă pătrunderea altor cantități;

- *temperatura* - la temperaturi ridicate se dezvoltă o cuticulă groasă, puțin permeabilă, iar amestecul de stropit se usucă prea repede, micșorând absorbția. Temperaturile scăzute frânează procesul de fotosinteză și deci, implicit absorbția erbicidelor. Temperaturile moderate favorizează absorbția foliară;

- *vântul*, influențează negativ absorbția, deoarece grăbește evaporatia și volatilizarea erbicidelor, iar prin deriva de erbicid afectăm culturile învecinate.

10.6 ACȚIUNEA ERBICIDELOR ASUPRA PLANTELOR

Prin „modul de acțiune” al erbicidelor înțelegem „mecanismele prin care acestea determină dereglarea funcțiilor vitale, încetinirea creșterii, oprirea fotosintezei, diviziunea celulară iar în final, moartea plantelor” (2).

Mecanismul prin care erbicidele provoacă moartea buruienilor sau a plantelor sunt multiple, iar cunoașterea lor ne ajută să luăm decizii cu privire la epoca de aplicare, stabilirea dozei, metode de aplicare etc. Efectul distrugător al erbicidelor poate avea loc imediat ce vin în contact cu organele plantei sau după pătrunderea lor în plante. După pătrunderea prin cuticulă și epidermă, străbat citoplasma și ajung în organele citoplasmice (mitocondrii, cloroplaste) sau în nucleul celular.

În cloroplaste are loc procesul de fotosinteză, transformarea energiei luminoase în energie chimică, proces care poate fi afectat de unele erbicide (piridazinone, carbamați, diazine, triazine și ureice substituie).

În nucleul celular, unde se găsește informația genetică necesară reproducerii, acționează erbicide pe bază de MCPA, Picloram etc. cu repercusiuni asupra sintezei proteinelor.

Prin acțiunea erbicidelor pot fi influențate funcțiile celulare, trecerea de la viața latentă la cea activă, alungirea mugurilor, diviziunea exagerată a celulelor și diferențierea celulelor. Ele pot provoca anomalii morfologice.

După modul de acțiune, erbicidele se clasifică în două grupe: de contact și sistemice.

Erbicidele de contact - distrug celulele și țesuturile cu care vin în contact, provocând slăbirea și dezorganizarea membranelor celulare. Ca atare, acestea devin foarte permeabile și pierd prin scurgere conținutul celular. Unele erbicide ard frunzele. Erbicidele de contact manifestă o toxicitate rapidă (acută). De regulă, aceste erbicide nu se translocă, nu sunt transportate în plantă. Efectul lor distrugător se manifestă izolat, numai în locul unde a ajuns picătura.

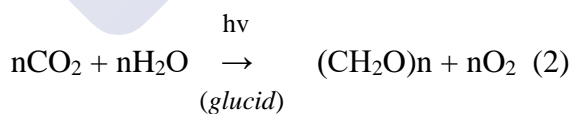
Erbicidele sistemice pătrund în plante prin diferite organe ale acestora și sunt translocate prin sistemul liberian sau lemnos până la locul de acțiune. Acestea omoară lent (cronic) buruienile, moartea survenind după o perioadă mai lungă de timp, de 2 - 3 săptămâni de la data absorbției erbicidului. Modul cum acționează aceste erbicide este diferit, în funcție de însușirile fiecăruia, dar și de însușirile morfologice, fiziologice și biochimice ale plantelor. Ca atare, erbicidele sistemice pot afecta următoarele procese biologice:

a. Acțiunea și efectele erbicidelor asupra fotosintezei se desfășoară în două stadii și anume:

- *stadiul de lumină*, în cursul căruia energia luminoasă este captată de pigmentii clorofilieni, este transformată apoi în energie chimică, ATP și NADPH, iar oxigenul este pus în libertate;

- *stadiul de întuneric*, în care energia chimică înmagazinată anterior sub formă de ATP și NADPH este utilizată pentru sinteza moleculelor organice în prezența și cu utilizarea CO₂. Fotosinteza este singurul fenomen din natură prin care cu ajutorul plantelor cu clorofilă se obțin substanțe organice din substanțe anorganice simple, ca CO₂ și H₂O.

Ca bilanț, procesul de fotosinteză poate fi reprezentat astfel:



în care, $h\nu$ = energia luminoasă, cuanta de lumină.

Multe erbicide intervin în blocarea reacției de fotoliză a apei (reacția Hill), care înseamnă descompunerea apei sub influența luminii în elementele constitutive, în care se eliberează oxigenul molecular indispensabil respirației aere. Această descompunere are loc după următoarea schemă:



în care, $h\nu$ = energie luminoasă, cantă de lumină.



În acest complex proces al fotosintezei, locul unde acționează erbicidele și ce faze pot perturba sunt numeroase:

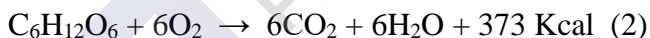
- în perturbarea transferului de electroni;
- perturbă mecanismele de transfer a energiei;
- concomitent, în inhibarea transportului de energie și de electroni.

În transferul de electroni acționează cele mai multe erbicide: din grupa diazine (Venzar 500 SC, Afalon 50 SC, Linurex 50 SC), triazine (Merlin Duo), triazinone (Buzzin, Goltix 700 SC, Sencor Liquid 600 SC), ureice substituie (Prodan) etc.

În perturbarea mecanismelor de transfer ale energiei acționează erbicide care inhibă sau blochează aceste procese, perturbând întregul proces de fotosinteză și provocând moartea plantei (s.a. glufosinatul de amoniu).

Cu activitate mixtă acționează erbicidele care au ca efect blocarea sintezei pigmentilor carotenoizi și a lipidelor în membrane (s.a. beflubutamid), iar în felul acesta creșterea buruienilor este mult încetinită, acestea rămân mici și sunt sufocate repede de planta de cultură.

b. Acțiunea erbicidelor asupra respirației. Respirația aerobă, reprezentată global prin ecuația de mai jos, este un fenomen care are loc cu eliberarea unei cantități mari de energie utilizabilă (fenomen exergonic):



Glucoză

O parte din energia eliberată este folosită direct de plantă, iar restul este înmagazinată în moleculele de ATP (adenozintrifosfat) și utilizată după nevoile celulei.

Acțiunea erbicidelor se poate manifesta în reacția de glicoliză, în oxidarea acizilor organici din ciclul Krebs sau în procesul de formare de ATP.

Foarte cunoscut este efectul „decuplant” al erbicidelor în reacția de formare a ATP (2):



în care: ADP = *adenozindifosfat*

Pi = *ortofosfat organic*

Asemenea efect este manifestat la erbicidele Bromotril 40 EC, Bucril Universal, Zeagran 340 SE ș.a.

Mecanismele prin care erbicidele acționează în procesul de respirație sunt mai puțin cunoscute. S-a emis ipoteza că erbicidele acționează asupra membranelor mitocondriilor unde este localizată reacția de fosforilare oxidativă (formarea de ADP și ATP), astfel că această reacție nu mai are loc. Ca atare, mecanismul principal al acțiunii erbicidelor în procesul de respirație este stoparea reacției de formare a ATP în mitocondrii.

c. Acțiunea și efectele erbicidelor asupra absorbției apei și a substanțelor nutritive. Unele erbicide care inhibă fotosinteza pot favoriza acumularea apei în țesuturi și organism pentru că odată cu inhibarea fotosintezei stomatele se închid, iar transpirația este oprită. Efectul erbicidelor aplicate asupra conținutului în substanțe nutritive absorbite se manifestă destul de variat, determinând uneori creșterea, alteori scăderea conținutului în aceste substanțe (11).

Utilizarea triazinonelor (s.a. metribuzin) duce la creșterea conținutului în substanțe minerale și în special în azot. Aplicarea erbicidelor pe bază de acid 2,4-D la porumb a condus la scăderea absorbției fosforului.

d. Acțiunea erbicidelor asupra structurii morfologice și anatomice. Erbicidele pot cauza anomalii morfologice în anumite părți sau în toată planta. Aceste anomalii pot determina moartea plantelor sensibile. De exemplu, inhibarea diviziunii celulare în rădăcină, produsă de aplicarea la sol, provoacă moartea buruienilor prin stres hidric, fără să fie vizibile schimbări morfologice.

Anomaliile morfologice depind de substanța chimică activă și de concentrația ei, de specia plantei și stadiul de dezvoltare, precum și de natura țesuturilor atinse, cele tinere și meristemele de creștere fiind mai sensibile. Primul simptom al activității erbicidelor este cloroza, pentru că multe erbicide blochează formarea sau existența clorofilei. Erbicidele sistemice, cu efect hormonal (acid 2,4-D, mecoprop-p, MCPA), aplicate foliar, produc anomalii morfologice foarte pronunțate. Unele dintre efectele vizibile ale acțiunii acestor fitohormoni este epinastia, un simptom caracteristic, rezultat din dezvoltarea asimetrică și neregulată a celulelor, a intervenției în diviziunea celulară (12). Apare fenomenul tipic de „vârf de creștere butonat” sau „frunze gofrate și foarte groase” etc.

Alte erbicide, cum sunt cele fenoxicarboxilice (MCPA) aplicate pe plantele în curs de răsărire, conduc la oprirea diviziunii celulare și la pipernicirea plantulelor; de exemplu, diflufenicanul (Pelican 500 SC) inhibă dezvoltarea rădăcinilor și germinația. Toate aceste efecte sunt dependente de natura erbicidului, doza și modul de aplicare, precum și de specia, soiul sau hibridul cultivat.

e. Acțiunea și efectele erbicidelor asupra activității enzimatică.

Este dovedit faptul că unele erbicide alterează activitatea enzimatică, fie în mod direct, prin modificarea structurii enzimelor sau unirea cu acestea, formând împreună substanțe complexe care împiedică viața normală a plantei, fie în mod indirect, prin împiedicarea aprovizionării cu energie a unor procese (formarea de ATP). Plantele tinere, de regulă, sunt mai afectate decât cele mature, diferența apărând chiar la aceeași specie, în funcție de soiul sau hibridul cultivat. Erbicide cu acțiune asupra unor enzime, sunt Stratus Ultra, Traxos EC, Acurate, Galmet, Primstar Super etc.

f. Acțiunea erbicidelor asupra unor aminoacizi esențiali, a lipidelor, asupra sintezei carotenoizilor și sintezei acizilor grași.

Unele erbicide acționează ca inhibitori ai biosintezei unor aminoacizi esențiali (valina și izoleucina), producând dereglări metabolice care duc la blocarea diviziunii celulare și ca urmare stoparea creșterii buruienilor. Din această categorie fac parte erbicidele care au la bază substanțele active: flazasulfuron, florasulam, clorosulfuron, bispiribac sodiu, iodosulfuron-metil-sodiu etc.

Alte erbicide acționează ca inhibitor al sintezei lipidelor, ca de exemplu s.a. etofunesat, iar altele acționează ca inhibitor asupra sintezei pigmentilor carotenoidici, provocând blocaje metabolice, astfel că buruienile devin clorotice, fără vigoare și sunt repede sufocate de planta de cultură (s.a. beflubutamid, clomazoma, diflufenican, fluorocloridon etc.).

Erbicidele acționează și asupra biosintezei acizilor grași, ceea ce duce la blocarea procesului de diviziune celulară, stopând creșterea buruienilor (s.a. fenoxaprop-p-etil, dimetaclor, petoxamid etc.).

Sunt și erbicide cu acțiuni multiple, ca de exemplu substanța activă glifosat, care acționează atât ca un inhibitor al unor enzime, cât și al unor aminoacizi esențiali, care au rol în biosinteza proteinelor.



10.7 ACȚIUNEA PLANTELOR ASUPRA ERBICIDELOR

Erbicidele, odată ajunse în plante sunt supuse diferitelor procese fizice, chimice și biochimice și ca urmare ele sunt *translocate*, *imobilizate*, *alterate* sau *metabolizate*.

a. Translocarea. Este procesul de deplasare (transport) a erbicidelor de la locul de absorbție sau de pătrundere (organe subterane sau aeriene) spre diverse părți ale plantei unde are loc efectul de distrugere (fitotoxicitatea).

Translocarea se poate face odată cu seva elaborată, prin vasele liberiene sau odată cu seva brută, prin vasele lemnoase. Acest transport se poate face și prin spațiile intercelulare, însă mult mai lent. Translocarea este deosebit de importantă în cazul buruienilor perene care au organe vegetative subterane de înmulțire și care pot fi distruse rapid de erbicidele translocate.

Translocarea prin vasele liberiene (floem) este specifică erbicidelor care se aplică foliar (postemergent). Acestea trec prin cuticulă și epidermă odată cu substanțele fotosintetizate, de la o celulă la alta, în floem (liber). Odată ajunse aici, ele circulă de sus în jos și se acumulează în vârfurile de creștere unde hidrații de carbon sunt consumați. Efectul de combatere al acestor erbicide cu aplicare foliară depinde de mai mulți factori, printre care viteza de translocare, epoca de aplicare și doza folosită.

Pentru combaterea buruienilor perene, cea mai bună epocă de aplicare a erbicidelor este atunci când viteza de translocare este maximă. Aceasta se petrece după creșterea definitivă a frunzelor, când rezervele din organele subterane sunt epuizate.

Translocarea prin vasele liberiene depinde foarte mult de doza folosită. La stabilirea dozelor se ține seama de faptul că floemul (vasele liberiene) este format din celule vii și de aceea o doză mai mare de erbicid provoacă perturbări în activitatea acestora sau chiar moartea lor, împiedicând transportul erbicidelor spre părțile subterane. Este greșit raționamentul unor fermieri care consideră că mărinđ doza de erbicid pot distruge mai repede buruienile; procedând astfel, eficacitatea erbicidelor scade (2). În acest caz, aplicarea corectă a dozei conduce la un efect maxim de combatere, organele aeriene mor, iar din rizomi, în care nu s-a mai putut transloca erbicidul, vor

lăstări noi plante. Celulele vaselor liberiene trebuie ținute vii pentru a putea transporta erbicidul la locul de acțiune.

Translocarea prin vasele lemnoase (xilem), este caracteristică erbicidelor aplicate la sol și absorbite prin rădăcini. După ce au ajuns în vasele lemnoase (xilem), erbicidele circulă împreună cu apa și seva brută. Viteza medie de translocare prin vasele lemnoase este de circa 9 cm/oră, dar poate varia până la 24 cm/oră (2). Pereții celulari ai vaselor lemnoase nu sunt formați din celule vii și ca atare, permit transportarea ascendentă a erbicidelor către oricare din organele plantelor. Sunt și situații când curentul este descendent în vasele lemnoase, în cazul secetelor puternice și evaporației foarte mari, când datorită deficitului mare de umiditate, substanțele circulă descendent prin xilem.

b. Imobilizarea. Unele erbicide îndată ce au ajuns în plantă sunt imobilizate și inactivate. Dezactivarea poate avea mai multe cauze: fie reacția cu diferiți constituenți ai celulelor, fie închiderea erbicidelor în vacuole, fie absorbția lor în pereții vaselor conducătoare și blocarea lor.

c. Alterarea fitotoxicității sau metabolizarea erbicidelor în plantă. Metabolizarea erbicidelor în plantă joacă un rol extrem de important în determinarea atoxicității/selectivității lor pentru diferite organisme vegetale.

Metabolizarea determină în mare măsură cantitatea de reziduuri pe care erbicidele le lasă în plantă, reziduuri care pot fi toxice pentru consumatori. Indiferent cât de selectiv ar fi un erbicid pentru o cultură, acesta induce un anumit stres până la metabolizarea totală a acestuia și inactivarea sa definitivă.

Erbicidul, este o substanță străină pentru organismul plantei, care trebuie inactivată (metabolizată). Acesta constituie, de fapt, criteriul selectivității erbicidelor sistemice – capacitatea plantei de a dezactiva erbicidul prin diferite reacții primare. Orice plantă posedă un echipament enzimatic (la om - sistemul imunitar format din anticorpi), care poate să-i ofere acesteia o protecție împotriva erbicidelor, declanșând una din următoarele reacții:

- reacții de hidroliză;
- reacții de oxidare și reducere;
- reacții de dezalchilare;
- reacții de dezaminare;
- reacții de rupere a ciclului;
- reacții și sisteme de conjugare.

Susceptibilitatea la metabolizare (dezactivare) prin aceste procese depinde în mare măsură de structura chimică a erbicidelor și de complexul enzimatic al plantelor.

10.8 SELECTIVITATEA ERBICIDELOR

Selectivitatea se referă la însușirea unor erbicide de a distruge dintr-un amestec de plante doar buruienile, fără a cauza pagube plantelor de cultură. În activitatea de combatere a buruienilor cu ajutorul erbicidelor, selectivitatea este problema cheie.

Alegerea judicioasă, științifică, a erbicidelor și aplicarea acestora în dozele și epocile corecte duce la distrugerea buruienilor și protejarea plantelor cultivate.

Sensibilitatea și toleranța la erbicide. *Sensibilitatea* este însușirea plantelor sau a buruienilor de a interacționa cu erbicidele și de a fi distruse de acestea.

Toleranța este însușirea plantelor de a rezista acțiunii toxice a erbicidelor.

Sensibilitatea se manifestă cu diferite grade de intensitate, de la efectul imperceptibil până la distrugere totală. Ca atare, plantele de cultură trebuie să aibă o sensibilitate mică, deci o toleranță maximă, iar buruienile să aibă o sensibilitate maximă și o toleranță mică.

În activitatea de cercetare, sensibilitatea buruienilor la erbicide este cuantificată (măsurată) printr-un sistem de notare propus de European Weed Research Society (EWRS), cu note de la 1 la 9, unde nota 1 se acordă buruienilor extrem de sensibile și distruse de erbicide în proporție de 100% iar nota 9 buruienilor rezistente, cu o rezistență maximă la erbicid. Între cele două extreme, valorile sunt cuantificate în proporții de 90, 80, 70 ... 20% sensibile la erbicide.

Selectivitatea se manifestă atât la erbicidele care acționează prin contact, cât și la cele sistemice și poate interveni în diferite etape de la contactul erbicid-plantă până la distrugerea celor sensibile.

Principalii factori care influențează selectivitatea erbicidelor sunt: modul de aplicare, doza de erbicid și realizarea interacțiunii erbicid-plantă.

În funcție de acești factori, selectivitatea se clasifică în:

- *selectivitate de poziție* (fizică sau mecanică), care este independentă de modul de acțiune a erbicidelor;
- *selectivitate propriu-zisă*, generată de interacțiunea directă între plante și erbicid.

A. Selectivitatea de poziție sau selectivitatea independentă de modul de acțiune al erbicidelor, este generată de locul de plasare al tratamentului și de proprietățile erbicidului.

Distrugerea buruienilor din diferite culturi ca grâu, porumb, floarea-soarelui etc. înainte de răsăritul plantelor de cultură cu erbicide totale (s.a. glifosat) se bazează pe acest tip de selectivitate. Erbicidul are eficacitate numai dacă este administrat pe organele vegetale verzi. Ajuns pe sol, în scurt timp el este metabolizat de unele microorganisme din sol și își pierde eficacitatea.

Tot pe principiul selectivității de poziție se bazează și tratamentele cu erbicide totale aplicate dirijat de-a lungul rândurilor de plante cu tulpina înaltă, ca porumb, floarea-soarelui, pomi, viță de vie. În acest mod, aparatul lor foliar nu vine în contact cu erbicidul, în schimb buruienile sunt distruse. Aceste tratamente se fac cu dispozitive speciale de protecție, prevăzute cu apărători pentru plantele de cultură, sau prin aplicarea erbicidului fără a fi pulverizat, prin umectarea frunzelor, folosindu-se echipamente speciale (pensule, fitile sau crose).

B. Selectivitatea propriu-zisă, este determinată și generată de interacțiunea erbicid-plantă.

Acest tip de selectivitate se bazează pe următoarele caracteristici:

a. *selectivitatea datorată morfologiei plantelor* - se referă la structura și poziția unor organe ale plantelor care influențează pătrunderea și acțiunea erbicidelor în plantă.

Buruienile monocotiledonate, în general și gramineele în special, au frunze înguste, direcționate oblic, cu cuticulă dură și un mugure terminal bine protejat, în timp ce dicotiledonatele au frunze late, dispuse orizontal și fără a proteja mugurele terminal (figura 10.8).

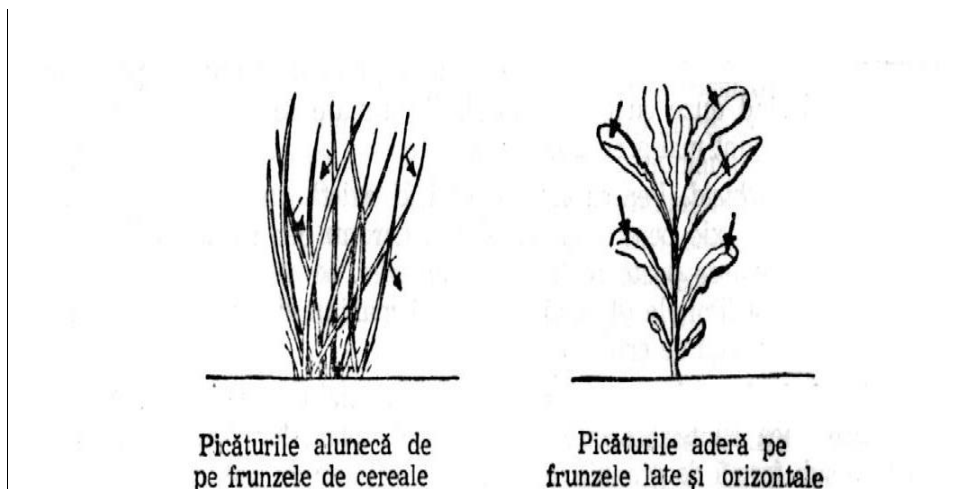


Figura 10.8 - Reprezentarea schematică a modului cum erbicidele udă frunzele cerealelor și ale buruienilor dicotiledonate (2)

Erbicidele, ca să acționeze, trebuie interceptate și apoi reținute pe frunze. Aceste procese de interceptare și reținere sunt influențate de forma, poziția, mărimea și numărul de frunze, care diferă după cum am văzut, de la o specie la alta. Pe frunzele înguste și pe cele cu suprafață ceroasă, lucioasă sau acoperite cu perișori, erbicidele sunt reținute mai puțin.

Diferențierile morfologice dau posibilitatea speciilor monocotiledonate să intercepteze și să rețină o cantitate mai redusă de amestec erbicid, în comparație cu cele dicotiledonate care sunt mai expuse și preiau o cantitate mai mare de amestec erbicid. Astfel, frunzele de *Sinapis* spp. și *Raphanus* spp. rețin de 8 ori mai multă soluție de stropit pe unitatea de suprafață decât frunzele de buruieni din familia *Poaceae* (*Gramineae*).

Poziția diferită a nodului coleoptilar, primul nod al tulpinilor la *Poaceae*, față de zona tratată cu erbicid, constituie tot o formă de selectivitate morfologică. La majoritatea plantelor din familia *Poaceae* nodul coleoptilar este calea principală de absorbție a erbicidelor aplicate la sol. Pe ce se bazează această diferențiere? La ovăzul sălbatic (*Avena fatua*), iarba bărboasă (*Echinochloa crus-galli*) etc., nodul coleoptilar se află în stratul de 1-1,5 cm sub suprafața solului, indiferent de adâncimea de încorporare a semințelor.

Pătrunderea erbicidelor în plantă, ca și capacitatea de reținere la suprafață este influențată și de alți factori în afara celor generați de morfologia plantelor, cum ar fi traversarea cuticulei sau a pereților celulari.

b. *selectivitatea fiziologică* - se referă la efectul erbicidelor asupra plantei, după ce acestea au pătruns în plantă. Acest tip de selectivitate se bazează pe capacitatea unor organisme vegetale de a detoxifia produsul cu care vin în contact prin propriul sistem enzimatic. Alte specii de plante tolerează între anumite limite prezența erbicidului în plantă.

c. *selectivitatea datorată diferențelor de translocare* - efectul toxic al erbicidelor este condiționat de viteza de translocare în plantă, de la locul de pătrundere la locul de acțiune. Exemplele concludente sunt reprezentate de următoarele erbicide: substanța activă dicamba este selectivă pentru grâu, pentru că se translocă lent și este fitotoxic pentru secară, pentru că se translocă rapid; acidul 2,4-D este toxic pentru fasole, la care se translocă rapid și este selectiv pentru trestia pentru zahăr la care se translocă greu.

În general, absorbția erbicidelor fenoxiacetice este mai rapidă la dicotiledonate și foarte lentă la monocotiledonate, iar plantele de cultură din această categorie sunt tolerante.

d. *selectivitatea datorată proprietăților erbicidelor* - din numărul mare de erbicide de pe piață trebuie ales acel erbicid care este cel mai selectiv pentru cultura respectivă și cel mai fitotoxic pentru buruienile care o însoțesc.

Multe din erbicidele actuale sunt în amestec cu un antidot. Acesta este o substanță care blochează acțiunea toxică a erbicidului față de unele plante de cultură, adică le protejează. Exemplu: substanța activă fenoxaprop-p-etil aplicată fără antidot la cultura de grâu este toxică, dar amestecată cu un antidot (safener), formează un produs nou, Foxtrot 69 EW (fenoxaprop-p-etil 69 g/l + cloquintocet-metil 34,5 g/l), selectiv pentru grâu, folosit pentru combaterea buruienilor monocotiledonate anuale *Apera spica-venti* și *Avena fatua*.

e. *selectivitate periodică* - este determinată de diferența între specii în ceea ce privește sensibilitatea față de erbicide în raport cu faza de dezvoltare (ontogeneza). Ca atare, erbicidul trebuie aplicat în faza în care plantele de cultură au toleranță maximă, iar buruienile au sensibilitate maximă.

Astfel, inul este tolerant în faza de brădișor iar cerealele păioase de la înfrățire până la formarea primului internod.

Buruienile dicotiledonate sunt foarte sensibile la erbicide mai ales în primele faze de dezvoltare, faza de rozetă. Alte specii de buruieni sunt sensibile în alte faze, cum ar fi înaintea îmbobocirii sau înainte de înspicare, fază în care frunzele sunt mari, dezvoltate și interceptează o cantitate mai mare de amestec erbicid.

10.9 INTERACȚIUNEA DINTRE PESTICIDE

În practica agricolă, de foarte multe ori se aplică mai multe pesticide concomitent, deoarece epocile de tratament coincid. Fie se amestecă 2 - 3 erbicide pentru a mări spectrul de combatere, fiind combătute mai multe specii de buruieni, fie o dată cu operația de combatere a buruienilor se face și combaterea bolilor foliare, a dăunătorilor sau o fertilizare foliară cu îngrășăminte lichide, amestecând deci erbicidul cu un fungicid, un insecticid și/sau un îngrășământ foliar.

Amestecul dintre 1 - 2 sau 3 erbicide, sau erbicide cu un fungicid, un insecticid sau cu un îngrășământ foliar, poate să aibă un efect sinergic sau antagonist.

Interacțiunea este sinergică când amestecul rezultă sporește fitotoxicitatea față de buruieni, boli, dăunători și este netoxic pentru plantele de cultură.

Interacțiunea este antagonică când după realizarea amestecului scade efectul fitotoxic al unuia dintre produse sau amestecul capătă alte însușiri fitotoxice. La această tehnică de aplicare a produselor se apelează numai în situația când au fost efectuate testări, iar rezultatul a fost favorabil.

10.10 PERSISTENȚA ERBICIDELOR ÎN SOL

Persistența reprezintă durata de acțiune a erbicidelor la cultura la care au fost aplicate. Ideal, ar trebui ca un erbicid să combată toate buruienile, apoi să dispară fără a fi nociv pentru plantele de cultură, mediu sau pentru plantele care vor urma în rotație.

În realitate, erbicidele au două tipuri de persistență:

- *persistență absolută* – reprezentată de intervalul de timp în care moleculele de erbicid rămân în structură nemodificată și pot fi identificate prin metode de laborator specifice;

- *persistență agronomică* – reprezentată de intervalul de timp în care erbicidul este fitotoxic pentru organismele vii.

Persistența agronomică (propriu-zisă) o putem considera perioada de acțiune a erbicidului pentru cultura la care este aplicat. Această persistență

poate cuprinde întreaga perioadă de vegetație sau numai prima parte a perioadei de vegetație, 5 - 7 săptămâni de la răsărire.

O persistență prea scurtă permite ca un nou val de buruieni să invadeze cultura și este nevoie de un alt tratament.

O persistență prea lungă, determină apariția unei toxicități reziduale îndelungate, iar de la un an la altul se poate ajunge la acumularea unor cantități de erbicid care să inhibe dezvoltarea microorganismelor sau să determine reziduuri în produsele agricole.

Toxicitatea reziduală poate fi diminuată prin mai multe măsuri:

- aplicarea erbicidelor în benzi;
- aplicarea erbicidelor cât mai aproape de sezonul cald al perioadei de vegetație;
- executarea de lucrări de afânare a solului, prașile sau arături, pentru a stimula dezvoltarea microorganismelor;
- irigarea cu scopul favorizării levigării erbicidelor și desfășurarea proceselor biodinamice din sol;
- aplicarea de îngrășăminte organice, care stimulează procesele chimice și biochimice din sol.

10.11 INTERACȚIUNEA ERBICIDELOR CU SOLUL

Erbicidele ajung în sol atât prin tratamente aplicate la sol, ppi sau preemergent, dar și prin tratamente aplicate în perioada de vegetație. Ajunse în sol, erbicidele sunt supuse diferitelor procese *fizice*, *chimice* și *biologice*, în urma cărora au loc modificări ale fitotoxicității, ale eficacității acestora iar în final se ajunge la descompunerea lor.

a. Procesele fizice. Cele mai importante procese fizice care au loc în sol, prin care erbicidele își pierd din fitotoxicitate sau persistență sunt *volatilizarea* și *levigarea*.

- *Volatilizarea* este fenomenul prin care o substanță chimică (erbicid) trece din starea lichidă în starea gazoasă. Vaporii de erbicid sunt molecule de erbicid, care se deplasează în atmosferă, datorită vântului sau temperaturilor ridicate. Această mișcare se numește deplasare laterală, derivă sau drift de vapori de erbicid.

Acest proces fizic, volatilizarea, presupune două categorii de efecte:

- se diminuează cantitatea de erbicid din sol și ca atare efectul fitotoxic se diminuează, reducând gradul de combatere al buruienilor;

- prin fenomenul de deplasare laterală al vaporilor de erbicid, pot fi distruse culturile vecine. Vaporii din erbicidele 2,4-D, dicamba, MCPA, prin deplasare laterală sunt extrem de dăunători culturilor de sfeclă, floarea-soarelui, viță de vie etc.

Intensitatea procesului de volatilizare depinde de mai mulți factori, mai importanți fiind însușirile erbicidului și umiditatea solului. Pe solurile mai umede, volatilizarea este mai mare datorită concurenței dintre moleculele de apă și moleculele de erbicid, de a fi absorbite pe suprafața coloizilor solului. Moleculele de erbicid rămân libere în soluția solului și se pot volatiliza mai ușor. Pe vreme uscată, moleculele de erbicid sunt absorbite de sol cu o forță mai mare decât în straturile umede și volatilizarea se reduce.

- *Levigarea* este procesul fizic de deplasare în adâncime a moleculelor de erbicid odată cu apa care circulă descendent, după ploi sau irigare. Acest fenomen poate avea consecințe pozitive sau negative: pozitive prin faptul că erbicidul aplicat preemergent este levigat ușor în sol, ajungând în zona de germinație a semințelor de buruieni și negative prin faptul că pe solurile ușor permeabile pot polua apa freatică.

b. Procese chimice. Dintre cele mai importante procese chimice la care este expus erbicidul ajuns în sol enumerăm: descompunerea fotochimică, adsorbția, desorbția și reacții între erbicide și constituenții solului.

- *Descompunerea fotochimică.* Unele erbicide ajunse la sol și expuse luminii solare suferă unele modificări moleculare. Reacțiile fotochimice sunt cauzate de radiațiile ultraviolete cuprinse între lungimile de undă de 40 - 444 Å (angströmi). Dacă un erbicid este aplicat la sol fără încorporare și dacă timp de trei săptămâni nu plouă și este soare puternic, își pierde din eficacitate datorită procesului de fotodescompunere. Pentru a se evita acest lucru, erbicidul se poate încorpora superficial în sol, la 2-5 cm, cu o grapă sau un combinator, iar în condiții de irigare, se poate administra o udare de răsărire cu 100-150 m³/ha, care va leviga ușor erbicidul în sol.

- *Adsorbția la complexul coloidal al solului.* Toate erbicidele sunt adsorbite de complexul argilo-humic al solului, unele mai mult, altele mai puțin. Odată adsorbite, aceste molecule devin inofensive (pasive) și sunt inaccesibile plantelor. Cu cât adsorbția este mai puternică, cu atât efectul fitotoxic al erbicidului se diminuează. Adsorbția este mai puternică la solurile

cu complex argilo-humic dezvoltat și la cele cu un conținut de humus mai mare. Adsorbția este mai mare pe solurile acide decât pe solurile alcaline (2).

- *Desorbția* este procesul chimic prin care din complexul argilo-humic se eliberează molecule sau ioni de erbicid. Moleculele de apă înlocuiesc, de obicei, moleculele sau ionii de erbicid. Desorbția are loc mai întâi la suprafața particulelor de argilă și mai greu la suprafața particulelor de humus. Moleculele de erbicid eliberate pot trece în soluția solului unde sunt expuse procesului de absorbție de către plante.

- *Reacții chimice între erbicide și constituenții solului.* Ajunse în sol erbicidele sunt supuse unor reacții de oxido-reducere, hidroliză, de formare de săruri sau diferite complexe chimice, în urma cărora sunt transformate în substanțe simple, fără toxicitate pentru plante.

c. Procesele biologice. Acestea constau în procesele de absorbție de către rădăcinile plantelor și de descompunere de către microorganisme.

- *Absorbția de către rădăcinile plantelor* se realizează de către organele subterane ale plantelor și ca atare se reduce concentrația erbicidelor în sol.

- *Descompunerea de către microorganisme.* Microorganismele folosesc erbicidele organice ca sursă de hrană și de energie, determinând astfel descompunerea lor până la produsele finale: CO₂, H₂O, N, P etc. Aceasta este calea principală prin care erbicidele din sol sunt metabolizate sau distruse. Activitatea microorganismelor și deci viteza de descompunere a erbicidelor este influențată de tipul de sol, umiditatea, aerția, temperatura, pH-ul și conținutul de humus al acestuia.

10.12 SUBSTANȚA ACTIVĂ

Erbicidele nu se folosesc ca substanță chimică pură. Pentru a mări volumul lor și a ușura păstrarea, manipularea, amestecarea cu apa precum și pentru a facilita pătrunderea și translocarea lor în plantă, în procesul de fabricație erbicidele se amestecă cu diferite substanțe ajutătoare. De aceea, este necesară cunoașterea la fiecare erbicid, a conținutului său în substanță activă.

Substanța activă (s.a.) este acea parte a formulării unui erbicid care este direct responsabilă cu efectul fitotoxic.

Pentru erbicidele lichide, exprimarea conținutului de substanță activă se face în grame s.a./litru de produs comercial. De exemplu, produsul Dual Gold 960 EC conține 960 g/l s.a. s-metolaclor, produsul Roundup Advance conține 360 g/l s.a. glifosat etc.

Pentru erbicidele solide (pudre, granule) exprimarea substanței active se face în procente (%) față de greutatea produsului comercial. De exemplu, AS Super conține 70% metribuzin, Accent 75 WG conține 75% nicosulfuron, Devrinol 45 F conține 45% napropamid etc.

De regulă, în lucrările de testare sau de cercetare, dozele se calculează în substanță activă la hectar.

Cunoscând conținutul de substanță activă se poate face ușor transformarea în doza de erbicid exprimată în produs comercial la hectar.

10.13 STABILIREA DOZEI DE ERBICID

Doza de erbicid reprezintă cantitatea de erbicid, exprimată în substanță activă, necesară pentru a trata o suprafață de un hectar.

Stabilirea corectă a dozei de erbicid are influență asupra calității tratamentului deoarece la doze prea mici buruienile rămân necombătute, deci cheltuieli sunt făcute în zadar, în plus, sunt necesare alte eforturi pentru combaterea lor. La doze mai mari pot apărea fenomene de fitotoxicitate la planta de cultură, iar cheltuielile cresc.

La stabilirea dozei de erbicid se au în vedere o serie de factori ca:

- proprietățile erbicidului, respectiv eficacitatea lui;
- metoda de aplicare a erbicidului (pe toată suprafața sau în benzi);
- gradul de îmburuienare a suprafeței tratate;
- speciile de buruieni existente și fazele de vegetație ale buruienilor;
- fazele de vegetație ale plantelor de cultură;
- proprietățile solului (conținut în humus, argilă, pH).

De regulă, în lucrările de cercetare dozele de erbicid sunt exprimate în g sau kg s.a./ha, iar specialistul trebuie să calculeze doza de produs comercial. Aceasta se poate rezolva astfel:

a. *La tratamentul integral (pe toată suprafața)* cu erbicid, doza de produs comercial se calculează cu formula:

$$D. p. c = \frac{D. s. a. \times 100}{s. a} \quad (\text{kg/ha sau l/ha})$$

- în care: D.p.c. – doza de produs comercial în kg/ha sau l/ha;
 D.s.a. – doza de erbicid substanță activă, în kg/ha;
 s.a. – procentul de substanță activă în produsul comercial.

Exemplu: Se folosește la operația de erbicidat la grâu produsul Lintur 70 WG (dicamba 65,9% + triasulfuron 4,1%).

- conținutul în substanță activă = 70 %;
- doza de erbicid substanță activă recomandată este de 0,105 kg/ha.

$$D. p. c. = \frac{0,105 \times 100}{70} = \frac{10,5}{70} = 0.150 \text{ kg/ha}$$

Deci doza de produs comercial la hectar, a produsului Lintur 70 WG, la cultura grâului, este de 150 grame/ha.

b. *La tratamentele cu erbicide executate în benzi:*

Doza de produs comercial se calculează după formula:

$$D. p. c. b. = \frac{D. p. c. \times l}{L} \quad (\text{kg/ha, l/ha})$$

- în care: D.p.c.b.- doza de produs comercial, kg/ha, la aplicarea în benzi sau fâșii;
 D.p.c. - doza de produs comercial, kg/ha, la aplicarea pe întreaga suprafață;
 l – lățimea benzii tratate în cm (sau m);
 L – distanța dintre rândurile de plante, la porumb, în cm sau în m.

Exemplu: Se folosește Frontier Forte (720 g/l s.a. dimetenamid-p) la aplicarea în benzi la cultura de floarea-soarelui:

D.p.c. = 1,2 l/ha; l = 30 cm; L = 70 cm.

$$D. p. c. b. = \frac{1,2 \times 30}{70} = 0,514 \text{ l/ha}$$

Deci doza de produs comercial, la aplicarea în benzi a produsului Frontier Forte la cultura de floarea-soarelui, este de 0,514 grame/ha.

10.14 NORMA DE AMESTEC PENTRU STROPIT

Norma de amestec pentru stropit, reprezintă cantitatea de amestec lichid necesară pentru a erbicida suprafața de 1 hectar și care conține doza de erbicid pentru 1 hectar. Norma de amestec pentru stropit este determinată de:

- forma sub care este produs erbicidul;
- însușirile chimice ale erbicidelor;
- caracteristicile mașinii de stropit;
- condițiile naturale (deal, platou, sol afânat etc.).

În general, norma de amestec pentru stropit variază între 150 și 300 l/ha, în funcție de cerințele erbicidului, culturile tratate, faza de vegetație a plantei de cultură, a buruienilor etc., dar valoarea acesteia se precizează pentru fiecare caz în parte. În funcție de epoca de executare a tratamentului cu erbicide și de tipul de duze folosite (diametrul acestora), se recomandă și diametrul mediu al picăturilor.

Pentru echipamentele terestre, norma de amestec pentru stropit se stabilește după următoarea metodică (2):

- a. se stabilește suprafața care se tratează la o cursă a mașinii:

$$S = \frac{2c \times l}{10000}$$

- în care: S – suprafața care se tratează la o cursă a mașinii, în hectare;
 c – lățimea de lucru a mașinii, în cm;
 l – lungimea solei, în m.

- b. se determină numărul de parcurhuri (ml) pentru care ajunge o alimentare a mașinii:

$$m_1 = \frac{V}{Q_1 \times S}$$

- în care: m_1 – numărul de parcurhuri pentru care ajunge lichidul de la o alimentare a mașinii;
 V – volumul rezervorului mașinii, în litri;
 Q_1 – norma de amestec orientativă, conform recomandărilor, în l/ha;
 S – suprafața totală tratată la o cursă a mașinii, în hectare.



c. cantitatea de amestec care se găsește în rezervorul mașinii trebuie să ajungă pentru tratamentul unui număr întreg de curse. De aceea, mărimea m_1 se rotunjește într-un sens sau altul pentru a obține o valoare notată cu m .

d. se determină norma de amestec lichid optim pentru sola respectivă, în l/ha:

$$Q = \frac{V}{S \times m}$$

în care: Q – norma de amestec lichid optim pentru sola respectivă, în l/ha;

V – volumul rezervorului mașinii, în l;

S – suprafața tratată la un parcurs al mașinii, în ha;

m – numărul (un întreg) de parcururi pentru care ajunge amestecul înmagazinat în rezervor la o alimentare.

Raționamentul este următorul: dacă pentru suprafața $S \cdot m$ este necesar volumul V , pentru 1 ha este necesar volumul x .

10.15 PREGĂTIREA AMESTECULUI DE STROPIT

În mare măsură, calitatea tratamentului cu erbicide depinde de modul de preparare a amestecului dintre erbicid și apă.

Prepararea amestecului se poate face direct în rezervoarele agregatelor pentru erbicidat, dacă se folosesc erbicide care se dizolvă sau care se dispersează ușor, iar tratamentul se face pe suprafețe mici, sau în rezervoare mari, centralizat pe unitatea agricolă, folosindu-se instalații speciale.

Apa folosită la operația de erbicidat trebuie să fie curată, fără impurități, să nu fie dură și să nu conțină mai mult de 150 ppm ioni diferiți de Ca^{++} , Mg^{++} , Fe^{++} etc., deoarece aceștia pot reacționa cu componentele unor erbicide sau ale substanțelor adjuvante. Altfel, se pot forma săruri solubile care precipită, scade eficacitatea erbicidelor și se creează dificultăți în aplicarea tratamentului, prin înfundarea filtrelor, sitelor, duzelor etc.

În funcție de forma sub care sunt livrate erbicidele, concentrat solubil, concentrat emulsionabil, pulbere solubilă în apă, pulbere umectabilă sau muiabilă, pastă, granule fine, granule emulsionabile, granule dispersabile etc., amestecurile erbicid-apă pot fi de trei tipuri și anume: soluții, emulsii și

suspensii. Tipul de amestec condiționează respectarea anumitor măsuri pe durata pregătirii și aplicării acestuia.

Soluția este un amestec fizic omogen, în care apa este dizolvantul, iar erbicidul (soluția concentrată SL) este dizolvatul. Constituenții soluției nu pot fi separați pe cale mecanică. În aparență soluția este clară, limpede, incoloră sau colorată. Sub formă de soluție se aplică Amino 600 SL, SDMA-6, Dicopur D, Dicopur Top, Select Super SL, Galera SL etc.

Emulsia este amestecul dintre două lichide, în cazul nostru erbicid formulat ca și concentrat emulsionabil (EC sau CE) și apă, fiecare păstrându-și identitatea. Dacă amestecul este lăsat în repaus, cele două componente ale emulsiei se pot separa. De aceea, în timpul aplicării, amestecul trebuie agitat permanent, prin funcționarea instalației de barbotare.

Emulsia are aspect lăptos, alb sau colorat și nu formează precipitat.

Câteva exemple de erbicide care se aplică sub formă de emulsie sunt: Dual Gold 960, Bromotril 40 EC, Lontrel 300 (EC), Axial 050 EC, Cambio (EC) etc.

Suspensia este un amestec format din particule solide, erbicid sub formă de pudră umectabilă PU, WP, GD, dispersate într-un lichid (apă). Când amestecul rămâne în repaus, particulele solide se depun, de aceea, în timpul aplicării, suspensia trebuie agitată continuu. Componentele suspensiei trebuie să fie suficient de mici pentru a trece prin sitele și duzele instalației de stropit.

Exemple de erbicide ce se aplică ca suspensii: Rival Super Star 75 WP, Comod 750 WP, Pledge 50 WP, Laren 60 WP etc., care sunt formulate ca pudre umectabile, iar Rival 75 GD, Rival Star 75 GD, Titus Plus WG, sunt formulate ca granule dispersabile.

Amestecul de erbicide. Pentru a mări spectrul de combatere al buruienilor se folosește amestecul de două, uneori chiar de trei erbicide.

Prepararea amestecului se poate face în uzine chimice, dar și în unități agricole. Pentru acest lucru este necesar ca erbicidele să fie compatibile, iar ordinea în care acestea se introduc în bazin (rezervor, cisternă) este următoarea: 1 - pudra umectabilă, 2 - pasta fluidă, 3 - soluția concentrată, 4 - concentratul emulsionabil și în cele din urmă, 5, dacă este recomandat, adjuvantul.

Această ordine de introducere a erbicidelor în cisternă/rezervorul mașinilor de erbicidat va determina o dispersie și o omogenitate mai bună erbicidelor în volumul de apă.

10.16 REGULI DE APLICARE A ERBICIDELOR

Aplicarea erbicidelor este una dintre cele mai complexe lucrări agricole, care necesită specialiști foarte bine pregătiți în domeniu. Productivitatea muncii, eficacitatea și calitatea tratamentului cu erbicide depind în mare măsură și de respectarea unor reguli de care trebuie să ținem seama în timpul aplicării. Amintim câteva dintre acestea:

- tratamentul trebuie executat în epoca optimă și cu respectarea tuturor regulilor de protecție a muncii;

- la erbicidele care se aplică la sol (ppi), acesta trebuie să fie bine mărunțit și nivelat pentru a permite o repartizare uniformă a amestecului de stropit;

- în condiții de irigare, la erbicidele ce se aplică la sol fără încorporare, când umiditatea solului este mică, se impune o irigare cu o normă de 150 - 200 m³/ha, așa-numită irigare „starter”, pentru o ușoară levigare a erbicidului în sol;

- în zilele în care probabilitatea de a cădea precipitații este mare, trebuie evitată aplicarea erbicidelor, pentru a asigura un interval de 5 - 6 ore între momentul tratamentului și prima ploaie;

- atât apa folosită la erbicidat, cât și erbicidul care se introduce în bazin (rezervor, cisternă) trebuie filtrate, pentru a se evita pătrunderea impurităților și, ca urmare, înfundarea instalației sau a duzelor;

- pe toată durata tratamentului se cere să se respecte viteza și presiunea de lucru stabilite pentru a administra norma de amestec;

- respectarea înălțimii de lucru a rampelor de stropit;

- întoarcerile la capetele parcelei să se facă în afara parcelei, după ce pompa a fost decuplată. Nu se admite întoarcerea în cultură cu instalația în funcțiune. În cazul în care la capete nu avem un drum, se va jalona o zonă de întoarcere care în prealabil a fost erbicidată;

- la culturile semănate în rânduri apropiate și fără cărări tehnologice sau sisteme GPS în funcțiune, este necesar jalonatul cu minimum 3 jalonieri, pentru a nu rămâne fâșii neerbicidate, iar zonele de suprapunere să nu depășească 10 cm lățime;

- să se evite pe cât posibil opririle agregatelor pentru desfundarea duzelor în interiorul solelor, pentru a nu forma vetre toxice datorate supradozelor de erbicid;

- la aplicarea erbicidelor, viteza vântului nu trebuie să depășească 4 - 5 km/h, în cazul tratamentelor cu mașini terestre și 2 km/h în cazul tratamentelor cu mijloace avio;
- atunci când rămâne soluție de stropit, procedura corectă este de a multiplica de 10 ori conținutul rămas cu apă și de a-l aplica pe plante care nu sunt destinate consumului uman sau animal;
- după tratament, mașinile se spală cu multă apă pentru a se asigura eliminarea completă a resturilor de erbicid, deoarece majoritatea acestora sunt corozive.

10.17 PROTECȚIA MUNCII LA LUCRĂRILE CU ERBICIDE

Având în vedere, pe de o parte, necesitatea stringentă a folosirii erbicidelor, iar pe de altă parte faptul că acestea sunt substanțe toxice periculoase, nocive sau iritante, se impune cunoașterea temeinică a proprietăților lor, a normelor de folosire și de tehnica securității muncii în timpul lucrului cu aceste produse.

Erbicidele, ca toate pesticidele, au diferite grade de toxicitate.

Produsele de protecția plantelor au fost încadrate în 4 grupe de toxicitate, conform omologării, utilizându-se următoarele simboluri: T+ (produse foarte toxice); T (produse ca toxice); Xn (produse nocive) și Xi (produse iritante), conform 10.2-e.

Fermierii care depozitează, manipulează și utilizează erbicide au următoarele responsabilități:

- să utilizeze numai produse de protecție a plantelor omologate de Comisia Națională de Omologare pe teritoriul României;
- să utilizeze erbicidele doar pentru culturile pentru care acestea au fost omologate;
- să nu aplice erbicide în zonele de protecție a resurselor de apă, în zonele de protecție sanitară și ecologică și în alte zone protejate prin lege;
- produsele de protecție a plantelor clasificate ca foarte toxice (T+) și toxice (T) vor fi utilizate numai de persoanele juridice care dețin autorizație pentru utilizarea acestor produse. Autorizația este emisă de unitatea fitosanitară județeană de pe raza teritorială în care aceștia își desfășoară

activitatea și trebuie să fie vizată anual. De asemenea, se verifică dacă operatorul economic are personal care deține „Certificat de atestare profesională” (10);

- transportul erbicidelor se face numai în ambalaje speciale și cu grijă pentru a evita deteriorarea acestora și împrăștierea substanțelor. Nu se transportă erbicidele împreună cu alimente, furaje sau călători. După descărcare, mijlocul de transport se curăță și se spală;

- să respecte condițiile de depozitare și manipulare a erbicidelor, în unitățile agricole. Depozitele să fie construite din materiale durabile, neinflamabile, cu o capacitate corespunzătoare, aerisite, ventilate, să asigure o temperatură cuprinsă între 1 °C și 25 °C, podeaua să fie impermeabilă și amplasată mai jos decât suprafața solului.

Erbicidele să fie păstrate în ambalajele originale, folosindu-se rafturi corespunzătoare. Se folosesc etichete cu scris rezistent la deteriorare, cu date precise legate de denumirea erbicidului, substanța activă, data fabricației, termenul de valabilitate etc.

Depozitele trebuie să fie prevăzute cu uși și ferestre cu gratii și sisteme de prevenire și stingerea incendiilor. Trebuie să se respecte toate regulile de igienă și sănătate publică.

Produsele foarte toxice și toxice trebuie să fie depozitate în încăperi separate și să dețină fosă septică pentru colectarea apelor cu reziduuri. Depozitele să fie dotate cu echipament contra incendiilor, cântare, instrumente pentru deschiderea ambalajelor etc.;

- magazionerul trebuie să cunoască regulile de păstrare a erbicidelor și tehnica securității muncii. El va sta în depozit numai în timpul primirii și eliberării erbicidelor sau în cazul unor activități urgente. Acesta verifică starea ambalajelor, curăță inventarul, aerisește zilnic depozitul și păstrează sub cheie registrul de intrări și ieșiri a substanțelor. Din depozit se eliberează cantități de erbicide pentru o singură zi și numai în cazuri speciale, pentru câteva zile. Ceea ce rămâne nefolosit se returnează în depozit;

- curățenia în depozit se face după necesități, la intervale de cel mult două săptămâni. La început se îndepărtează praful cu aspiratorul și apoi se spală pereții, pardoseala, stelajele, rafturile etc.;

- în depozit se poartă echipament de protecție, nu se fumează, nu se mănâncă, nu se bea;

- tot personalul care lucrează cu erbicide (tehnicieni, mecanizatori, șefi de echipe, magazioneri ș.a.) trebuie să fie bine instruit în acest domeniu;

- mecanizatorii care conduc agregatele vor fi desemnați pentru întreg sezonul și instruiți la locul de muncă de către specialiști;
- persoanele care lucrează cu erbicide trebuie să efectueze un control medical special. Nu sunt admiși la lucru: copiii până la 18 ani, femeile gravide sau care alăptează, persoanele în vârstă, persoanele cu răni deschise, bolnavi cu afecțiuni ale sistemului nervos, respirator, de cord etc.;
- unitatea este obligată să asigure echipamente de protecție a muncii (salopete, cizme, mănuși, ochelari etc.);
- să existe trusă de prim ajutor, iar locul ei trebuie indicat printr-un semn vizibil și un număr de telefon pentru cazurile de urgență;
- să existe proceduri clare în situații de incendiu;
- ambalajele (butoaiele, bidoanele), trebuie găurite sau strivite după utilizare, pentru a preveni re folosirea lor;
- să păstreze cel puțin trei ani documentele de evidență contabilă a erbicidelor și Registrul de evidență a tratamentelor.

Măsuri de precauție în timpul preparării erbicidelor:

- personalul va purta echipament de protecție corespunzător și va fi instruit corespunzător, nu va consuma băuturi alcoolice și nu va fuma sau mânca;
 - la deschiderea ambalajului cu erbicid, poziția este verticală, iar golirea se face cu grijă pentru a se evita scurgeri sau stropiri;
 - ambalajul trebuie ținut departe de corp, pentru a se evita contactul direct cu erbicidul;
 - produsul trebuie măsurat corect;
 - după măsurarea cantității produsului se impune închiderea ambalajului, iar dacă acesta este gol se spală de trei ori, deoarece se consideră că un ambalaj care a fost clătit de trei ori nu va contamina mediul înconjurător; un ambalaj care nu a fost clătit, mai poate conține până la 5% produs;
 - se spală ustensilele folosite la măsurarea produsului, iar ce rezultă după această spălare se introduce în rezervorul/bazinul echipamentului de stropit;
 - ambalajele goale și spălate se vor colecta și nu se vor reutiliza (17).
- Agregatul pentru stropit va merge în câmp numai după ce se verifică și se constată că este în perfectă stare de funcționare, iar cabina acestuia/tractorului se închide ermetic.

Păstrarea deșeurilor de ambalaje se face în saci special destinați acestui scop, care se țin în depozitul de erbicide pentru predarea lor ulterioară către sistemul de colectare a ambalajelor.

După efectuarea tratamentelor, echipamentul de protecție reutilizabil, se spală la sfârșitul fiecărei zile de lucru, separat de alte haine, cu multă apă și cu respectarea instrucțiunilor de spălare ale producătorului.

Ce trebuie făcut în cazul contaminării accidentale?

Erbicidele, în timpul transportului, în depozite, în timpul pregătirii amestecului de stropit, sau la aplicarea în câmp, manipulate fără respectarea regulilor de protecția muncii, pot produce îmbolnăviri și intoxicații grave.

Iată unele simptome ale intoxicației: dureri de cap, amețea, oboseală excesivă, dificultăți în respirație, stări de vomă, dureri de stomac, diaree, dureri de piept, piele iritată, mâncărimi, vedere încețoșată, ochi care lăcrimează etc. Este important să recunoaștem simptomele care indică existența unei eventuale contaminări și să luăm următoarele măsuri:

- persoana contaminată încetează imediat orice activitate;
- dacă are dificultăți respiratorii, este scoasă în aer liber, se așază și respiră normal;
- dacă au fost contaminate fața, mâinile, ochii etc. se înlătură imediat echipamentul de protecție, se caută o sursă de apă curată și se spală zona cu multă apă și săpun timp de 10 minute;
- dacă erbicidul a fost înghițit, se administrează bolnavului câteva pahare cu apă caldă sau împreună cu o substanță care poate provoca voma, de exemplu, 20 - 30 ml sirop de ipeca (*Cephaelis acuminata*, *Cephaelis ipecacuanha* sau *Psychotria ipecacuanha*) sau 25 ml soluție 1% de sulfat de cupru. După vomă se administrează 2 - 3 pastile de cărbune activ și o jumătate de pahar cu apă;
- nu permiteți persoanei intoxicate să fumeze sau să bea, în special băuturi alcoolice, lapte sau produse care conțin ulei;
- la nevoie se apelează la medic, arătându-i eticheta produsului folosit, se merge la spital sau se apelează la Serviciul de Urgență.

Menționăm încă o dată că intoxicarea cu erbicide poate fi evitată dacă se lucrează cu grijă și responsabilitate și se respectă întocmai modul de aplicare a preparatelor și regulile de protecție a muncii.



10.18 PREZENTAREA ERBICIDELOR DUPĂ SUBSTANȚA ACTIVĂ

În acest subcapitol sunt prezentate substanțele active, erbicide, utilizate în țara noastră, care se regăsesc în componența produselor comerciale, singure sau în amestec și care răspund de combaterea buruienilor din culturile agricole (12, 13, 14).

Listă cu prescurtări pentru formele de condiționare a produselor comerciale:

1. CE – concentrat emulsionabil;
2. CS – capsule în suspensie;
3. DC – concentrat dispersabil;
4. DF – granule autodispersabile;
5. EC – concentrat emulsionabil;
6. EG – granule emulsionabile;
7. EW – emulsie, ulei în apă;
8. FG – granule fine;
9. G – granule;
10. GR – granule;
11. GS – granule solubile în apă;
12. OL – lichid miscibil cu ulei;
13. P – pastă;
14. PS – pulbere solubilă în apă;
15. PU – pulbere umectabilă (muiabilă);
16. SC – suspensie concentrată;
17. SE – suspoemulsie;
18. SG – granule solubile în apă;
19. SL – concentrat solubil;
20. SP – pulbere solubilă în apă;
21. WG – granule dispersabile în apă;
22. WP – pulbere umectabilă (muiabilă).

În continuare sunt prezentate substanțele active aflate în componența erbicidelor și gruparea produselor comerciale după componența în substanța activă:

ACID 2,4-D, grupa: ARILOXIACIZI

Acidul 2,4-Dichlorophenoxyacetic poate fi produs sub formă de sare (sare de dimetil amină a acidului 2,4-D) sau sub formă de esteri (-2 etilhexil ester-). Esterii sunt absorbiți mai repede prin frunze comparativ cu sărurile. Acidul 2,4-D se comercializează sub numele de: 2,4 D 660 SL (600 g/l), AMINO - 600 SL (600 g/l), SDMA SUPER (600 g/l), DICOPUR D (600 g/l), DMA-6 (600 g/l), DMA EXTRA 600 SL (600 g/l), DICOTERON 60 SL (850 g/l), EXTERON EXTRA 600 EC (600 g/l), EXTET (600 g/l), dar și în amestec cu alte substanțe active pentru formarea de erbicide compuse cu scopul de a mări spectrul de combatere al buruienilor: BUCRIL UNIVERSAL (Acid 2,4-D 280 g/l + Bromoxinil 280 g/l), MUSTANG (Acid 2,4-D 300 g/l + Florasulam 6,25 g/l), DICOPUR TOP 464 SL (Acid 2,4-D 344 g/l + Dicamba 120 g/l), SOLVER 430 EC (Acid 2,4-D 376 g/l + Dicamba 54 g/l), CEREDIN SUPER 40 SL (Acid 2,4-D 300 g/l + Dicamba 100 g/l), HUSSAR ACTIV OD (Acid 2,4-D 377 g/l + Iodosulfuron-metil-Na 10 g/l), TURBO FLO (Acid 2,4-D 300 g/l + Florasulam 6,25 g/l).

Substanța activă acid 2,4-D are acțiune sistemică, nu este volatilă, flamabilă sau corozivă. Acidul 2,4-D a fost primul erbicid sintetizat, în anul 1941, de către F.D. Jones și este eficient în combaterea buruienilor din culturile de grâu, orz, orzoaică, ovăz, porumb. Este absorbit prin frunze și rădăcini și are eficiență mult mai mare atunci când se aplică postemergent. Temperatura în aer trebuie să fie mai mare de 14 °C, la temperaturi mai mici erbicidul este absorbit mai greu. Epoca de aplicare este atunci când buruienile sunt în faza de rozetă, iar cerealele păioase în faza de început a înfrățirii - formarea primului internod, iar în cultura porumbului când acesta se află în faza de 3 - 6 frunze. Mecanismul de acțiune în combaterea buruienilor se bazează pe o creștere anormală a celulelor afectând respirația, depunerea substanțelor nutritive, diviziunea celulară etc. Se produce un dezechilibru între sinteză și consumul substanțelor nutritive în favoarea consumului, care duce la epuizarea buruienilor.

Combate foarte bine speciile de buruieni: *Sinapis arvensis*, *Capsella bursa-pastoris*, *Centaurea cyanus*, *Raphanus* spp., *Thlaspi arvense*, *Sonchus* spp., *Amaranthus* sp., *Chenopodium* sp., *Cirsium arvense*. Sunt rezistente: *Galium* spp., *Anthemis* spp., *Matricaria* spp., *Bifora* spp., *Papaver rhoeas*, *Stellaria media*, *Veronica* spp., *Cichorium intybus*, *Polygonum* spp. etc. Doza de aplicare este variabilă, în funcție de spectrul de îmburuienare, formularea produsului și planta de cultură, între 480 g/ha și 680 g/ha substanță activă, în amestec cu 250 - 300 l apă.

AMIDOSULFURON, grupa: SULFONILUREICE.

Se comercializează în amestec cu alte substanțe active sub denumirea de SEKATOR PROGRESS OD (Amidosulfuron 100 g/l + Iodosulfuron-metil-Na 25 g/l + Mefenpir dietil = safener 250 g/l). Este un erbicid cu acțiune sistemică, care se aplică în perioada de vegetație și controlează un număr mare de buruieni dicotiledonate anuale și perene. Este absorbit de plante prin frunze și rădăcini și translocat în toate organele plantei, inhibând creșterea buruienilor. Primele simptome se manifestă prin apariția unor pete galbene care se extind pe întreaga plantă. Substanța activă amidosulfuron se folosește în amestecuri pentru combaterea buruienilor din culturile de: grâu, orz și orzoaică. Combate foarte bine: *Galium* spp., *Sinapis* spp., *Raphanus* spp., *Anthemis* spp., *Matricaria* spp., *Polygonum* spp. Erbicidul se aplică postemergent, în faza de sfârșit de înfrățire – până la formarea primului internod a cerealelor, iar buruienile sunt în faza de rozetă.

AMINOPIRALID, grupa: AMINOPIRALIDINE.

Substanța activă erbicidă, este folosită în componența următoarelor erbicide compuse: GALERA SUPER (Aminopirialid 40 g/l + Clopirialid 240 g/l + Picloram 80 g/l), LANCELOT 450 (Aminopirialid 30 % + Florasulam 15%), LANCELOT SUPER (Aminopirialid 30% + Florasulam 15%). Substanța activă are acțiune sistemică, este absorbită repede prin frunze, dar și prin rădăcini, producând mai întâi decolorări, apoi necrozări ale țesuturilor vegetale. Se aplică postemergent, combate buruienile dicotiledonate, anuale și perene din culturile de: grâu, orzoaică, porumb și rapiță.

AZIMSULFURON, grupa: SULFONILUREICE.

Se comercializează sub denumirea de GULLIVER 50 WG (50%). Erbicidul are acțiune sistemică, este absorbit în special prin frunze, dar și prin rădăcini și se translocă în plantă cu ajutorul vaselor libero-lemnoase. Se aplică postemergent având un control foarte bun asupra speciilor de *Setaria* spp., *Echinochloa* spp., dar și a altor specii de buruieni dicotiledonate anuale și perene. După tratament erbicidul blochează dezvoltarea plantelor, urmată de înroșirea și necrozarea țesuturilor. Este folosit pentru combaterea buruienilor din culturile de orez, în doză de 20 g/ha s.a., în faza de 2 - 4 frunze.

BEFLUBUTAMID, grupa: FLUOROAMIDE.

Se comercializează sub denumirea BEFLEX (500 g/l). Este un erbicid sistemic, se aplică preemergent și postemergent timpuriu pentru combaterea speciilor de buruieni dicotiledonate anuale. Substanța activă este absorbită în special prin vârfurile de creștere ale plantelor, după germinarea semințelor de buruieni și mai puțin prin rădăcini și frunze. Determină clorozarea plăntuțelor de buruieni prin inhibarea sintezei carotenoizilor care răspund de protejarea clorofilei împotriva fotooxidării. În felul acesta creșterea buruienilor este mult încetinită, plantele rămân mici și sunt sufocate repede de planta de cultură.

Erbicidul controlează următoarele specii de buruieni: *Capsella bursa-pastoris*, *Fumaria officinalis*, *Lamium* spp., *Matricaria* spp., *Myosotis arvensis*, *Papaver rhoeas*, *Stellaria media*, *Veronica* spp., *Viola* spp.

Substanța activă beflubutamid se aplică în doză de 250 g/ha s.a. la culturile de: grâu, orz, secară și triticales.

BENSULFURON-METIL, grupa: SULFONILUREICE.

Se comercializează sub denumirea de LONDAX 60 DF (60 %). Este un erbicid cu acțiune sistemică, absorbit de plante prin frunze și sistemul radicular și translocat în țesuturile meristemice, unde acționează ca inhibitor al biosintezei aminoacizilor esențiali valina și isoleucina, inhibând diviziunea celulară și dezvoltarea plantelor. Se aplică postemergent, dar are acțiune și la sol, pentru combaterea buruienilor anuale și perene din cultura de orez. Combate în special: *Butomus* spp., *Cyperus* spp., *Scirpus* spp., *Typha* spp. Se aplică în doză de 42 - 54 g/ha s.a.

BENTAZON, grupa: BENZOTHIADIAZINONE.

Se comercializează sub denumirea de BENTA 480 SL (Bentazon 480 g/l), iar în amestec cu alte substanțe active sub numele de: BASAGRAN FORTE (Bentazon 480 g/l + Wettol = muiant 150 g/l), CAMBIO EC (Bentazon 320 g/l + Dicamba 90 g/l).

Bentazonul este un erbicid de contact. Este absorbit de plante prin frunze și nu se translocă acropetal sau bazipetal. Mecanismul de distrugere se bazează pe inhibarea reacției Hill în procesul de fotosinteză. Plantele rezistente îl metabolizează foarte repede. Se aplică în perioada de vegetație (postemergent) la culturile de: porumb, soia, mazăre, bob, floarea-soarelui, in, cartof, lucernă și unele plante ornamentale.

Combate următoarele specii de buruieni: *Abutilon* spp., *Amaranthus* spp., *Atriplex* spp., *Brassica* spp., *Artemisia* spp., *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium* spp., *Raphanus* spp., *Sinapis* spp., *Solanum nigrum*, *Stellaria* spp., *Xanthium* spp. (în stadiul de 2 frunze), buruieni din familia *Cyperaceae* etc. Sunt rezistente următoarele specii: *Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvense*, *Sonchus arvensis* și toate speciile de buruieni monocotiledonate. Doza de aplicare variază între 1440 g/ha și 1460 g/ha s.a. Se aplică în faza de 2-3 frunze ale buruienilor și 2-3 perechi de frunze trifoliolate la plantele leguminoase. Norma de amestec, 250 - 300 l/ha, nu mai mult, pentru a evita fenomenul de scurgere la suprafața frunzelor (run off).

BIFENOX, grupa: DIFENIL ETERI.

Se comercializează sub denumirea de MODOWN 4 F (480 g/l). Este un erbicid sistemic, dar cu o anumită limitare de translocare. Este formulat ca și concentrat emulsionabil, nu este coroziv, dar este flamabil. Se aplică preemergent sau postemergent. Mecanismul de acțiune se bazează pe inhibarea fotosintezei. Este selectiv pentru cultura de floarea-soarelui. Se poate aplica imediat după semănat, când buruienile au 2 - 4 frunze, iar plantele de floarea-soarelui au 2-4 frunze. Doza de aplicare este de 720 - 960 g/ha s.a. preemergent și 480 - 720 g/ha s.a. postemergent în amestec cu 250 - 300 l apă. Combate speciile *Veronica* spp., *Chenopodium* spp., *Datura* spp., *Matricaria* spp., *Sinapis* spp., *Portulaca* spp., *Abutilon* spp., *Ranunculus* spp., *Polygonum* spp. Are efect secundar și asupra buruienilor monocotiledonate *Setaria* spp. și *Echinochloa crus-galli*.

BISPIRIBAC SODIU, grupa: PIRIMIDINILOXIBENZOICE.

Se comercializează sub denumirea de NOMINEE 400 SC (400 g/l). Este un erbicid cu acțiune sistematică, absorbit de plante prin frunze și sistemul radicular. Se aplică postemergent, are acțiune inhibitoare asupra sintezei unor aminoacizi esențiali, stopând creșterea buruienilor. Se aplică la cultura de orez pentru controlul unor specii de buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene (în special *Echinochloa* spp.), în doză de 30 - 32 g/ha s.a.

BROMOXYNIL, grupa: HIDROXIBENZONITRILI.

Se comercializează sub denumirea de BROMOTRIL 40 EC (Bromoxinil 400 g/l) ca erbicid simplu, dar și în formularea următoarelor erbicide compuse: BUCTRIL UNIVERSAL (Bromoxinil 280 g/l + Acid 2,4-D

280 g/l), ZEAGRAN 340 SE (Bromoxinil 90 g/l + Terbutilazin 250 g/l). Este un erbicid fabricat sub formă concentrat emulsionabil. Nu este coroziv, nu este inflamabil și este compatibil cu alte erbicide. Este un erbicid de contact, care se aplică postemergent. Mecanismul de distrugere a buruienilor se bazează pe inhibarea respirației și fotosintezei la speciile sensibile. Este utilizat pentru combaterea buruienilor dicotiledonate din culturile de: grâu și porumb. Combate foarte bine speciile de buruieni: *Matricaria inodora*, *Polygonum* spp., *Chrysanthemum* spp., *Lapsana* spp., *Raphanus* spp., *Sinapis* spp., *Solanum nigrum*, *Atriplex patula*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Fumaria officinalis*, *Galeopsis tetrahit*, *Galium aparine*, *Lamium purpureum*, *Sonchus oleraceus*, *Thlaspi arvensis*, *Veronica* spp. Sunt rezistente: *Anagallis* spp., *Anthemis* spp., *Convolvulus arvensis*, *Cirsium arvensis*, *Vicia hirsuta*, *Stellaria media*. Epoca optimă de aplicare la cerealele păioase, este de la sfârșitul perioadei de înfrățire la formarea primului internod, iar la porumb în faza de 4-6 frunze. Epoca de aplicare pentru combaterea eficientă a buruienilor, este faza de rozetă, 2-4 frunze. Doza de aplicare este de 400 g/ha s.a. în 200 - 300 l apă.

CICLOXIDIM, grupa: CICLOHEXANDIONE.

Se comercializează sub denumirea de STRATUS ULTRA (Cicloxidim 100 g/l). Este un erbicid cu acțiune sistemică. Este absorbit de plante prin frunze și translocat în toate organele. Blochează creșterea buruienilor, acționând ca inhibitor al unor enzime catalitice și al diviziunii celulare în mitoază. Erbicidul se aplică postemergent și are efect în controlul unor buruieni monocotiledonate anuale și perene (exclusiv *Festuca rubra* și *Poa* spp.). Se utilizează pentru combaterea buruienilor din culturile de: porumb, floarea-soarelui, rapiță, fasole, soia, sfeclă pentru zahăr, lucernă, tomate, măr, căpșun și se aplică în doză de 100 - 400 g/ha s.a. în funcție de planta de cultură.

CLETODIM, grupa: CICLOHEXANDIONE.

Se comercializează sub denumirea de SELECT SUPER (Cletodim 120 g/l SL). Este un erbicid cu acțiune sistemică, absorbit rapid de plante prin frunze și translocat imediat în sistemul radicular, dar și în întreaga plantă. Blochează creșterea buruienilor prin stoparea sintezei acizilor grași, a enzimei acetylcarboxilaza. Se aplică postemergent și combate unele buruieni monocotiledonate anuale și perene. Erbicidul este utilizat la culturile de:

floarea-soarelui, rapiță, soia, fasole, mazăre, năut, cartof, sfeclă furajeră, în, căpșun, lucernă, arbuști fructiferi, dar și din pepinierele pomicole. Se aplică în doză de 72 - 120 g/ha s.a., pentru combaterea buruienilor monocotiledonate anuale și 180 - 240 g/ha s.a. pentru monocotiledonate perene.

CLODINAFOP-PROPARGIL, grupa: FENOXOPROPIONAȚI.

Se comercializează sub denumirea de TRAXOS EC (Clodinafop-propargil 25 g/l + Pinoxaden 25 g/l + Cioquintocet-mexil = safener 6,25 g/l). Este un erbicid cu acțiune sistemică, se aplică postemergent, preluat prin frunze și translocat în plantă la nivelul țesuturilor meristematice. Stopează creșterea buruienilor prin inhibarea sintezei acizilor grași, a enzimei acetylcarboxilaza. Efectele vizibile se manifestă după 1 - 2 săptămâni de la aplicarea tratamentului. Controlează buruienile monocotiledonate anuale (*Avena* spp., *Alopecurus* spp., *Lolium* spp., *Phalaris* spp. și *Setaria* spp.). Erbicidul este utilizat la cultura de grâu.

CLOMAZONA, grupa: ISOXAZOLIDINONE.

Se comercializează sub denumirile de: CLOMATE (Clomazona 360 g/l), COMAND (Clomazona 480 g/l), KALI F 480 EC (Clomazona 480 g/l) și în amestec sub numele de BRASAN (Clomazona 40 g/l + Dimetaclor 500 g/l). Clomazona este o substanță activă erbicidă cu acțiune sistemică. Se aplică preemergent, absorbită repede prin rădăcini și tulpini și translocată ascendent în întreaga plantă. Are acțiune inhibitoare în sinteza pigmentilor carotenoidici, astfel că buruienile sensibile vor răsări, dar vor fi depigmentate. Controlează în special buruienile dicotiledonate anuale, dar și unele monocotiledonate anuale. Clomazona este utilizată în combaterea buruienilor din culturile de rapiță, fasole, mazăre și cartof. Se aplică în doză de 72 - 120 g/ha s.a., în funcție de tipul de sol și planta de cultură.

CLOPIRALID, grupa: PIRIDINCARBOXILAȚI.

Substanță activă se regăsește în următoarele erbicide simple: CLAP 300 SL (Clopiralid 300 g/l), CLIOPHAR 300 SL (Clopiralid 300 g/l), LONTREL 300 (Clopiralid 300 g/l), VIVENDI 200 (Clopiralid 200 g/l) și în erbicidele compuse: BARCA 334 SL (Clopiralid 267 g/l + Picloram 67 g/l), GALERA (Clopiralid 267 g/l + Picloram 67 g/l), GALERA SUPER (Clopiralid 240 g/l + Picloram 80 g/l).

Substanța activă are acțiune sistemică. Este absorbită prin frunze și rădăcini și translocată în întreaga plantă, acumulându-se în țesuturile meristematice. Stopează creșterea buruienilor prin inhibarea sintezei auxinelor. Se aplică postemergent și controlează numeroase buruieni dicotiledonate anuale și perene din familiile: *Compositae*, *Leguminosae*, *Polygonaceae* și *Umbelliferae*. Substanța activă clopiralid este folosită la formularea de erbicide simple și compuse pentru combaterea buruienilor din culturile de: grâu, orz, ovăz, porumb, rapiță, muștar, sfeclă pentru zahăr, sfeclă furajeră, ceapă, viță de vie, pajiști și gazon, unele plante ornamentale, dar și în domeniul silviculturii. Se aplică în doză de 70 - 150 g/ha s.a., în funcție de planta de cultură și speciile de buruieni.

CLORIDAZON, grupa: PIRIDAZINONE.

Se comercializează sub denumirea de PYRAMIN TURBO (Cloridazon 520 g/l). Este un erbicid cu acțiune sistemică, absorbit prin rădăcini și frunze și translocat în toate organele plantei. Stopează creșterea buruienilor prin inhibarea procesului de fotosinteză. Este un erbicid cu acțiune complexă preemergentă și postemergentă. Nu se recomandă a fi utilizat pe solurile nisipoase. Combate foarte bine speciile de buruieni dicotiledonate: *Sinapis* spp., *Raphanus* spp., *Stellaria* spp., *Polygonum* spp., *Spergula* spp., *Amaranthus* spp., *Galinsoga* spp., *Chenopodium* spp., *Atriplex* spp., *Galeopsis* spp., *Matricaria* spp., *Anthemis* spp., *Viola* spp., *Veronica* spp. etc. Se utilizează în combaterea buruienilor din cultura de sfeclă pentru zahăr și se aplică în doză de 1300 g/ha s.a.

CHLORSULFURON, grupa: SULFONILUREICE.

Se comercializează sub denumirea de GLEAN 75 DF (Clorosulfuron 75%), RIVAL 75 GD (Clorosulfuron 75%) și în amestec sub numele de RIVAL SUPER STAR 75 GC (Clorosulfuron 37,5% + Tribenuron-metil 37,5%). Se fabrică sub formă de pudră muiabilă sau granule dispersabile în apă. Nu este corosiv, volatil sau flamabil. Este un erbicid sistemic. Se aplică în perioada de vegetație, postemergent pentru combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene din culturile de: grâu, orz, orzoaică, ovăz, in. Combate următoarele speciile de buruieni: *Anagallis arvensis*, *Brassica* spp., *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium* spp., *Galeopsis tetrahit* spp., *Lamium* spp., *Matricaria* spp., *Mercurialis myosotis*, *Papaver rhoeas*, *Polygonum convolvulus*, *Sinapis arvensis*, *Sonchus* spp., *Spergula* spp., *Stellaria media*,

Thlaspi arvense, *Vicia* spp., *Cirsium arvense*, *Atriplex patula*, *Galium aparine*, *Viola* spp. Se aplică în faza de rozetă a buruienilor, iar pentru cereale când acestea sunt în faza sfârșitului perioadei de înfrățire - formarea primului sau celui de-al doilea internod (numai în cazuri excepționale). Doza de aplicare este de 11 - 15 g/ha s.a. Are restricții de rotație; după culturile tratate cu acest produs nu se recomandă a se cultiva culturi succesive sau rapiță de toamnă în sistemul minimum tillage.

CLOROTOLURON, grupa: UREICE SUBSTITUITE.

Se comercializează sub denumirea de TOLUREX 50 (Clorotoluron 500 g/l). Substanța activă are acțiune de contact (nesistemică) și este absorbită de plante prin frunze și rădăcini. După pătrunderea în plantă blochează creșterea buruienilor prin inhibarea procesului de fotosinteză. Acționează la nivelul frunzelor prin contact direct în urma tratamentelor postemergente, dar poate acționa și la nivelul solului, ca substanță reziduală levigată în zona rădăcinilor active. Combate în special buruienile monocotiledonate anuale ca *Apera spica-venti* și *Avena fatua*, dar și unele dicotiledonate din cultura de grâu. Se aplică în doză de 1000 - 1500 g/ha s.a.

DESMEDIFAM, grupa: CARBAMAȚI.

Substanța activă se găsește în următoarele erbicide compuse: BEETUP TRIO (Desmedifam 60 g/l + Fenmedifam 60 g/l + Etofumesat 60 g/l), BELVEDERE (Desmedifam 100 g/l + Fenmedifam 100 g/l + Etofumesat 200 g/l), BETANAL EXPERT (Desmedifam 71 g/l + Etofumesat 112 g/l + Fenmedifam 91 g/l), BETANAL MAXX PRO OD (Desmedifam 47 g/l + Etofumesat 75 g/l + Lenacil 27 g/l + Fenmedifam 60 g/l), BETANAL QUATTRO SE (Desmedifam 60 g/l + Metamitron 200 g/l + Etofumesat 60 g/l).

Substanța activă nu este volatilă, corozivă sau flamabilă. Este un erbicid sistemic, absorbit de plante prin frunze. Se aplică în perioada de vegetație, postemergent. Mecanismul de combatere a buruienilor se bazează pe inhibarea reacției Hill, în procesul de fotosinteză. Se aplică la plantele de sfeclă pentru zahăr și sfeclă furajeră. Se administrează când buruienile au între 2 și 3 frunzulițe, iar sfecla are 2-3 frunze. Combate speciile de buruieni: *Amaranthus* spp., *Sinapis* spp., *Raphanus* spp., *Chenopodium* spp., *Stellaria* spp., *Polygonum* spp., *Portulaca oleracea*, *Thlaspi* spp., *Galeopsis* spp., *Galinsoga* spp., *Papaver* spp., *Senecio* spp., *Sonchus* spp. etc.

DICAMBA, grupa: DIVERSE.

Se comercializează sub denumirea de erbicide simple: BANVEL 480 S (Dicamba 480 g/l), DICASH (Dicamba 480 g/l), DIMBO 480 SL (Dicamba 480 g/l), OCEAL (Dicamba 700 g/l) și în amestec cu alte substanțe active sub numele de: ARRAT (Dicamba 50 g/l + Tritosulfuron 25%), CALLISTO TURBO (Dicamba 312,5 g/l + Mesotriline 150 g/kg + Nicosulfuron 100 g/kg), CALLAM (Dicamba 60% + Tritosulfuron 12,5%), CAMBIO (Dicamba 90 g/l + Bentazon 320 g/l), CASPER (Dicamba 50% + Prosulfuron 5 %), CEREDIN SUPER (Dicamba 100 g/l + Acid 2,4-D 300 g/l), DICOPUR TOP 464 SL (Dicamba 120 g/l + Acid 2,4 D-SDMA 344 g/l), LINTUR 70 WG (Dicamba 65,9% + Triasulfuron 4,1%), MERISTO PLUS (Dicamba 120 g/l + Mesotriline 50 g/l), PREMIANT (Dicamba 120 g/l + Acid 2,4-D 344 g/l), PRINCIPAL PLUS (Dicamba 550 g/l + Nicosulfuron 92 g/l + Rimsulfuron 23 g/l), SOLVER 430 EC (Dicamba 54 g/l + Acid 2,4-D din sare DMA 376 g/l), TITUS PLUS (Dicamba 60,87% + Rimsulfuron 3,26%).

Substanța activă dicamba nu este flamabilă, este corozivă și nu este volatilă. Se aplică postemergent și absorbită de plante prin frunze. Mecanismul de acțiune se bazează pe dereglarea creșterii prin accelerarea diviziunii celulare. Erbicidul dicamba, singur sau în asociație cu alte substanțe active se utilizează la culturile: grâu, orz, orzoaică, ovăz, porumb și sorg. Are un spectru larg de combatere al buruienilor: *Abutilon* spp., *Amaranthus* spp., *Agrostemma* spp., *Galium* spp., *Anagallis* spp., *Anthemis* spp., *Atriplex* spp., *Capsella* spp., *Centaurea* spp., *Matricaria* spp., *Bifora* spp., *Polygonum* spp., *Cirsium* spp., *Chenopodium* spp., *Fumaria* spp., *Galinsoga* spp., *Stellaria* spp., *Sonchus* spp., *Lepidium* spp., *Veronica* spp., *Convolvulus* spp., *Calystegia sepium* spp., *Rumex* spp., *Papaver rhoeas* etc.

Doza de aplicare este în funcție de modul de formulare și de partenerul de amestec. Doza variază între 240 g/ha și 350 g/ha s.a. și mult mai puțin în erbicidele compuse. Se aplică la cereale în faza de înfrățire - formarea primului internod. La fel ca la erbicidele pe bază de 2,4-D și dicamba se aplică strict în faza de înfrățire - formarea primului internod. Aplicate mai devreme, aceste substanțe active (Acid 2,4-D și Dicamba) intervin în procesul de diviziune celulară, de formare a primordiilor spicului și spiculețelor și determină „știrbirea spicului” (spice cu spiculețe lipsă). Aplicat după formarea primului internod, în afara epocii optime, aceste produse (la cultura de grâu, în special) intervin în procesul de organogeneză florală, de formare a ovulelor și polenului, producând sterilitatea polenului. Spicele sunt erecte, răsfirate,

spălăcite, dar pot să fie seci, fără boabe. Aceste procese se accentuează pe măsură ce se întârzie operația de erbicidat peste faza de formare a primului internod. Producția poate scădea cu 800 - 3000 kg/ha, sau chiar până la compromiterea totală. Spicele au aspect de „coadă de șobolan” (9). La cultura de porumb, dicamba se aplică în faza de 3-5 frunze.

DIFLUFENICAN, grupa: PIRIDINCARBOXAMIDE.

Se comercializează sub denumirea de erbicid simplu: PELICAN 500 SC (Diflufenican 500 g/l) și în amestec cu alte produse, erbicide: ALLIANCE 660 (Diflufenican 60% + Metsulfuron-metil 6%), BATTLE DELTA (Diflufenican 200 g/l + Flufenacet 400 g/l), PELICAN DELTA 606 WG (Diflufenican 60 g/l + Metsulfuron 6 g/l), PISTOL FLEX 37 (Diflufenican 360 g/kg + Lodosulfuron-metil-Na 10 g/kg).

Diflufenican are acțiuni de contact și reziduală, este absorbit de plante în special prin zonele de creștere, în timpul germinării semințelor de buruieni. Se aplică preemergent sau postemergent timpuriu și inhibă sinteza carotenoizilor, controlând unele buruieni dicotiledonate anuale: *Galium* spp., *Stellaria* spp., *Veronica* spp. și *Viola* spp. Se aplică în culturile de: floarea-soarelui, grâu, orz, orzoaică, secară, triticale, în doză de 125 g/ha s.a. (aplicat singur).

DIMETAFLOR, grupa: CLOROACETAMIDE.

Se comercializează sub denumirea de: TERIDOX 500 EC (Dimetaflor 500 g/l), iar în amestec sub numele de: BRASAN (Dimetaflor 500 g/l + Clomazona 40 g/l).

Dimetaflorul este absorbit în timpul germinării semințelor și de rădăcinile plantelor, în primele faze de vegetație. Se aplică preemergent. Blochează procesul de creștere al buruienilor prin inhibarea diviziunii celulare, dar și a sintezei unor acizi grași. Controlează numeroase buruieni monocotiledonate anuale (*Apera spica-venti*, *Alopecurus myosuroides*, *Poa annua*), dar și unele dicotiledonate. Dimetaflorul este utilizat pentru combaterea buruienilor din culturile de rapiță. Se aplică singur, în doză de 1000 - 1500 g/ha s.a., în funcție de tipul de sol.

DIMETENAMID-P, grupa: CLOROACETAMIDE.

Se comercializează sub denumirea de: FRONTIER FORTE (Dimetenamid-p 720 g/l), iar în amestec cu alte produse, ca erbicid compus, sub numele de: AKRIS (Dimetenamid-p 280 g/l + Terbutilazin 250 g/l),

BUTISAN AVANT (Dimetenamid-p 100 g/l + Metazaclor 300 g/l + Quinmerac 100 g/l), BUTISAN DUO (Dimetenamid-p 200 g/l + Metazaclor 200 g/l), BUTISAN MAX (Dimetenamid-p 200 g/l + Metazaclor 200 g/l + Quinmerac 100 g/l), CLICK COMBI (Dimetenamid-p 265 g/l + Terbutilazin 300 g/l), WING P (Dimetenamid-p 212,5 g/l + Pendimetalin 250 g/l).

Substanța activă dimetenamid-p are acțiune nesistemică, este semivolatilă, necorozivă și nu este flamabilă. Se fabrică sub formă de concentrat emulsionabil. Combate buruienile mono și dicotiledonate anuale: *Setaria* spp., *Echinochloa* spp., *Digitaria* spp., *Amaranthus* spp., *Chenopodium* spp., *Matricaria* spp. etc. Modul de acțiune în combaterea buruienilor se bazează pe inhibarea procesului de germinație și de creștere a plantelor. Se aplică înainte de semănat și apoi se încorporează superficial la 3-5 cm cu combinatorul (ppi), sau preemergentă (preem), fără incorporare, înainte de semănat sau după semănat. Se utilizează la culturile: porumb, floarea-soarelui, rapiță, soia, cartof, sfeclă pentru zahăr. Aplicat singur, în doză de 576 - 864 g/ha s.a. Nu are remanență pentru culturile postmergătoare.

ETAMETSULFURON-METIL, grupa: SULFONILUREICE.

Se comercializează sub denumirea de: SALSA (Etametsulfuron-metil 750 g/l). Substanța activă este absorbită prin frunze și foarte puțin prin sistemul radicular. Se aplică postemergent la cultura de rapiță și combate un număr mare de buruieni crucifere în faza de rozetă: *Raphanus* spp., *Sinapis* spp., *Capsella bursa-pastoris*, *Sisymbrium* spp., *Thlaspi arvense*, *Sonchus* spp., *Anthemis* spp., *Matricaria* spp., *Geranium* spp. etc. Se aplică în doză de 19 g/ha s.a.

ETOFUMESAT, grupa: BENZOFURANI.

Se comercializează singur sub numele de: BARCLAY STAPLER 500 (Etofumesat 500 g/l), ETHOSAT 500 SC (Etofumesat 500 g/l), iar în amestec cu alte substanțe active sub numele de: BEETUP TRIO (Etofumesat 60 g/l + Fenmedifam 60 g/l + Desmedifam 60 g/l), BELVEDERE FORTE (Etofumesat 200 g/l + Fenmedifam 100 g/l + Desmedifam 100 g/l), BETANAL EXPERT (Etofumesat 112 g/l + Fenmedifam 91 g/l + Desmedifam 71 g/l), BETANAL MAXX PRO OD (Etofumesat 75 g/l + Lenacil 27 g/l + Desmedifam 47 g/l + Fenmedifam 60 g/l), BETANAL QUATTRO SE (Etofumesat 60 g/l + Fenmedifam 60 g/l + Metamitron 200 g + Desmedifam 71 g/l), BETANAL TANDEM 390 SC (Etofumesat 190 g/l + Fenmedifam 200 g/l), POWERTWIN SC (Etofumesat 200 g/l + Fenmedifam 200 g/l).

Substanța activă are acțiune sistemică. Este absorbită de buruieni prin coleoptil (la monocotiledonate) și prin sistemul radicular (la dicotiledonate), după care se translocă în întreaga plantă. Absorbția poate continua și prin frunzele foarte tinere. După formarea și maturarea cuticulei ceroase, absorbția se realizează mult mai greu. Erbicidul blochează creșterea buruienilor tinere prin inhibarea sintezei lipidelor, stoparea diviziunii celulare și dezvoltării țesuturilor meristemate. Are acțiune complexă, preemergentă și postemergentă, controlând numeroase specii de buruieni monocotiledonate anuale și dicotiledonate anuale. Are persistență în sol. Etofumesatul este utilizat singur sau în amestec cu alte substanțe active pentru combaterea buruienilor din culturile de sfeclă pentru zahăr și sfeclă furajeră. Se aplică, singur, în doză totală de 1000 - 1500 g/ha s.a., în 2 sau 3 tratamente.

FENMEDIFAM, grupa: CARBAMAȚI.

Se comercializează în amestec cu alte substanțe active sub numele de: BEETUP TRIO (Fenmedifam 60 g/l + Desmedifam 60 g/l + Etofumesat 60 g/l), BELVEDERE FORTE (Fenmedifam 100 g/l + Etofumesat 200 g/l + Desmedifam 100 g/l), BETANAL EXPERT (Fenmedifam 91 g/l + Etofumesat 112 g/l + Desmedifam 71 g/l), BETANAL MAXX PRO OD (Fenmedifam 60 g/l + Lenacil 27 g/l + Desmedifam 47 g/l), BETANAL QUATTRO SE (Fenmedifam 60 g/l + Metamitron 200 g/l + Etofumesat 60 g/l), POWERTWIN SC (Fenmedifam 200 g/l + Etofumesat 200 g/l).

Substanța activă fenmedifam are acțiune sistemică, se absoarbe prin frunze și se translocă în toate organele plantelor. Blochează creșterea buruienilor prin inhibarea procesului de fotosinteză și implicit diviziunea celulară. Se aplică postemergent, controlând unele buruieni monocotiledonate și dicotiledonate din culturile de sfeclă pentru zahăr și sfeclă furajeră.

FENOXAPROP-P-ETIL, grupa: FENOXIPROPIONAȚI.

Se comercializează în amestec sub denumirea de: FOXTROT 69 EW (Fenoxaprop-p-etil 69 g/l + Cloquintocet-metil = safener 34,5 g/l). Fenoxaprop-p-etil este un erbicid sistemic, nevolatil, nu este flamabil și nu este corosiv. Se aplică în perioada de vegetație, postemergent. Este un erbicid tipic pentru combaterea buruienilor monocotiledonate anuale și perene. Mecanismul de acțiune se bazează pe inhibarea procesului de sinteză a lipidelor. După aplicare, la 10-12 zile plantele de costrei sau alte monocotiledonate se clorozează, se antocianizează (capătă culoare roșietică-

violet) și apoi se usucă. Translocarea erbicidului este lentă și, ca atare, este nevoie de o perioadă de 21-25 de zile de la aplicare până la distrugerea totală a buruienilor. Combate speciile de buruieni: *Sorghum halepense* din rizomi, *Avena fatua*, *Digitaria* spp., *Echinochloa* spp., *Setaria* spp., *Phalaris* spp. etc.

În amestec cu Cloquintocet-metil este folosit pentru combaterea speciilor *Apera spica-venti* și *Avena fatua* din cultura de grâu și se aplică în faza de înfrățire - formarea primului internod.

FLAZASULFURON, grupa: SULFONILUREICE.

Se comercializează sub denumirea de CHIKARA (Flazasulfuron 25%), iar în amestec cu glifosat, sub numele de CHIKARA DUO (Flazasulfuron 6,7 g/kg + Glifosat 288 g/kg). Substanța activă are acțiune sistemică, se absoarbe ușor prin frunze și se translocă în toate organele plantelor (buruienilor). Stopează procesul de creștere al buruienilor prin inhibarea sintezei unor aminoacizi esențiali, valina și izoleucina, determinând stoparea procesului de diviziune celulară. Se aplică postemergent, controlând buruienile monocotiledonate anuale și perene (în special *Cynodon* spp. și *Cyperus* spp.), dar și unele dicotiledonate. Flazasulfuronul este utilizat pentru combaterea buruienilor din plantațiile de viță de vie, dar se aplică și pe terenurile nelucrate. Doza este de 50 g/ha substanță activă.

FLORASULAM, grupa: TRIAZOLOPIRIMIDINE.

Se comercializează sub denumirea de SARACEN (Florasulam 50 g/l), iar în componența erbicidelor compuse, sub numele de: AXIAL ONE (Florasulam 5 g/l + Pinoxaden 45 g/l + Cloquintocet-mexil = safener 11,25 g/l), BIATHLON 4D (Florasulam 54 g/kg + Tritosulfuron 714 g/kg), FLORAMIX (Florasulam 14,2 g/kg + Piroxulam 70,8 g/kg + Cloquintocet-mexil = safener 70,8 g/l), LANCELOT 450 WG (Florasulam 15% + Aminopirialid din sare de potasiu 30%), LANCELOT SUPER (Florasulam 15% + Aminopirialid 30%), MUSTANG (Florasulam 6,25 g/l + Acid 2,4-D 300 g/l), SARACEN MAX (Florasulam 200 g/kg + Tribenuron-metil 600 g/kg), TOMIGAN XL 102,5 SE (Florasulam 2,5 g/l + Fluroxipir 100 g/l), TRIPALI (Florasulam 105 g/kg + Metsulfuron-metil 82,8 g/kg + Tribenuron-metil 83 g/kg), TURBO FLO (Florasulam 6,25 g/l + Acid 2,4-D-2 EHE 300 g/l).

Substanța activă florasulam are acțiune sistemică, este absorbită de rădăcini și lăstarii tineri și translocată în toate organele plantei. Stopează procesul de creștere al buruienilor prin inhibarea sintezei unor aminoacizi

esențiali, valina, leucina și izoleucina, provocând puternice perturbații metabolice. Se aplică postemergent, controlând unele buruieni dicotiledonate: *Galium aparine*, *Matricaria* spp., *Polygonum convolvulus*, *Stellaria media*, dar și multe specii din familia *Cruciferae*.

Este folosit ca erbicid simplu, dar mai ales în formularea erbicidelor compuse, folosite pentru controlul buruienilor din culturile de grâu, orz, orzoaică, ovăz, seară, triticale, porumb. Se aplică singur, în doză de 4 - 8 g/ha s.a.

FLUAZIFOP-P-BUTIL, grupa: FENOXIPROPIONAȚI.

Se comercializează sub numele de: FUSILADE FORTE (Fluazifop-p-butil 150 g/l) și TIGER P (Fluazifop-p-butil 150 g/l). Este un lichid vâscos, gălbui, puțin volatil, sistemic. Este absorbit de plante prin frunze. Se aplică în perioada de vegetație, postemergent. Acționează prin blocarea respirației, unde interferează în formarea de ATP - adenozintrifosfat. Primele simptome apar la 48 de ore de la aplicare, prin blocarea creșterii. După 15 - 20 zile plantele se îngălbenesc, apoi devin violet-roșietice, se usucă și mor. Se aplică la culturile de floarea-soarelui, rapiță, soia, cartof, sfeclă pentru zahăr, ceapă, măr, arbuști fructiferi, căpșun, viță de vie, pepinierele pomicole și în silvicultură etc. Combate toate speciile de buruieni monocotiledonate anuale și perene: *Agropyron repens*, *Agrostis* spp., *Alopecurus* spp., *Apera spica-venti*, *Avena fatua*, *Cynodon dactylon*, *Sorghum halepense*, *Digitaria* spp., *Setaria* spp., *Echinochloa* spp., *Lolium* spp., samulastra de grâu și orz etc. Sunt rezistente toate speciile de buruieni dicotiledonate. Epoca de aplicare este în funcție de buruienile ce trebuie combătute: pentru monocotile anuale în faza de înfrățire; pentru buruienile perene și costreiu din rizomi, când acesta are 10 - 15 cm înălțime și este răsărit în proporție de peste 95%. După aplicare, timp de 20-25 de zile nu se fac lucrări la sol (prașile mecanice sau manuale) pentru a da posibilitatea erbicidului de a se transloca în vârfurile de creștere (apexurile) ale rizomilor. După tratament rizomii buruienilor perene nu mai regenerează. Se aplică în doză de 120 - 195 g/ha s.a., în funcție de spectrul de îmburuienare. Pentru combaterea buruienilor perene doza este cu 35% mai mare, comparativ cu buruienile anuale.

FLUFENACET, grupa: OXIACETAMIDE.

Se comercializează în amestec, sub numele de BATTLE DELTA (Flufenacet 400 g/l + Diflufenican 200 g/l). Flufenacetul este un erbicid sistemic, absorbit în principal prin sistemul radicular al buruienilor în curs de

răsărire. Blochează diviziunea celulară a plantelor și implicit, dezvoltarea acestora. Este un erbicid cu aplicare preemergentă sau postemergentă timpurie și combate unele buruieni monocotiledonate (*Setaria* spp., *Digitaria sanguinalis*, *Eleusine* spp., *Lolium* spp.) și unele dicotiledonate (*Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Galinsoga parviflora*, *Polygonum convolvulus*, *Raphanus raphanistrum*, *Tagetes* spp.). Flufenacetul este utilizat pentru combaterea unor buruieni din culturile de: grâu, seară, orz și triticale.

FLUMIOXAZIN, grupa: FENILFTALIMIDE.

Se comercializează sub numele de PLEDGE 50 WP (Flumioxazi 50%). Este un erbicid cu acțiune de contact. Acționează ca un inhibitor în biosinteza unor enzime esențiale, cu repercusiuni puternice asupra structurii celulare, a procesului de formare a membranei celulare. Se aplică preemergent sau postemergent timpuriu și combate numeroase buruieni dicotiledonate anuale, dar și unele monocotiledonate anuale. Flumioxazinul este utilizat pentru combaterea buruienilor din culturile de floarea-soarelui, soia, porumb, cartof și ceapă. Se aplică în doză de 45 - 60 g/ha s.a.

FLUOROCLORIDON, grupa: CLOROPIROLIDINONE.

Se comercializează sub numele de RACER 25 EC (Fluorocloridon 250 g/l). Substanța activă fluorocloridon este absorbită prin rădăcini și prin zonele de creștere ale buruienilor în curs de răsărire. Se aplică preemergent și acționează ca inhibitor al biosintezei carotenoizilor producând perturbări metabolice ale buruienilor în timpul răsăririi. Combate buruienile dicotiledonate anuale (*Galium aparine*, *Solanum nigrum*, *Stellaria media*, *Veronica hederifolia*, *Viola arvensis* etc.). Erbicidul este folosit pentru combaterea buruienilor din culturile de floarea-soarelui și cartof. Se aplică în doză de 500 - 1000 g/ha s.a., în funcție de planta de cultură.

FLUROXIPIR, grupa: PIRIDINCARBOXILICE.

Se comercializează sub numele de: FLUROSTAR 200 (Fluroxipir 200 g/l), GALAPER 200 EC (Fluroxipir 200 g/l), HUDSON (Fluroxipir 200 g/l), CERLIT (Fluroxipir 250 g/l), HATCHET XTRA (Fluroxipir 200 g/l), TOMIGAN 250 EC (Fluroxipir 250 g/l) și în amestec sub numele de: TOMIGAN XL 102,5 (Fluroxipir 200 g/l + Florasulam 2,5 g/l). Se fabrică sub formă de concentrat emulsionabil. Este un erbicid sistemic. Nu este corosiv, flamabil sau volatil. Mecanismul de acțiune în combaterea buruienilor se

bazează pe inhibarea auxinelor. Este folosit pentru combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene din culturile de grâu, orz, orzoaică, ovăz, secară, triticale, porumb, pajiști cultivate, ceapă, măr, păr, cireș și în silvicultură. Are un spectru mare de combatere: *Convolvulus arvensis*, *Calystegia sepium*, *Rubus* spp., *Rumex* spp., *Galium* spp., *Stellaria* spp., *Thlaspi arvense*, *Vicia* spp., *Polygonum convolvulus*, *Urtica dioica* etc. Rezistente sunt speciile: *Anthemis* spp., *Chenopodium* spp., *Atriplex* spp., *Cirsium arvense*, *Sonchus* spp., *Papaver* spp., *Raphanus* spp., *Sinapis arvensis*, *Anagallis* spp., *Matricaria* spp. etc. Epoca de aplicare este postemergentă. La cerealele păioase, în faza de înfrățire - formare a primului internod, iar buruienile să fie în faza de rozetă. La cultura de porumb, în faza de 3-6 frunze și buruienile în faza de rozetă. Doza de aplicare este de 200 - 250 g/ha s.a. Este un erbicid tipic pentru combaterea speciei *Galium aparine*.

FORAMSULFURON, grupa: SULFONILUREICE.

Se comercializează în amestec cu alte substanțe sub numele de: EQUIP (Foramsulfuron 22,5 g/l + Isoxadifen-etil = safener 22,5 g/l) și EQUIP ACTIVE (Foramsulfuron 31,5 g/l + Tiencarbazon-metil 10 g/l + Ciprosulfamide = safener 15 g/l). Substanța activă foramsulfuron are acțiune sistemică și este selectivă pentru cultura de porumb. Se aplică postemergent. Este preluată de frunzele buruienilor și translocată în toate organele plantelor. Se acumulează la nivelul țesuturilor meristematice și are acțiune inhibitoare asupra sintezei aminoacizilor esențiali, determinând clorozarea și necrozarea plantei, simptome care apar după 2-3 zile. Se aplică după răsărirea buruienilor, când porumbul are 4-6 frunze. Combate buruienile monocotiledonate anuale și perene: *Setaria* spp., *Echinochloa crus-galli*, *Sorghum halepense* (tală până la 15 - 20 cm înălțime), *Agropyron repens* (tală până la 10 cm înălțime), dar și unele buruieni dicotiledonate: *Chenopodium album*, *Xanthium strumarium*, *Abutilon theophrasti*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Ipomoea* spp., *Cirsium arvense* etc.

GLIFOSAT, grupa: DERIVAȚI AI GLICINEI.

Se comercializează sub numele de: AGRO - GLYFO 360 (Glifosat 360 g/l), BARCLAY GALLUP HI-ACTIV (Glifosat 490 g/l), BOOM EFEKT (Glifosat 480 g/l), CLINIC XPERT (Glifosat 360 g/l), COSMIC (Glifosat 360 g/l), GALLUP SUPER 360 (Glifosat 360 g/l), GLIFOTIM (Glifosat 360 g/l), GLISTER ULTRA (Glifosat 360 g/l), GLYFOS ULTRA (Glifosat

360 g/l), OXALIS (Glifosat 360 g/l), ROUNDUP ADVANCE (Glifosat 360 g/l), ROUNDUP CLASIC PRO (Glifosat 360 g/l), ROUNDUP ENERGY (Glifosat 360 g/l), ROUNDUP EVOLUTION (Glifosat 480 g/l), ROUNDUP GEL (Glifosat 7,2 g/l), ROUNDUP MAX (Glifosat 360 g/l), ROUNDUP OPTIM (Glifosat 360 g/l), SATELITE (Glifosat 360 g/l), SHYFO (Glifosat 360 g/l), TAIFUN 360 SL (Glifosat 360 g/l), TOUCHDOWN SYSTEM 4 (Glifosat 360 g/l) și în amestec cu alte substanțe active sub numele de: CHIKARA DUO (Glifosat 288 g/kg + Florasulam 6,7 g/kg) și KYLEO (Glifosat 240 g/l + Acid 2,4-D 160 g/l).

Produsele sunt flamabile și se vor păstra numai în ambalaje originale. Erbicidul intră în reacție cu rezervoarele galvanizate sau din oțel moale, necăptușit, producând un gaz foarte flamabil, care poate să se aprindă și să explodeze.

Glifosatul este un erbicid sistemic și neselectiv. Este erbicidul total cu cel mai larg spectru de combatere al buruienilor, inclusiv cele greu de controlat: *Agropyron repens*, *Cynodon dactylon*, *Sorghum halepense*, *Convolvulus arvensis*, *Sonchus arvensis*, *Rumex* spp., *Equisetum* spp., *Phragmites communis*, *Typha* spp. etc.

Se poate folosi în plantațiile de pomi, vii, pe canale de irigație, pe șosele, căi ferate, terenuri necultivate. Se poate utiliza pentru distrugerea buruienilor problemă după recoltarea plantelor de cultură (*Cirsium* spp., *Convolvulus* spp., *Sorghum halepense*) sau înainte de înființarea culturilor ca erbicid preemergent sau preplant etc. Se poate folosi și ca desicant pentru culturile care impun acest tratament. Dozele de aplicare sunt în funcție de concentrația produsului și de speciile de buruieni problemă, variind între 540 g/ha și 3000 g/ha substanță activă. Acest erbicid este folosit pentru promovarea și realizarea sistemelor de lucrări „no-tillage” și „minimum tillage” pentru reducerea rezervei de semințe de buruieni și organe vegetative de înmulțire din sol.

GLUFOSINAT DE AMONIU, grupa: METILFOSFINILAȚI.

Se comercializează sub numele de BASTA 14 SL (Glufosinat de amoniu 150 g/l). Se fabrică sub formă de soluție concentrată. Nu este volatil, coroziv și flamabil. Este un erbicid neselectiv, de contact. Se aplică în perioada de vegetație, postemergent. Este eficace împotriva tuturor buruienilor monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene, pe care le usucă. Nu

distruge organele de înmulțire vegetativă (rizomi, stoloni, drajoni, tuberculi, bulbi etc.). Se utilizează în combaterea buruienilor din culturile de orez, dar și pentru combaterea buruienilor în livezile de pomi fructiferi și în viile pe rod etc. Doza de utilizare este de 300 - 900 g/ha s.a., în funcție de planta de cultură, speciile de buruieni și scopul urmărit.

IMAZAMOX, grupa: IMIDAZOLINONE.

Se comercializează sub numele de: PASSAT (Imazamox 40 g/l), PULSAR 40 (Imazamox 40 g/l) și sub formă de erbicide compuse: CLERANDA (Imazamox 17,5 g/l + Metazaclor 375 g/l), CLERAVO (Imazamox 35 g/l + Quinmerac 250 g/l).

Substanța activă imazamox are acțiune de contact, parțial sistemică și reziduală. Este absorbită atât prin frunze, cât și prin rădăcini și este translocată în plantă în țesuturile meristematice (zonele de creștere). Buruienile la început se ofilesc, apoi se răsucesc și se brunifică. Erbicidul are acțiune preemergentă și postemergentă, controlând buruienile dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale. Imazamoxul este utilizat pentru combaterea buruienilor din culturile de soia, mazăre, orez, floarea-soarelui, rapiță și lucernă. Se aplică în doză de 30 - 50 g/ha s.a., în funcție de planta de cultură și spectrul de îmburuienare. Există suspiciunea că la doze mai mari, imazamoxul are persistență în sol și poate afecta culturile succesive sau cele de toamnă.

IODOSULFURON-METIL-SODIU, grupa: SULFONILUREICE.

Se comercializează în amestec cu alte substanțe active sub numele de: HUSSAR ACTIV OD (Iodosulfuron-metil-Na 10 g/l + 2,4-D 2-etilhexil ester 377 g/l), SEKATOR PROGRESS OD (Iodosulfuron-metil-Na 25 g/l + Amidosulfuron 100 g/l + Mefenpir dietil = safener 250 g/l) și PISTOL FLEX 37 (Iodosulfuron-metil-Na 10 g/kg + Diflufenican 360 g/l).

Substanța activă iodosulfuron-metil-Na are acțiune de contact și parțial sistemică. Este un inhibitor al sintezei amionoacizilor esențiali, valina și isoleucina, stopând procesul de creștere al buruienilor prin blocarea diviziunii celulare. Se aplică postemergent și combate unele buruieni monocotiledonate anuale (*Apera spica-venti* și *Lolium* spp.), dar și dicotiledonate anuale (*Galium aparine*). Este utilizat în amestecuri pentru controlul buruienilor din culturile de: grâu, orz, orzoaică, seară și triticale.

ISOXAFLUTOL, grupa: ISOXAZOLI.

Se comercializează în amestec cu alte produse, sub numele de: ADENGO 465 (Isoxaflutol 225 g/l + Tiencarbazon-metil 90 g/l + Cipro sulfamide = safener 150 g/l), MERLIN DUO (Isoxaflutol 37,5 g/l + Terbutilazin 375 g/l) și MERLIN (Isoxaflutol 240 g/l + Cipro sulfamide = safener 240 g/l). Substanța activă isoxaflutol are acțiune sistemică și selectivă pentru cultura de porumb. Se absoarbe în plantă atât prin rădăcini, cât și prin frunze. Se aplică preemergent sau postemergent timpuriu. Are acțiune inhibitoare asupra biosintezei carotenoizilor. După tratament buruienile se decolorează și se usucă. Controlează un spectru larg de buruieni monocotiledonate și dicotiledonate.

LENACIL, grupa: DIAZINE.

Se comercializează sub denumirea de VENZAR 500 SC (Lenacil 500 g/l) și în amestec cu alte substanțe active sub numele de: BETANAL MAXX PRO OD (Lenacil 27 g/l + Desmedifam 47 g/l + Etofumesat 75 g/l + Fenmedifam 60 g/l). Nu este corosiv, flamabil sau volatil. Este sistemic și se absoarbe în plantă în special prin rădăcini. Mecanismul de acțiune constă în blocarea fotosintezei. Se aplică înainte de semănat și se încorporează superficial în sol sau imediat după semănat fără încorporare când solul are umiditate suficientă. Se folosește pentru combaterea buruienilor din cultura de sfeclă pentru zahăr. Combate buruienile: *Anagallis* spp., *Anthemis* spp., *Atriplex* spp., *Chenopodium* spp., *Capsella bursa-pastoris*, *Matricaria* spp., *Sinapis* spp., *Raphanus* spp., *Stellaria* spp. etc. Dozele de utilizare variază între 500 și 800 g/ha s.a., în funcție de conținutul de humus al solului.

LINURON, grupa: DIAZINE.

Se comercializează sub numele de: AFALON 50 SC (Linuron 450 g/l), IPIRON 45 SC (Linuron 450 g/l), LINUREX 50 SC (Linuron 500 g/l). Se fabrică sub formă de concentrat emulsionabil sau suspensie. Este un erbicid sistemic, absorbit repede în plantă prin rădăcini. Nu este corosiv, volatil sau flamabil. Mecanismul de acțiune în combaterea buruienilor este blocarea reacției Hill în fotoliza apei din lungul proces de fotosinteză. Se utilizează pentru combaterea buruienilor din culturile de porumb, floarea-soarelui, mazăre, cartof, ceapă, morcov, țelină. Combate multe buruieni anuale, monocotiledonate și dicotiledonate: *Anthemis* spp., *Atriplex* spp., *Brassica*

spp., *Matricaria* spp., *Stellaria* spp., *Capsella* spp., *Sonchus* spp., *Amaranthus* spp., *Chenopodium* spp., *Thlaspi* spp., *Convolvulus* spp. Buruienile monocotiledonate sunt mai rezistente. Doza de aplicare variază între 675 g/ha și 2000 g/ha s.a., în funcție de planta de cultură și tipul de sol.

MCPA, grupa: FENOXICARBOXILICE.

MCPA (methyl-chlorophenoxyacetic acid), se comercializează sub numele de DICOPUR M (MCPA din sare DMA 750 g/l). Se fabrică sub formă de soluție concentrată (SC). Este un erbicid sistemic. Se aplică postemergent la culturile de grâu și orz, în faza de înfrățire până la formarea primului internod, iar buruienile în faza de rozetă. Mecanismul de acțiune constă în inhibarea creșterii buruienilor prin dereglarea procesului de diviziune celulară.

Combate speciile de buruieni, ca și acidul 2,4-D. Sunt rezistente la MCPA buruienile: *Anthemis* spp., *Matricaria* spp., *Polygonum* spp., *Papaver* spp., *Galium* spp. Doza optimă de aplicare este de 750 g/ha s.a.

MCPB – SODIU, grupa: FENOXICARBOXILICE.

Se comercializează sub numele de BUTOXONE M (MCPB - Sodiu 400 g/l). Este un erbicid cu acțiune sistemică, absorbit prin frunze și rădăcini și translocat în întreaga plantă. Este un erbicid cu acțiune asupra hormonilor vegetali care dereglează procesele de diviziune celulară și creșterea normală a buruienilor. Se aplică postemergent și combate un număr mare de buruieni dicotiledonate anuale și perene (inclusiv *Xanthium* spp.). Erbicidul se utilizează pentru controlul buruienilor din cultura de mazăre, în faza de 10 - 12 cm înălțime. Doza de aplicare este de 800 - 1000 g/ha s.a., în funcție de spectrul de îmburuienare.

MECOPROP-P (MCP-P), grupa: FENOXICARBOXILICE.

Se comercializează în amestec cu alte produse, sub numele de: GRANSTAR COMBI (MCP-P 73% + Tribenuron-metil 1%), AGESHIO (MCP-P 28% + Piraflufen-etil 0,45%). Substanța activă are acțiune sistemică și este selectivă pentru cultura de grâu. Este absorbită de plante prin frunze și translocată până la nivelul rădăcinilor. Erbicidul acționează asupra hormonilor vegetali care dereglează procesele de diviziune celulară și creșterea normală a buruienilor. Se aplică postemergent, controlând buruienile dicotiledonate anuale.

**MESOTRIONE**, grupa: DIVERSE.

Se comercializează sub denumirile de: BARRACUDA (Mesotrione 750 g/l), CALLISTO 480 SC (Mesotrione 480 g/l), EVOLYA (Mesotrione 500 g/l), KIDEKA (Mesotrione 100 g/l), MEZMER (Mesotrione 480 g/l), STARSHIP (Mesotrione 100 g/l), TEMSA SC (Mesotrione 100 g/l), iar în amestec cu alte substanțe active sub numele de: ARIGO (Mesotrione 360 g/l + Nicosulfuron 120 g/l + Rimsulfuron 300 g/l), CALLISTO (Mesotrione 150 g/kg + Dicamba 312,5 g/kg + Nicosulfuron 100 g/l), CAMIX (Mesotrione 60 g/l + S-metolaclor 500 g/l), ELUMIS (Mesotrione 75 g/l + Nicosulfuron 30 g/l), LUMAX 537,5 (Mesotrione 37,5 g/l + Terbutilazin 125 g/l + S-Metolaclor 375 g/l), MERISTO PLUS (Mesotrione 50 g/l + Dicamba 120 g/l).

Substanța activă mesotrione are acțiune sistemică și este selectivă pentru cultura de porumb. Este absorbită prin frunze și prin rădăcini și translocată în toate organele plantelor (buruienilor). Erbicidul provoacă decolorări ale frunzelor, urmată de necrozarea țesuturilor meristematice și apoi uscarea buruienilor. Se aplică preemergent și postemergent. Combate buruienile dicotiledonate: *Amaranthus retroflexus*, *Ambrosia trifida*, *Abutilon theophrasti*, *Chenopodium* spp., *Polygonum* spp., *Xanthium strumarium* etc., dar și unele buruieni monocotiledonate anuale.

METAMITRON, grupa: TRIAZINONE.

Se comercializează sub numele de: BETTIX WG (Metamitron 700 g/kg), GOLTIX 700 SC (Metamitron 700 g/l), TORNADO SC (Metamitron 700 g/l) și în amestec cu alte substanțe active sub numele de: BETANAL QUATTRO SE (Metamitron 200 g/l + Etofumesat 60 g/l + Fenmedifam 60 g/l + Desmedifam 60 g/l). Este un erbicid sistemic. Este selectiv pentru sfeclă: sfeclă pentru zahăr, sfeclă furajeră și sfeclă roșie. Mecanismul de acțiune al erbicidului constă în inhibarea reacției Hill și respectiv a fotosintezei.

Se aplică înainte de semănat și se încorporează superficial în sol (p.p.i.), preemergent și postemergent. Combate în special speciile de buruieni monocotiledonate, dar și dicotiledonate anuale. Nu combate buruienile perene. Doza de utilizare este de 2000 - 3500 g/ha s.a., în doză unică, în două tratamente sau trei tratamente secvențiale, în funcție de spectrul de îmburuienare.

METAZACHLOR, grupa: CLOROACETAMIDE.

Se comercializează sub numele de: BUTISAN S (Metazaclor 500 g/l), BUTISAN 400 SC (Metazaclor 400 g/l), SULTAN 50 SC (Metazaclor 500 g/l) și în amestec cu alte substanțe active sub numele de: BUTISAN (Metazaclor 300 g/l + Dimetenamid-P 100 g/l + Quinmerac 100 g/l), BUTISAN DUO (Metazaclor 200 g/l + Dimetenamid-P 200 g/l), BUTISAN MAX (Metazaclor 200 g/l + Dimetenamid-P 200 g/l + Quinmerac 100 g/l), CLERANDA (Metazaclor 375 g/l + Imazamox 17,5 g/l), SULTAN TOP (Metazaclor 375 g/l + Quinmerac 125 g/l).

Este o substanță activă cu acțiune sistemică. Este absorbită de plante prin rădăcini și hipocotil. Acționează asupra diviziunii celulare, blocând procesul de biosinteză a proteinelor și totodată stopând germinarea semințelor de buruieni. Se aplică preemergent și postemergent timpuriu. Combate unele buruieni monocotiledonate anuale (*Avena fatua*, *Apera spica-venti*, *Alopecurus myosuroides*, *Setaria* spp., *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli*, *Poa annua*), dar și dicotiledonate anuale (*Antemis* spp., *Amaranthus* spp., *Matricaria* spp., *Polygonum* spp., *Stellaria* spp., *Sinapis* spp., *Solanum* spp., *Urtica* spp., *Veronica* spp.). Se utilizează în culturile de rapiță, muștar, varză, conopidă, căpșun. Se aplică în doze de 600 - 1000 g/ha s.a., în funcție de cultură, tipul de sol și spectrul de îmburuienare.

METOBROMURON, grupa: UREICE SUBSTITUITE.

Se comercializează sub numele de: PROMAN (Metobromuron 500 g/l). Substanța activă metobromuron are acțiune sistemică și este selectivă pentru cultura de cartof. Este absorbită de plante atât prin rădăcinile buruienilor în timpul răsării, cât și prin frunzele tinere. Are acțiune inhibitoare a fotosintezei, stopând creșterea buruienilor în primele faze de vegetație. Se aplică preemergent, imediat după plantare - înainte de răsărirea cartofului. Combate speciile de buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale. Doza recomandată 1500 - 2000 g/ha s.a., în funcție de tipul de sol.

METRIBUZIN, grupa: TRIAZINONE.

Se comercializează sub numele de: AS SUPER (Metribuzin 70%), BUZZIN (Metribuzin 700 g/kg), CITATION (Metribuzin 700 g/kg), METRIPHAR 70 (Metribuzin 70%), SENCOR LIQUID 600 SC (Metribuzin 600 g/l), SURDONE (Metribuzin 70%) și în amestec în erbicidul compus sub denumirea de: ARCADE (Metribuzin 80 g/l + Prosulfocarb 800 g/l).

Metribuzinul este un erbicid sistemic și este selectiv pentru culturile de cartof, soia și tomate. Mecanismul de acțiune se bazează pe inhibarea fotosintezei. Se absoarbe prin rădăcini, dar și prin frunze. Se aplică înainte de semănat sau plantat, ori după formarea biloanelor la cartof.

Combate speciile *Abutilon* spp., *Amaranthus* spp., *Centaurea* spp., *Chenopodium* spp., *Datura* spp., *Chrysanthemum* spp., *Fumaria* spp., *Galeopsis* spp., *Lamium* spp., *Matricaria* spp., *Polygonum* spp., *Portulaca* spp., *Senecio* spp., *Sinapis* spp., *Sonchus* spp., *Stellaria* spp., *Veronica* spp.. Nu combate: *Cirsium* spp., *Convolvulus* spp., *Galium* spp., *Solanum* spp. și toate buruienile monocotiledonate anuale și perene. Dozele de utilizare variază între 210 g/ha și 840 g/ha s.a., în funcție de planta de cultură și tipul de sol.

METSULFURON-METIL, grupa: SULFONILUREICE.

Se comercializează sub numele de: ACCURATE (Metsulfuron-metil 200 g/kg), ISOMEXX 60 WG (Metsulfuron-metil 60%), ISOMEXX 20 WG (Metsulfuron-metil 20%), SAVVY (Metsulfuron-metil 20%), GALMET 20 SG (Metsulfuron-metil 20%), FINY (Metsulfuron-metil 20%), METRO 20 (Metsulfuron-metil 20%), LAREN PRO 20 SG (Metsulfuron-metil 20%), PRIMSTAR SUPER (Metsulfuron-metil 60%), ROTER 600 WG (Metsulfuron-metil 60%). Intră în componența următoarelor erbicide compuse sub numele de: ACCURATE EXTRA (Metsulfuron-metil 70 g/kg + Tifensulfuron-metil 680 g/kg), ALLIANCE 660 WG (Metsulfuron-metil 6% + Diflufenican 60%), ERGON (Metsulfuron-metil 68 g/l + Tifensulfuron-metil 682 g/l), PELICAN DELTA 606 WG (Metsulfuron-metil 6 g/l + Diflufenican 60 g/l), POINTER ULTRA (Metsulfuron-metil 14,3% + Tribenuron-metil 14,3%), TIVMETIX (Metsulfuron-metil 19 g/l + Tifensulfuron-metil 190 g/l) și TRIPALI (Metsulfuron-metil 82,8 g/kg + Florasulam 105 g/kg + Tribenuron-metil 83 g/kg).

Substanța activă metsulfuron-metil are acțiune sistemică și este absorbită de plante prin frunze, dar și prin rădăcini. Este translocată în vârfurile de creștere, țesuturile meristematice ale plantelor (buruienilor). Inhibă activitatea enzimei acetolactat sintasa (ALS), cu rol în diviziunea celulară, stopând dezvoltarea plantelor. Uscarea buruienilor se realizează într-un interval de 3 - 4 săptămâni. Se aplică postemergent, controlând o gamă largă de buruieni dicotiledonate anuale și perene. Este folosită pentru combaterea buruienilor din culturile de: grâu, orz, orzoaică, ovăz, secară, triticale, in și se poate utiliza și pe terenurile necultivate. Se aplică în doză de 6 g/ha s.a.

**NAPROPAMIDE**, grupa: ACETAMIDE.

Se comercializează sub numele de DEVRINOL 45 F (Napropamid 45%). Este un erbicid sistemic. Mecanismul de acțiune în combaterea buruienilor se bazează pe inhibarea procesului de creștere a rădăcinilor și deci stoparea dezvoltării buruienilor. Se aplică înainte de semănat și este încorporat superficial la 3-5 cm cu combinatorul, mai ales în zonele secetoase. Poate fi aplicat și preemergent până la răsăritul culturii. Se utilizează pentru combaterea buruienilor monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate anuale din culturile de rapiță, tomate și ardei. Frecvent se utilizează în răsadnițe pentru tomate și ardei. Dozele de utilizare sunt cuprinse între 1,0 kg și 1,8 kg s.a./ha. Are persistență în sol o perioadă de 3 - 6 luni.

NICOSULFURON, grupa: SULFONILUREICE.

Se comercializează sub numele de: ACCENT 75 WG (Nicosulfuron 75%), ASTRAL 40 OD (Nicosulfuron 40 g/l), BANDERA 4 OD (Nicosulfuron 40 g/l), BOREAL 4 SC (Nicosulfuron 40 g/l), CREW 4 SC (Nicosulfuron 40 g/l), CREW 4 SC (Nicosulfuron 40 g/l), GAT MOTION 4 OD (Nicosulfuron 40 g/l), INNOVATE 240 SC (Nicosulfuron 240 g/l), KELVIN TOP (Nicosulfuron 40 g/l), FORNET EXTRA 6 OD (Nicosulfuron 60 g/l), MISTRAL 4 SC (Nicosulfuron 40 g/l), NICO 40 SC (Nicosulfuron 40 g/l), NICOGAN 40 SC (Nicosulfuron 40 g/l), NICORN 040 SC (Nicosulfuron 40 g/l), NIXON 50 SG (Nicosulfuron 500 g/kg), SAJON 4 OD (Nicosulfuron 40 g/l), TEMPLIER (Nicosulfuron 750 g/l), VICTUS OD (Nicosulfuron 40 g/l) și în amestec cu alte substanțe active sub numele de: ARIGO (Nicosulfuron 120 g/l + Mesotrione 360 g/l + Rimsulfuron 30 g/l), CALLISTO TURBO (Nicosulfuron 100 g/kg + Mesotrione 150 g/kg + Dicamba 312,5 g/kg), ELUMIS (Nicosulfuron 30 g/l + Mesotrione 75 g/l), PRINCIPAL (Nicosulfuron 42,9% + Rimsulfuron 10,7%), PRINCIPAL PLUS (Nicosulfuron 92 g/l + Rimsulfuron 23 g/l + Dicamba 550 g/l).

Substanța activă nicosulfuron are acțiune sistemică și selectivă pentru cultura de porumb. Nu este coroziv, flamabil sau volatil. Combate multe specii de buruieni monocotiledonate anuale și perene: *Setaria* spp., *Echinochloa crus-galli*, *Lolium* spp., *Digitaria sanguinalis*, *Agropyron repens*, *Cynodon dactylon*, *Sorghum halepense* și unele dicotiledonate: *Amaranthus* spp., *Sinapis arvensis*, *Datura stramonium*, *Xanthium* spp., *Chenopodium* spp., *Abutilon theophrasti*, *Solanum nigrum* etc. Este extrem de eficient în combaterea costreii din rizomi. Mecanismul de acțiune se bazează pe

stoparea creșterii buruienilor prin inhibarea procesul de diviziune celulară la nivelul țesuturilor meristemate. Epoca de aplicare este hotărâtoare în reușita tratamentului cu nicosulfuron. Se aplică atunci când buruienile monocotiledonate perene (costrei, pir gros etc.) au răsărit în proporție de 95 - 100% și au înălțimea de 10 - 15 cm, iar porumbul este în faza de 4-6 frunze. Doza de aplicare pentru monocotiledonatele perene este cuprinsă între 40 g/ha și 60 g/ha substanță activă, iar pentru buruienile monocotiledonate anuale mai mică, de numai 32 g/ha s.a. Efectul de combatere este distinct prin apariția la 10 - 15 zile de la aplicare, a culorii violaceu-roșiatice a buruienilor, datorită fenomenului de antoncianizare a țesuturilor de creștere. După tratament, o perioadă de 21 de zile nu se prășește manual sau mecanic pentru a da posibilitatea translocării produsului în rizomi.

OXYFLUORFEN, grupa: DIFENILETERI.

Se comercializează sub numele de: GALIGAN 240 EC (Oxifluorfen 240 g/l) și GOAL 4 F (Oxifluorfen 480 g/l). Substanța activă are acțiune de contact. Este flamabilă și nu este corozivă. Se aplică preemergent și postemergent, fiind absorbit mai mult prin frunze și mai puțin prin rădăcini. Se folosește pentru combaterea buruienilor din culturile de: floarea-soarelui, ceapă, usturoi, măr, păr, gutui, prun, piersic, cais, cireș, vișin, viță de vie, pepinierele pomicole și în silvicultură. Controlează buruienile monocotiledonate: *Echinochloa* spp., *Digitaria* spp., *Setaria* spp., *Sorghum halepense* din semințe și unele dicotiledonate: *Datura* spp., *Chenopodium* spp., *Portulaca oleracea*, *Polygonum* spp., *Amaranthus* spp., *Abutilon* spp. Mecanismul de acțiune în combaterea buruienilor este similar cu cel al erbicidelor de contact. Doza de aplicare este de 240 g/ha s.a. la culturile de floarea-soarelui, ceapă și usturoi și ajunge la 1200 g/ha s.a. în plantațiile pomicole.

PENDIMETALIN, grupa: DINITROANILINE.

Se comercializează sub numele de: PENDIGAN 330 (Pendimetalin 330 g/l), STOMP AQUA (Pendimetalin 455 g/l), SHARPEN 33 EC (Pendimetalin 330 g/l) și în amestec cu alte substanțe active sub numele de: TREK P 334 SE (Pendimetalin 64 g/l + Terbutilazin 270 g/l), WING P (Pendimetalin 250 g/l + Dimetenamid-P 212,5 g/l).

Substanța activă pendimetalin are acțiune sistemică. Se aplică preemergent și se absoarbe prin rădăcini și prin frunze. Mecanismul de acțiune în combaterea buruienilor se bazează pe inhibarea diviziunii celulelor în timpul

germinării semințelor sau după germinare. Se utilizează la grâu, orz, triticale, porumb, sorg, floarea-soarelui, soia, mazăre, fasole, lupin, cartof, tutun, morcov, pătrunjel, țelină, varză, conopidă, tomate, ceapă, praz, usturoi, căpșuni, viță de vie, pomi fructiferi, pajiști. Are selectivitate de poziție (deci se aplică poziționat deasupra sistemului radicular al plantei de cultură, care este sensibilă la acest erbicid). Combate următoarele specii de buruieni: *Apera spica-venti*, *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli*, *Amaranthus* spp., *Stellaria media*, *Spergula arvensis*, *Chenopodium* spp., *Atriplex tatarica*, *Anthemis* spp., *Matricaria* spp., *Capsella bursa-pastoris*, *Portulaca* spp., *Galium* spp., *Veronica* spp. Sunt rezistente: *Sinapis arvensis*, *Raphanus* spp., *Datura* spp. și *Solanum nigrum*. Dozele variază între 0,9 kg/ha și 2,0 kg/ha s.a.

PETOXAMID, grupa: CLOROACETAMIDE.

Se comercializează sub denumirea de SUCCESSOR PRO (Petroxamid 600 g/l) și în amestec sub numele de SUCCESSOR T (Petroxamid 300 g/l + Terbutilazin 187,5 g/l). Substanța activă petoxamid are acțiune sistemică și este selectivă pentru culturile de: porumb, floarea-soarelui și rapiță. Este absorbit prin rădăcini și vârfurile de creștere și translocat în toată planta. Se aplică preemergent și postemergent timpuriu. Stopează creșterea buruienilor sensibile prin blocarea biosintezei acizilor grași și inhibarea diviziunii celulare.

Combate buruienile monocotiledonate anuale: *Setaria* spp., *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli* și *Sorghum halepense* din sămânță, dar și unele dicotiledonate anuale ca *Chenopodium album* și *Amaranthus retroflexus*. Se aplică în doză de 1,2 kg/ha s.a.

PICLORAM, grupa: PIRIDINCARBOXILICE.

Se comercializează în amestec cu alte produse sub numele de: BARCA 334 SL (Picloram 67 g/l + Clopiralid 267 g/l), GALERA (Picloram 67 g/l + Clopiralid 267 g/l), GALERA SUPER SL (Picloram 80 g/l + Clopiralid 240 g/l + Aminopiralid 40 g/l).

Substanța activă picloram are acțiune sistemică. Este absorbită rapid de rădăcini și de frunze și translocată în plantă. Se acumulează în țesuturile meristematice. Este un erbicid de tip hormonal. La început provoacă deformarea și răsucirea frunzelor, urmate de necrozări și uscarea buruienilor sensibile. Se aplică postemergent, combătând specii de buruieni dicotiledonate anuale. Este utilizat în amestec cu alte substanțe active pentru controlul buruienilor din culturile de rapiță și muștar.

PINOXADEN, grupa: FENILPIRAZOLINE.

Se comercializează în amestec cu alte produse, sub numele de: AXIAL 050 EC (Pinoxaden 50 g/l + Cloquintocet-Mexil = safener 12,5 g/l), AXIAL ONE (Pinoxaden 45 g/l + Florasulam 5 g/l + Cloquintocet-Mexil = safener 11,25 g/l), TRAXOS (Pinoxaden 25 g/l + Clodinafop-propargil 25 g/l + Cloquintocet-mexil = safener 6,25 g/l).

Substanța activă pinoxaden are acțiune sistemică și este selectivă pentru culturile de grâu și orzoaică. Se absoarbe în principal prin frunze și este translocată în plantă cu acumulare în țesuturile meristemice. Acționează asupra biosintezei acizilor grași. Blochează diviziunea celulară la nivelul țesuturilor de creștere. Efectul asupra buruienilor apare după 7 - 10 zile; la început ofilirea și necrozarea țesuturilor, apoi uscarea plantelor. Se aplică postemergent și controlează buruienile monocotiledonate anuale: *Setaria* spp., *Apera* spp., *Avena* spp., *Alopecurus* spp., *Lolium* spp., *Phalaris* spp. etc.

PIRAFLUFEN-ETIL, grupa: FENILPIRAZOLI.

Se comercializează sub denumirea de KABUKI 2,5 EC (Pirafiufen-etil 2,5%) și în amestec sub numele de AGESHIO (Pirafiufen-etil 0,45% + Mecoprop-P 28%).

Substanța activă pirafiufen-etil are acțiune de contact. Este absorbită rapid prin frunze. Buruienile suferă arsuri și necrozări ale frunzelor, urmând uscarea lor. Se aplică postemergent la culturile de grâu și cartof și controlează unele specii de buruieni dicotiledonate: *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium album*, *Galium aparine*, *Matricaria inodora*, *Lamium purpureum*, *Stellaria media*, *Senecio vulgaris*, *Veronica persica*, *Veronica hederifolia*.

PIRIDAT, grupa: FENIPIRIDAZINE.

Se comercializează sub denumirea de LENTAGRAM 45 WP (Piridat 450 g/kg). Este un erbicid de contact, absorbit rapid de plantă prin frunze, care suferă arsuri și necrozări ale țesuturilor, acestea fiind urmate de uscarea lor. Erbicidul se aplică postemergent și este folosit pentru combaterea unor specii de buruieni dicotiledonate anuale. Se utilizează pentru culturile de: porumb, lupin, varză, gulie, conopidă, ceapă, praz, sparanghel, anghinare, mărar, chimen, fenicul, mac, lucernă, trifoi și unele plante medicinale. Se aplică în doză de 900 g/ha s.a.

**PIROXSULAM**, grupa: TRIAZOLOPIRIMIDINE.

Se comercializează în amestec cu alte produse, sub numele de: FLORAMIX (Piroxsulam 70,8 g/l + Florosulam 14,2 g/l + Cloquintocet-mexil = safener 70,8 g/l), PALLAS 75 WG (Piroxsulam 7,5% + Cloquintocet-mexil = safener 7,5%).

Substanța activă piroxsulam are acțiune sistemică. Este absorbită de plantă prin frunze, lăstari și rădăcini, cu translocare la nivelul țesuturilor meristematice. Inhibă sinteza unor aminoacizi esențiali determinând piticirea buruienilor, clorozări și necrozări.

Se aplică postemergent pentru combaterea unor buruieni monocotiledonate anuale: *Apera spica-venti*, *Avena fatua*, *Alopecurus* spp., *Bromus* spp., *Lolium* spp. etc., dar și a unor buruieni dicotiledonate anuale: *Amaranthus* spp., *Stellaria media*, *Veronica* spp., *Brassica* spp., *Galeopsis tetrahit*, *Myosotis arvensis*, *Geranium* spp., *Viola tricolor* etc.

Piroxsulamul este utilizat pentru controlul buruienilor în culturile de grâu.

PROPAQUIZAFOP, grupa: FENOXIPROPIONAȚI.

Se comercializează sub denumirea de AGIL 100 EC având ca substanță activă Propaquizafop, 100 g/l. Erbicidul este fabricat sub formă de concentrat emulsionabil. Se aplică în perioada de vegetație, în postemergență, pentru combaterea buruienilor monocotiledonate anuale și perene din culturile de floarea-soarelui, fasole, mazăre, soia, rapiță, cartof, sfeclă pentru zahăr, in, lucernă, trifoi, tomate, ardei, ceapă, tutun, viță de vie, dar și în silvicultură.

Mecanismul de acțiune se bazează pe inhibarea sintezei acizilor grași (ACC) în țesuturile meristematice. Este absorbit în plantă prin frunze, iar după 8 - 10 zile de la aplicare, întreaga plantă (buruienile) devine violaceu-roșatică iar întregul lan tratat este roșcat.

Dozele de aplicare variază în funcție de buruienile ce vor fi combătute: de la 80 g/ha s.a., pentru buruienile monocotiledonate anuale până la 100 - 150 g/ha s.a., pentru monocotiledonatele perene.

După aplicare, pentru o perioadă de 3 săptămâni, nu se execută prașile mecanice în cultura tratată pentru a da posibilitatea erbicidului să se transloce în rizomi.

PROPIZAMID, grupa: BENZAMIDE.

Se comercializează sub denumirea de: KERB 50 W (Propizamid 50%) și PROPYZAMIDE SAPEC (Propizamid 400 g/l). Este un produs sistemic. Nu este coroziv, flamabil sau volatil. Este un inhibitor al diviziunii celulare, cu efecte grave asupra procesului de creștere al buruienilor. Este absorbit prin rădăcini și vârfurile de creștere. Este erbicidul care combate eficient cuscuta prin tratamente preemergente și postemergente (semințele de cuscută nu mai germinează). Se utilizează pentru combaterea buruienilor monocotiledonate anuale și perene, dar și unele dicotiledonate din culturile de: sfeclă pentru zahăr, lucernă, trifoi, morcov, salată, dar și din domeniul silvic. Doza de aplicare este de 2 - 2,5 kg/ha s.a., în amestec cu 250 - 300 l apă.

PROPOXICARBAZON, grupa: SULFONILAMINOCARBONIL-TRIAZILONE.

Se comercializează sub denumirea de ATTRIBUT 70 (Propoxi-carbazon 70%). Erbicidul este absorbit prin frunze și rădăcini. Translocarea este realizată prin xilem și floem. Mecanismul în combatere constă în deformarea plantelor, cloroze, necroze și uscarea buruienilor. Se aplică postemergent și controlează buruienile monocotiledonate anuale și perene (*Alopecurus myosuroides*, *Apera spica-venti*, *Bromus* spp., *Elymus repens* etc.) dar și unele dicotiledonate anuale. Se folosește la cultura de grâu și se aplică în doză de 4,2 - 7,0 g/ha s.a.

PROSULFOCARB, grupa: TIOCARBAMAȚI.

Se comercializează sub denumirea de: BOXER 800 EC (Prosulfocarb 800 g/l) și în amestec sub numele de ARCADE (Prosulfocarb 800 g/l + Metribuzin 80 g/l).

Substanța activă prosulfocarb are acțiune sistemică și este absorbită de plantă prin frunze și rădăcini. Se acumulează în plantă în țesuturile meristematice și inhibă diviziunea celulară. Provoacă răsuciri ale frunzelor tinere, necroze ale tulpinilor și rădăcinilor. Se aplică preemergent și postemergent timpuriu. Combate buruieni monocotiledonate și dicotiledonate din culturile de: cartof, morcov, ceapă. Se aplică în doză de 2,4 - 2,8 kg/ha s.a. la culturile de morcov și ceapă și până la 4 kg/ha s.a. la cultura de cartof.

PROSULFURON, grupa: SULFONILUREICE.

Se comercializează în amestec cu dicamba sub denumirea de: CASPER (Prosulfuron 5% + Dicamba 50%). Substanța activă prosulfuron are acțiune sistemică. Este absorbită prin frunze și rădăcini și translocată deopotrivă prin vasele conducătoare liberiene și lemnoase în întreaga plantă. Inhibă biosinteza unor aminoacizi esențiali, blocând diviziunea celulară și ca urmare creșterea plantelor. Efectul este total în 2 - 3 săptămâni de la aplicare. Se administrează postemergent, combătând multe specii de buruieni dicotiledonate anuale din culturile de porumb și sorg (*Amaranthus* spp., *Chenopodium* spp., *Abutilon* spp., *Polygonum* spp., *Stellaria* spp., *Rumex* spp. etc.).

QUINMERAC, grupa: QUINOLINCARBOXILICE.

Se comercializează în amestec cu alte produse sub următoarele denumiri: BUTISAN AVANT (Quinmerac 100 g/l + Dimetenamid-P 100 g/l + Metazaclor 300 g/l), BUTISAN MAX (Quinmerac 100 g/l + Dimetenamid-P 200 g/l + Metazaclor 200 g/l), CLERAVO (Quinmerac 250 g/l + Imazamox 35 g/l) și SULTAN TOP (Quinmerac 125 g/l + Metazaclor 375 g/l).

Substanța activă quinmerac are acțiune hormonală. Este absorbită în plantă în principal prin rădăcini și mai puțin prin frunze. Se acumulează în țesuturile meristemate, provocând răsuciri și deformări ale țesuturilor (aspect anormal al plantelor), determinând uscarea plantelor. Se aplică preemergent sau postemergent timpuriu și controlează numeroase specii de buruieni dicotiledonate anuale (inclusiv *Galium aparine* și *Veronica* spp.). Quinmeracul se utilizează în amestec cu alte substanțe active pentru combaterea buruienilor din cultura de rapiță.

QUIZALAFOP-P-ETIL, grupa: FENOXIPROPIONAȚI.

Se comercializează sub denumirile de: ELEGANT 05 EC (Quizalafop-p-etil 50 g/l), GRAMIN 5 EC (Quizalafop-p-etil 50 g/l), KILLER SUPER 5 EC (Quizalafop-p-etil 50 g/l), LEOPARD 5 EC (Quizalafop-p-etil 50 g/l), RESET 5 CE (Quizalafop-p-etil 50 g/l), PILOT 10 EC (Quizalafop-p-etil 100 g/l), TARGA MAX 10 EC (Quizalafop-p-etil 100 g/l), TARGA SUPER 5 EC (Quizalafop-p-etil 50 g/l).

Substanța activă quizalafop-p-etil are acțiune sistemică. Este flamabilă, nu este corozivă sau volatilă. Este absorbită de plantă prin frunze și

translocată prin vasele conducătoare. Se acumulează în țesuturile meristemice. Acționează ca inhibitor ai acizilor grași, blocând producerea de fosfolipide necesare reconstruirii membranelor celulare în procesul de diviziune. Simptomele vizibile constau în apariția de înroșiri, decolorări și necroze ale țesuturilor, care vor conduce, în final, la moartea buruienilor. Se administrează postemergent, controlând multe specii de buruieni monocotiledonate anuale și perene. Erbicidele cu substanță activă quizalafop-p-etilul sunt utilizate pentru combaterea buruienilor din culturile de: mazăre, fasole, soia, floarea-soarelui, rapiță, cartof, sfeclă pentru zahăr, varză, tomate, ardei, pepeni verzi, lucernă, căpșuni, arbuști fructiferi, dar și în silvicultură. Combate următoarele specii de buruieni: *Avena fatua*, *Apera spica-venti*, *Agropyron repens*, *Cynodon dactylon*, *Lolium* spp., *Panicum miliaceum*, *Sorghum halepense*, samulastra de grâu și orz etc. După aplicare, la 10 - 15 zile, buruienile capătă culoare roșie-violacee (antoncianizate) și în decurs de 21 de zile mor în totalitate. În această perioadă nu se execută lucrări manuale sau mecanice pentru a da posibilitatea substanței active să se transloce în rizomi. Doza de aplicare este de 35 - 40 g/ha s.a. pentru buruienile monocotiledonate anuale și de 75 - 90 g/ha s.a. pentru monocotiledonate perene care răsar din rizomi.

QUIZALAFOP-P-TEFURIL, grupa: FENOXIPROPIONAȚI.

Se comercializează sub denumirea de: PANTERA 40 EC (Quizalafop-p-tefuril 40 g/l). Este un erbicid cu acțiune sistemică. Este flamabil, nu este coroziv sau volatil. Este absorbit de plantă prin frunze și translocat prin vasele conducătoare. Se acumulează în țesuturile meristemice. Acționează ca inhibitor ai acizilor grași, blocând biosinteza fosfolipidelor necesare reconstruirii membranelor celulare în procesul de diviziune. Simptomele vizibile constau în apariția de înroșiri, decolorări și necroze ale țesuturilor, care vor conduce, în final, la uscarea buruienilor. Se administrează postemergent, controlând numeroase specii de buruieni monocotiledonate anuale și perene: *Avena fatua*, *Apera spica-venti*, *Agropyron repens*, *Cynodon dactylon*, *Lolium* spp., *Panicum miliaceum*, *Sorghum halepense* și samulastra de grâu și orz etc. Erbicidul este selectiv pentru culturile de: soia, floarea-soarelui, rapiță, cartof, sfeclă pentru zahăr, tomate, ardei, castraveți, pepeni verzi, ceapă, lucernă, viță de vie, dar și în silvicultură.

După aplicare, la 10 - 15 zile, buruienile capătă culoare roșie-violacee (antoncianizate) și în decurs de 3 săptămâni sunt distruse în totalitate, de aceea în această perioadă nu se execută lucrări manuale sau mecanice pentru a da posibilitatea erbicidului să se transloce în rizomi. Doza de aplicare este de 30 g/ha s.a. pentru buruienile monocotiledonate anuale și de 60 g/ha s.a. pentru monocotiledonate perene care răsar din rizomi.

RIMSULFURON, grupa: SULFONILUREICE.

Se comercializează sub denumirea de: RINCON 25 SG (Rimsulfuron 250 g/kg), TITUS 25 DF (Rimsulfuron 250 g/kg) și în amestec cu alte substanțe active: ARIGO (Rimsulfuron 30 g/l + Mesotrione 360 g/l + Nicosulfuron 120 g/l), BASIS (Rimsulfuron 50% + Tifensulfuron-metil 25%), PRINCIPAL (Rimsulfuron 10,7% + Nicosulfuron 42,9%), PRINCIPAL PLUS (Rimsulfuron 23 g/l + Nicosulfuron 92 g/l + Dicamba 550 g/l), TITUS PLUS (Rimsulfuron 3,26% + Dicamba 60,87%).

Substanța activă rimsulfuron are acțiune sistemică. Este absorbită de plante prin frunze și rădăcini și translocată rapid în țesuturile meristematice. Mecanismul de acțiune constă în inhibarea biosintezei aminoacizilor valina și izoleucina, stopând diviziunea celulară și, ca urmare, creșterea buruienilor. Se aplică postemergent, controlând numeroase specii de buruieni monocotiledonate anuale și perene și multe specii de buruieni dicotiledonate. Monocotiledonate anuale: *Setaria* spp., *Echinochloa crus-galli*, *Digitaria sanguinalis*, *Lolium* spp., *Apera spica-venti*, *Bromus* spp., samulastra de grâu și orz. Monocotiledonate perene: *Sorghum halepense*, *Cynodon dactylon*, *Agropyron repens* etc. Dicotiledonate anuale: *Abutilon theophrasti*, *Amaranthus* sp., *Capsella bursa-pastoris*, *Fumaria* sp., *Senecio* sp., *Sinapis* sp., *Galinsoga* sp. etc.

Rimsulfuronul este folosit pentru combaterea buruienilor din culturile de porumb, cartof și tomate. Doza utilizată este de 10 - 15 g/ha s.a. în 250 - 300 l apă la care se adaugă un adjuvant, de regulă Trend 90 sau Asystent. Pentru combaterea costreii din rizomi, se urmărește ca acesta să răsară din rizomi în proporție de peste 90 - 95% și să ajungă în faza de 10 - 15 cm înălțime. După aplicare, la 10 - 15 zile, buruienile capătă culori roșcate iar efectul este total după 3 săptămâni. În această perioadă nu se recomandă a se interveni cu prașile mecanice sau manuale pentru a da posibilitatea ca erbicidul să se transloce în rizomi.



S-METOLACLOR, grupa: CLOROACETAMIDE.

Se comercializează sub denumirea de DUAL GOLD 960 EC (S-Metolaclor 960 g/l) și în amestec cu alte substanțe active sub numele de: CAMIX (S-Metolaclor 500 g/l + Mesotrione 60 g/l), GARDOPRIM PLUS GOLD 500 SC (S-Metolaclor 312,5 g/l + Terbutilazin 187,5 g/l), LUMAX 537,5 (S-Metolaclor 375 g/l + Mesotrione 37,5 g/l + Terbutilazin 125 g/l).

Substanța activă s-metolaclor are acțiune sistemică. Nu este corozivă, flamabilă sau volatilă. Este absorbită de plante predominant prin hipocotil, dar și prin coleoptil. Acționează ca inhibitor al biosintezei proteinelor și acizilor grași (cu efecte negative asupra metabolismului celular și diviziunii celulare), stopând alungirea rădăcinilor și în final procesul de creștere al buruienilor. Se aplică înainte de semănat și se încorporează superficial la 3 - 5 cm adâncime sau preemergent, fără încorporare, mai ales în zonele unde este umiditate suficientă în sol. Se utilizează pentru combaterea buruienilor din culturile de: porumb, sorg, soia, fasole, floarea-soarelui, rapiță, in, sfeclă pentru zahăr, cartof, tutun, tomate, ardei, vinete, morcov, ceapă, varză, conopidă, pepeni verzi, căpșun, arbuști fructiferi. Combate buruienile monocotiledonate anuale: *Setaria* spp., *Digitaria sanguinalis*, *Echinochloa crus-galli*, *Lolium* spp., *Sorghum halepense* din sămânță, precum și unele dicotiledonate anuale: *Amaranthus* spp., *Chenopodium* spp., *Portulaca* spp., *Stellaria* spp., *Capsella bursa-pastoris*, *Solanum nigrum* etc. Sunt rezistente: *Sinapis arvensis*, *Raphanus* spp., *Hibiscus* spp., *Abutilon* spp., *Xanthium* spp., *Datura stramonium* și toate buruienile perene monocotiledonate și dicotiledonate. Doza de aplicare este de 960 - 1440 g/ha s.a., în funcție de conținutul solului în humus.

SULCOTRIONE, grupa: CICLOHEXAN DIONE.

Se comercializează sub numele de: DECANO (Sulcotrione 300 g/l) și SULCOGAN 300 (Sulcotrione 300 g/l). Substanța activă sulcotrione are acțiune sistemică și este absorbită de plante predominant prin frunze, dar și prin rădăcini. Modul de acțiune a substanței active constă în inhibarea unor enzime celulare, producând în felul acesta dezechilibre metabolice majore, care duc la moartea plantelor sensibile (a buruienilor). Se aplică postemergent și controlează numeroase specii de buruieni dicotiledonate anuale în cultura de porumb. Doza de aplicare este de 450 g/ha substanță activă.

TEMBOTRIONE, grupa: CICLOHEXAN DIONE.

Se comercializează în amestec cu alte substanțe active sub numele de: CAPRENO 547 (Tembotrione 345 g/l + Tiencarbazon-metil 68 g/l + Isoxadifen-etil 134 g/l), LAUDIS 30 WG (Tembotrione 200 g/kg + Isoxadifen-etil = safener 100 g/l), LAUDIS OD 66 (Tembotrione 44 g/l + Isoxadifen-etil = safener 22 g/l).

Substanța activă tembotrione are acțiune sistemică. Se absoarbe predominant prin frunze, dar și prin rădăcini. Modul de acțiune a substanței active constă în inhibarea unor enzime celulare, producând dezechilibre metabolice majore, care duc la moartea buruienilor. După tratament, la câteva zile, frunzele buruienilor sensibile se decolorează, apoi apar necrozări iar efectul este total după 2 - 3 săptămâni. Se aplică postemergent și combate numeroase specii de buruieni mono și dicotiledonate din cultura de porumb.

TERBUTILAZIN, grupa TRIAZINE.

Se comercializează în amestec cu alte substanțe active sub numele de: AKRIS (SE) (Terbutilazin 250 g/l + Dimetenamid-P 280 g/l), CLICK COMBI (Terbutilazin 300 g/l + Dimetenamid-P 265 g/l), GARDOPRIM PLUS GOLD 500 SC (Terbutilazin 187,5 g/l + S-Metolaclor 312,5 g/l), LUMAX 537,5 SE (Terbutilazin 125 g/l + S-Metolaclor 375 g/l + Mesotrione 37,5 g/l), MERLIN DUO (Terbutilazin 375 g/l + Isoxaflutol 37,5 g/l), SUCCESSOR T (Terbutilazin 187,5 g/l + Petoxamid 300 g/l), TREK P 334 SE (Terbutilazin 270 g/l + Pendimetalin 64 g/l), ZEAGRAN 340 SE (Terbutilazin 250 g/l + Bromoxinil 90 g/l).

Substanța activă terbutilazin are acțiune sistemică. Este absorbită predominant prin rădăcini, dar și prin frunze și translocată în toată planta. Modul de acțiune a substanței active constă în inhibarea procesului de fotosinteză. Se aplică preemergent și postemergent timpuriu, controlând un spectru larg de buruieni mono și dicotiledonate din culturile de: porumb, sorg și floarea-soarelui.

TIENCARBAZON-METIL, grupa: METILCARBOXILAȚI.

Se comercializează în amestec cu alte substanțe active sub numele de: ADENGO 465 (Tiencarbazon-metil 90 g/l + Isoxaflutol 225 g/l + Ciprosulfamide = safener 150 g/l), EQUIP ACTIVE 56,5 OD (Tiencarbazon-metil 10 g/l + Foramsulfuron 31,5 g/l + Ciprosulfamide 15 g/l).

Substanța activă tiencarbazon-metil are acțiune sistemică. Este

absorbită de plante în principal prin frunze și translocată la nivelul tuturor organelor plantelor. Este folosit, în amestec cu alte substanțe active și cu un adjuvant, pentru combaterea buruienilor din cultura de porumb.

TIFENSULFURON-METIL, grupa: SULFONILUREICE.

Se comercializează sub numele de: HARMONY 50 SG (Tifensulfuron-metil 50%) și în amestec cu alte substanțe active sub numele de: ACCURATE EXTRA (Tifensulfuron-metil 680 g/kg + Metsulfuron-metil 70 g/kg), BASIS (Tifensulfuron-metil 25% + Rimsulfuron 50%), ERGON (Tifensulfuron-metil 682 g/l + Metsulfuron-metil 68 g/l), GRANSTAR SUPER (Tifensulfuron-metil 25% + Tribenuron-metil 25%), HARMONY EXTRA (Tifensulfuron-metil 50% + Tribenuron-metil 25%), TIVMETIX OD (Tifensulfuron-metil 190 g/l + Metsulfuron-metil 19 g/l).

Substanța activă tifensulfuron-metil are acțiune sistemică. Este absorbită de plante prin intermediul frunzelor și translocată la nivelul țesuturilor meristemice determinând stoparea creșterii buruienilor. Se aplică postemergent, controlând numeroase specii de buruieni dicotiledonate anuale din culturile de: soia, grâu, orz, orzoaică, secară, triticale, porumb. Aplicat ca erbicid simplu, se utilizează în doză de 6 g/ha s.a. în amestec cu un adjuvant (Trend).

TRIASULFURON, grupa: SULFONILUREICE.

Se comercializează sub denumirea de LOGRAN 20 WG (Triasulfuron 20%) și în amestec cu dicamba sub numele de LINTUR 70 WG (Triasulfuron 4,1% + Dicamba 65,9%). Este un erbicid sistemic, nevolatil, nu este coroziv sau flamabil. Se aplică la culturile de cereale păioase: grâu, orz, ovăz pentru combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene. Inhibă sinteza aminoacizilor esențiali, blocând diviziunea celulară și, ca urmare, dezvoltarea buruienilor. Tipic pentru acest erbicid este faptul că după aplicare, la 7 - 8 zile, apare îngălbenirea buruienilor, care în 2 - 3 săptămâni se usucă. Epoca de aplicare este impusă de partenerul de combinație (dicamba) și anume, de la înfrățire - formarea primului internod. Combate foarte bine buruienile: *Cirsium arvense*, *Galium aparine*, *Sinapis* spp., *Sonchus* spp., *Brassica* spp., *Centaurea* spp., *Matricaria* spp., *Anthemis* spp., *Papaver* spp., *Convolvulus arvensis*, *Polygonum* spp., *Papaver rhoeas*, *Stellaria media* etc. Nu combate: *Viola* spp., *Fumaria* spp. etc. Doza de aplicare este de 8 g/ha substanță activă, în 250 - 300 l apă.

TRIBENURON-METIL, grupa: SULFONILUREICE.

Se comercializează sub numele de: EXPRESS 50 SG (Tribenuron-metil 50%), HELMSTAR 75 WG (Tribenuron-metil 75%), NUANCE 75 WG (Tribenuron-metil 75%), RIVAL STAR 75 GD (Tribenuron-metil 75%), TARIKA (Tribenuron-metil 750 g/kg), TOSCANA (Tribenuron-metil 750 g/kg), TRIBE 75 WG (Tribenuron-metil 750 g/kg), TRIM AX 50 SG (Tribenuron-metil 500 g/l), TRIMMER 50 WG (Tribenuron-metil 500 g/kg), TRIMMER (Tribenuron-metil 75%). În amestec cu alte substanțe active se livrează ca: GRANSTAR COMBI (Tribenuron-metil 1% + MCPP-P 73%), GRANSTAR SUPER (Tribenuron-metil 25% + Tifensulfuron-metil 25%), HARMONY EXTRA (Tribenuron-metil 25% + Tifensulfuron-metil 50%), POINTER ULTRA (Tribenuron-metil 14,3% + Metsulfuron-metil 14,3%), RIVAL SUPER STAR 75 GD (Tribenuron-metil 37,5%) + Clorsulfuron 37,5%), SARACEN MAX (Tribenuron-metil 600 g/l + Florasulam 200 g/l), TRIPALI (Tribenuron-metil 83 g/kg + Florasulam 105 g/kg + Metsulfuron-metil 82,8 g/kg).

Substanța activă tribenuron-metil are acțiune sistemică. Este absorbită de plante în special prin frunze, acumulată la nivelul țesuturilor meristemice, inhibând enzima acetolactat sintaza, ceea ce determină încetarea diviziunii celulare și, ca urmare, blocarea creșterii buruienilor. Simptomele evidente sunt manifestate la început prin apariția de clorozări, apoi necrozări și uscarea buruienilor. Efectul este total după 2 - 3 săptămâni. Se aplică postemergent și combate numeroase specii de buruieni dicotiledonate anuale și perene: *Cirsium arvense*, *Agrostemma githago*, *Amaranthus* spp., *Matricaria* spp., *Anthemis* spp., *Lepidium draba*, *Brassica* spp., *Sinapis* spp., *Bifora* spp., *Papaver* spp., *Capsella bursa-pastoris*, *Polygonum* spp., *Raphanus* spp., *Vicia* spp. Nu combate speciile *Convolvulus arvensis* și *Veronica* spp.

Tribenuron-metilul este utilizat la fabricarea de erbicide simple și compuse pentru combaterea buruienilor din culturile de: grâu, orz, orzoaică, seară, triticale, ovăz. Se aplică în perioada de vegetație, de la înfrățire până la formarea primului internod (dacă se întârzie tratamentul, se poate aplica până la apariția celui de al doilea internod). Dozele de utilizare variază de la 6 g/ha s.a. la triticale, până la 10 - 20 g/ha s.a. la cultura de grâu. Nu ridică probleme de remanență pentru culturile postmergătoare.

TRIFLUSULFURON-METIL, grupa: SULFONILUREICE.

Se comercializează sub numele de SAFARI 50 WG (Triflusulfuron-metil 50%). Erbicidul are acțiune sistemică, este absorbit prin frunze și translocat în țesuturile meristemice. Este un inhibitor al biosintezei aminoacizilor esențiali, valina și izoleucina, blocând diviziunea celulară și ca urmare creșterea buruienilor. Se aplică postemergent și combate specii de buruieni dicotiledonate anuale și perene din cultura de sfeclă pentru zahăr. Doza de aplicare este de 15 g/ha s.a.

TRITOSULFURON, grupa: SULFONILUREICE.

Se comercializează în amestec cu alte substanțe active sub numele de: ARRAT (Tritosulfuron 25% + Dicamba 50%), BIATHLON 4 D (Tritosulfuron 714 g/l + Florasulam 54 g/l) și CALLAM (12,5% + Dicamba 60%).

Substanța activă tritosulfuron are acțiune sistemică. Este absorbită de plante în principal prin frunze și translocată în țesuturile meristemice. Modul de acțiune constă în inhibarea biosintezei aminoacizilor valina și izoleucina, blocând diviziunea celulară și, ca urmare, procesul de creștere al plantelor (buruienilor). Se aplică postemergent și combate numeroase buruieni dicotiledonate din culturile de grâu, orz, ovăz, secară, triticales și porumb.

10.19 COMBATEREA BURUIENILOR DIN CULTURILE AGRICOLE

10.19.1 COMBATEREA BURUIENILOR DIN CULTURILE DE CEREALE

Culturile de cereale ocupă în țara noastră o suprafață de peste 6 milioane de hectare, respectiv peste 60% din suprafața arabilă. Această situație a determinat ca cele mai multe din cercetările agricole realizate până în prezent în domeniul tehnologiei de cultivare, în general și a combaterii buruienilor, în special, să fie orientate către aceste culturi. Acest aspect scoate în evidență importanța culturii de cereale pentru hrana oamenilor, a animalelor și pentru industria prelucrătoare.



În etapa actuală, pentru fiecare cultură din această grupă, grâu, orz, orzoaică, secară, ovăz, triticale, orez, porumb și sorg, au fost realizate programe de combatere integrată a buruienilor în cadrul unor asolamente și rotații științific organizate. Acum, când nivelul producțiilor soiurilor și hibrizilor a crescut foarte mult, nu se mai poate elabora o tehnologie de cultură fără un program științific riguros al combaterii buruienilor.

Realizarea unui plan de combatere a buruienilor dintr-o cultură agricolă se face pe baza rezultatelor științifice, teoretice și practice, obținute până în prezent și ținând seama de anumite cerințe:

- asolamentele și rotațiile din cadrul unei societăți, să fie bine cunoscute și realizate, cu istoric, suprafețe, producții și interdicții de cultivare, astfel încât revenirea unei culturi agricole pe aceeași solă să fie posibilă numai după minimum 4 ani;

- cartarea buruienilor în cadrul asolamentului, identificarea structurii acestora pe specii, ponderii buruienilor anuale, buruieni perene și monocotiledonate sau dicotiledonate, anuale sau perene;

- cunoștințe temeinice cu privire la erbicide, tipul acestora, dozele recomandate, spectrul de combatere a buruienilor, momentele de aplicare, astfel încât cunoscând aceste aspecte, fermierul să poată alege pentru ferma sa cele mai eficiente erbicide care să-i rezolve problemele de combatere a buruienilor din culturi;

- utilizarea de produse combinate, prietenoase cu mediul înconjurător, fără probleme de remanență, astfel încât asolamentele în succesiunea lor să nu fie întrerupte;

- cunoașterea echipamentelor de administrat aceste produse, a caracteristicilor tehnice, cerințelor practice de funcționare și realizare a protecției utilizatorului și a culturilor agricole.

Succesul unui program de combatere a buruienilor stă în priceperea profesională a oricărui fermier, care știe să îmbine dezvoltarea științifică în domeniu cu particularitățile economico-financiare ale fiecărei ferme, astfel încât acest program să-i asigure culturi curate de buruieni, sănătoase, cu producții mari și fără să afecteze mediul.

10.19.2 COMBATEREA BURUIENILOR DIN CULTURA DE GRÂU DE TOAMNĂ (*Triticum aestivum* spp. *vulgare*)

Primele erbicide sintetizate pe plan mondial pe bază de 2,4-D și MCPA, în anul 1942, au deschis o nouă etapă în agricultura mondială.

Faptul că grâul ocupă cea mai mare suprafață cultivată în lume, a făcut ca numărul substanțelor erbicide utilizate în prezent să fie foarte mare, peste 100 substanțe active, din care, în diferite combinații, rezultă peste 250 de erbicide. Nici o altă cultură agricolă nu dispune de un număr așa de mare de erbicide ca grâul.

Fermierul are astăzi la dispoziție foarte multe produse erbicide, cu una, două și uneori trei substanțe active, fapt care-i asigură un spectru foarte mare de combatere a buruienilor, atât monocotiledonate, cât și dicotiledonate.

În țara noastră cultura de grâu, în funcție de zona pedoclimatică, este infestată în marea majoritate cu buruieni dicotiledonate anuale și perene în proporție de peste 85 - 95%. Sunt unele zone ca Transilvania și Banat, în care buruienile monocotiledonate anuale au o pondere de 10 - 15%, respectiv speciile: *Apera spica-venti*, *Avena fatua*, *Lolium temulentum* și *Bromus secalinus*. Câteva din aceste specii s-au răspândit foarte mult și în sudul României, fie datorită lipsei măsurilor preventive, fie a lipsei de disciplină în respectarea acestora, dar și a carantinei fitosanitare interne.

Buruienile produc pagube însemnate culturilor de grâu, unele dintre specii devenind greu de combătut, numite „buruieni problemă”. Pentru aceste specii de buruieni, fermierul trebuie să realizeze programe speciale de combatere, în care să folosească toate mijloace agrochimice și chimice pentru eliminarea lor.

Pagubele produse de buruieni culturilor de grâu sunt cantitative, prin diminuarea producției, calitative, prin deteriorarea calității de panificație a grâului, sub aspectul gustului, mirosului și calității glutenului, dar și estetice, un lan de grâu cu greșuri de combatere dă o notă proastă fermierului.

Prin utilizarea erbicidelor înregistrate în prezent în România se poate afirma că este posibil să elaborăm un program care să realizeze combaterea în totalitate a speciilor de buruieni, în majoritatea fermelor, din toate zonele țării.

10.19.2.1 SPECIILE DE BURUIENI PREZENTE ÎN CULTURA GRÂULUI DE TOAMNĂ

Cartarea buruienilor din România (21), arată că cele mai importante și frecvente specii care infestază culturile de grâu sunt următoarele:

- | | |
|---|---|
| 1. <i>Adonis aestivalis</i> – Da | 6. <i>Anthemis arvensis</i> – Da |
| 2. <i>Agrostemma githago</i> – Da | 7. <i>Anthemis cotula</i> – Da |
| 3. <i>Agrostis alba</i> – Mp | 8. <i>Anagallis arvensis</i> – Da |
| 4. <i>Agropyron repens</i> – Mp | 9. <i>Apera spica-venti</i> – Ma |
| 5. <i>Anthemis austriaca</i> – Da | 10. <i>Avena fatua</i> – Ma |
| 11. <i>Bifora radians</i> – Da | 43. <i>Myosotis arvensis</i> – Da |
| 12. <i>Bidens pilosa</i> – Da | 44. <i>Papaver rhoeas</i> – Da |
| 13. <i>Bromus secalinus</i> – Ma | 45. <i>Polygonum convolvulus</i> – Da |
| 14. <i>Brassica rapa</i> – Da | 46. <i>Polygonum lapathifolium</i> – Da |
| 15. <i>Bromus secalinus</i> – Ma | 47. <i>Polygonum aviculare</i> – Da |
| 16. <i>Camelina microcarpa</i> – Da | 48. <i>Polygonum persicaria</i> – Da |
| 17. <i>Capsella bursa-pastoris</i> – Da | 49. <i>Polygonum amphibium</i> – Dp |
| 18. <i>Cardaria draba</i> – Dp | 50. <i>Raphanus raphanistrum</i> – Da |
| 19. <i>Centaurea cyanus</i> – Da | 51. <i>Ranunculus arvensis</i> – Da |
| 20. <i>Chenopodium</i> spp. – Da | 52. <i>Ranunculus acris</i> – Da |
| 21. <i>Chrysanthemum segetum</i> – Da | 53. <i>Ranunculus repens</i> – Dp |
| 22. <i>Cirsium arvense</i> – Dp | 54. <i>Rorippa sylvestris</i> – Dp |
| 23. <i>Consolida regalis</i> – Da | 55. <i>Rumex acetosella</i> – Dp |
| 24. <i>Convolvulus arvensis</i> – Dp | 56. <i>Rumex crispus</i> – Da |
| 25. <i>Delphinium consolida</i> – Da | 57. <i>Senecio vulgaris</i> – Da |
| 26. <i>Diplotaxis muralis</i> – Da | 58. <i>Sinapis arvensis</i> – Da |
| 27. <i>Descurainia sophia</i> – Da | 59. <i>Sonchus arvensis</i> – Da |
| 28. <i>Erodium cicutarium</i> – Da | 60. <i>Sonchus oleraceus</i> – Da |
| 29. <i>Erigeron canadensis</i> – Da | 61. <i>Scleranthus annuus</i> – Da |
| 30. <i>Equisetum arvense</i> – Pp | 62. <i>Spergula arvensis</i> – Da |
| 31. <i>Fumaria officinalis</i> – Da | 63. <i>Stachys arvensis</i> – Dp |
| 32. <i>Galeopsis tetrahit</i> – Da | 64. <i>Stellaria media</i> – Da |
| 33. <i>Galinsoga parviflora</i> – Da | 65. <i>Thlaspi arvense</i> – Da |
| 34. <i>Galeopsis ladanum</i> – Da | 66. <i>Tussilago farfara</i> – Da |
| 35. <i>Galium aparine</i> – Da | 67. <i>Veronica arvensis</i> – Da |

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------------|
| 36. <i>Lamium amplexicaule</i> – Da | 68. <i>Veronica hederifolia</i> – Da |
| 37. <i>Lamium purpureum</i> – Da | 69. <i>Veronica persica</i> – Da |
| 38. <i>Lepidium draba</i> – Dp | 70. <i>Vicia cracca</i> – Dp |
| 39. <i>Matricaria inodora</i> – Da | 71. <i>Vicia hirsuta</i> – Da |
| 40. <i>Matricaria chamomilla</i> – Da | 72. <i>Vicia tetrasperma</i> – Da |
| 41. <i>Melampyrum arvense</i> – Sp | 73. <i>Viola arvensis</i> – Da |
| 42. <i>Mercurialis annua</i> – Da | 74. <i>Viola tricolor</i> – Da |

Da – dicotiledonată anuală

Dp – dicotiledonată perenă

Sp – specie parazită

Ma – monocotiledonată anuală

Mp – monocotiledonată perenă

Pp – pteridofită perenă

Constatăm că din numărul mare de specii de buruieni care infestază cultura de grâu, peste 90% dintre acestea sunt specii de buruieni dicotiledonate anuale și perene și aproximativ 10% specii de buruieni monocotiledonate anuale și perene.

Dintre toate aceste specii doar 10 - 15 sunt sensibile la erbicidul 2,4-D (*Sinapis arvensis*, *Thlaspi arvense*, *Centaurea cyanus*, *Raphanus raphanistrum*, *Capsella bursa-pastoris*, *Chenopodium* sp., *Anagallis arvensis*, *Cirsium arvense*, *Sonchus arvensis*). Restul speciilor de buruieni sunt rezistente la aceste erbicide care au ca substanță activă 2,4-D sau MCPA.

De regulă, nu există o cultură de grâu care să aibă numai buruieni sensibile la 2,4-D, ci aproape în toate cazurile vom identifica un spectru de buruieni foarte diversificat. Pe baza cercetărilor efectuate o perioadă lungă de timp (15, 16, 17, 18, 19, 20) ș.a. s-a stabilit cu exactitate că majoritatea erbicidelor care se aplică la cultura de grâu nu au o „selectivitate fiziologică” față de plantele de grâu, utilizarea lor se bazează mai mult pe toleranța anatomică a plantelor de grâu, morfologică de ordin fizic și abia în ultimă instanță fiziologică.

Selectivitatea erbicidelor la grâu se bazează pe următoarele considerente:

- pătrunderea diferențiată a erbicidelor în plantă;
- translocarea diferită a erbicidelor în plantă;
- o periodizare a susceptibilității plantelor de grâu în anumite faze de vegetație față de altele. Aplicarea erbicidelor la cultura grâului se bazează pe rezistența în anumite faze de dezvoltare a plantelor. Astfel, plantele de grâu

sunt sensibile în anumite faze de dezvoltare, dar sunt rezistente sau tolerante în alte faze de creștere.

Majoritatea erbicidelor care se aplică la cultura de grâu sunt sistemice, selective la dozele omologate, în funcție de faza de dezvoltare a plantelor de grâu, cât și a buruienilor. Erbicidele care se aplică culturii de grâu formează soluții apoase și se aplică în perioada de vegetație, deci postemergent, atât toamna până la intrarea în iarnă (în funcție de nivelul de îmburuienare și de faza de creștere a plantelor de grâu), dar mai ales primăvara, postemergent, când buruienile sunt răsărite în totalitate, se găsesc în faza de „rozetă” și au 4 - 6 frunze adevărate, care sunt lipite de pământ și formează prin dispunerea lor o rozetă (figura 10.9).



Figura 10.9 - Faza de rozetă a buruienilor primăvara (original)

10.19.2.2 COMBATAREA BURUIENILOR MONOCOTILEDONATE ANUALE ȘI PERENE DIN CULTURA DE GRÂU

La cultura grâului, pentru combaterea buruienilor monocotiledonate anuale (*Avena fatua*, *Apera spica-venti*, *Bromus secalinus*, *Lolium temulentum*, *Agrostis tenuis* etc.), erbicidele utilizate se aplică fie toamna, fie primăvara. Epoca optimă de aplicare a acestor erbicide este înainte ca buruienile anuale să

înceapă procesul de înfrățire și împăiere. Această epocă corespunde cu faza de înfrățire a grâului, când temperatura, primăvara sau toamna, este peste 14 °C. Aplicarea acestor erbicide după epoca optimă, face ca buruienile să devină mai rezistente și efectul erbicidelor să fie mult diminuat.

Sunt unele erbicide care se pot aplica toamna după semănat, preemergent, însă de regulă aceste tratamente nu se practică, pentru faptul că specialistul nu are siguranța că buruienile monocotiledonate vor răsări și vor infesta cultura de grâu. Erbicidele care se aplică toamna preemergent, au ca efect inhibarea germinației semințelor de buruieni (Sharpen 33 EC, Stomp Aqua etc.). Efectul acestor erbicide este asigurat doar dacă umiditatea din sol este optimă, astfel ca semințele de buruieni monocotiledonate să poată germina, iar efectul erbicidelor să fie asigurat.

Aplicarea erbicidelor postemergent este cea mai utilizată de specialiștii agronomi, deoarece avem certitudinea răsării buruienilor, a spectrului de îmburuienare și a fazei optime de dezvoltare (tabelul 10.1).

Tabelul 10.1

Erbicide la cultura de grâu de toamnă (*Triticum aestivum*) pentru combaterea buruienilor monocotiledonate anuale

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza (l, kg/ha)	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	TOLUREX 50 SC	Clorotoluron	500 g/l	2,0 - 3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale: <i>Avena fatua</i> , <i>Apera spica-venti</i>
2.	SHARPEN 33 EC	Pendimetalin	330 g/l	4,5 l/ha	Preemergent (la max.2 zile după semănat)	Buruieni monocotiledonate și unele dicotiledonate
3.	STOMP AQUA	Pendimetalin	455 g/l	2,0 - 2,9 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate și unele dicotiledonate
4.	ATTRIBUT 70 SG	Propoxycarbazon	700 g/kg	0,06 - 0,1 kg/ha	Postemergent (2 - 4 frunze, înainte de înfrățire)	Buruieni monocotiledonate și unele dicotiledonate anuale
5.	AXIAL 050 EC	Pinoxaden + Cloquintocet-mexil (safener)	50 g/l 12,5 g/l	0,9 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale: <i>Apera spica-venti</i> , <i>Avena fatua</i> (faza de max. 4 frunze)

6.	AXIAL ONE (EC)	Pinoxaden + Florasulam + Cloquintocet- mexil (safener)	45 g/l 5 g/l 11,25 g/l	1 l/ha	Postemergent (începutul înfrățirii până la apariția frunzei standard)	Buruieni monocotiledonate anuale (<i>Apera spica-venti</i> , <i>Avena fatua</i>) și unele dicotiledonate anuale Buruieni maximum 4 frunze
7.	BATTLE DELTA	Flufenacet + Diflufenican	400 g/l 200 g/l	0,425 - 0,6 l/ha	De la semănat, până la începutul înfrățirii	Buruieni monocotiledonate sensibile și dicotiledonate anuale
8.	FLORAMIX (WG)	Piroxulam + Florasulam + Cloquintocet - mexil (safener)	70,8 g/kg 14,2 g/kg 70,8 g/kg	260 g/ha + 0,6 l/ha	Postemergent înainte de înfrățire	Buruieni monocotiledonate anuale: (<i>Avena fatua</i> , <i>Apera spica-venti</i>) și unele dicotiledonate
9.	FOXTROT 69 EW	Fenoxaprop- etil + Cloquintocet mexil (safener)	69 g/l 34,5 g/l	0,9 - 1,1 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale: <i>Apera spica-venti</i> , <i>Avena fatua</i> (faza de 2 - 4 frz.)
10.	HUSSAR ACTIV OD (DC)	2,4-D (2 EHE) + Iodosulfuron- metil-Na	377 g/l 10 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni anuale monocotiledonate (înainte de înfrățire) și dicotiledonate
11.	PALLAS 75 WG	Piroxulam + Cloquintocet- mexil (safener - Dasoil)	7,50% 7,50%	0,11 - 0,25 kg/ha + 1,0 l/ha adjuvant	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale (în faza de 2 - 4 frunze) și unele dicotiledonate
12.	SEKATOR PROGRESS OD (SC)	Amidosulfuron + Iodosulfuron- metil-Na + Mefenpir dietil (safener)	100 g/l 25 g/l 250 g/l	0,15 l/ha	Postemergent	Monocotiledonate anuale, în faza de 2 - 4 frunze, înainte de înfrățire și unele dicotiledonate
13.	TIVMETIX OD	Metsulfuron- metil + Tifensulfuron- metil	19 g/l 190 g/l	0,2 l/ha	Postemergent	Dicotiledonate anuale și monocotiledonate anuale (<i>Apera spica-venti</i>)
14.	TRAXOS (EC)	Clodinafop- propargil + Pinoxaden + Cloquintocet- mexil (safener)	25 g/l 25 g/l 6,25 g/l	0,8 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale: <i>Apera spica-venti</i> , <i>Avena fatua</i> (faza de 2 - 4 frz., înainte de înfrățire)

Buruienile monocotiledonate anuale, *Avena fatua* și *Apera spica-venti*, infestază culturile de grâu, în special din zona Transilvaniei și Banatului, datorită climatului blând cu regim de umiditate normal și temperaturi nu foarte scăzute iarna.

În prezent, s-a răspândit foarte mult specia *Bromus secalinus* (obsiga secarei), în special datorită semințelor utilizate, lipsei unei carantine fitosanitare interne, precum și ușurinței cu care fermierul acceptă materialul de semănat, de multe ori necertificat.

Toate aceste specii de buruieni devin foarte periculoase când densitatea depășește 25 pl/m², uneori 100 - 120 pl/m², ca în Transilvania și Banat.

De cele mai multe ori culturile de grâu nu sunt infestate doar cu buruieni monocotiledonate, ci și cu dicotiledonate anuale și perene.

În cazul în care faza de dezvoltare a buruienilor monocotiledonate corespunde cu faza de dezvoltare a buruienilor dicotiledonate, operația de erbicidat se poate face împreună cu un erbicid pentru dicotiledonate. Dacă perioada nu corespunde, se aplică prima dată erbicidele pentru combaterea buruienilor monocotiledonate și apoi pentru cele dicotiledonate.

10.19.2.3 COMBATEREA BURUIENILOR DICOTILEDONATE ANUALE ȘI PERENE DIN CULTURA DE GRÂU

Pentru combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene din cultura de grâu, epoca optimă de aplicare pentru toate erbicidele este „sfârșitul perioadei de înfrățire – până la formarea primului internod” (figura 10.10) (21).

După cum se știe, perioada de viață a oricărei plante cuprinde două etape: o etapă vegetativă de creștere a frunzelor, rădăcinilor și tulpinii și o perioadă generativă de formare a sistemului de reproducere, respectiv gineceul și androceul.

Epoca optimă de aplicare a erbicidelor la grâu, se suprapune peste această fază de trecere a plantelor de la faza vegetativă la faza generativă, perioadă în care plantele tolerează erbicidele și nu se manifestă influențe negative evidente asupra metabolismului plantei.

Această fază optimă este strictă pentru erbicidul dicamba (Icedin forte, Ceredin forte, Dicopur Top, Dicash etc.) cât și pentru toate erbicidele care au în componență săruri sau esteri ai acizilor 2,4-D (SDMA, DMA-6, Dicopur D, Bucril universal, Mustang etc.) sau methyl-clorophenoxyacetic

(Dikotex, MCPA, Dicopur M). Aceste erbicide se mai numesc și „erbicide hormonale”, „stimulatoare de creștere” ori „regulatori de creștere”.

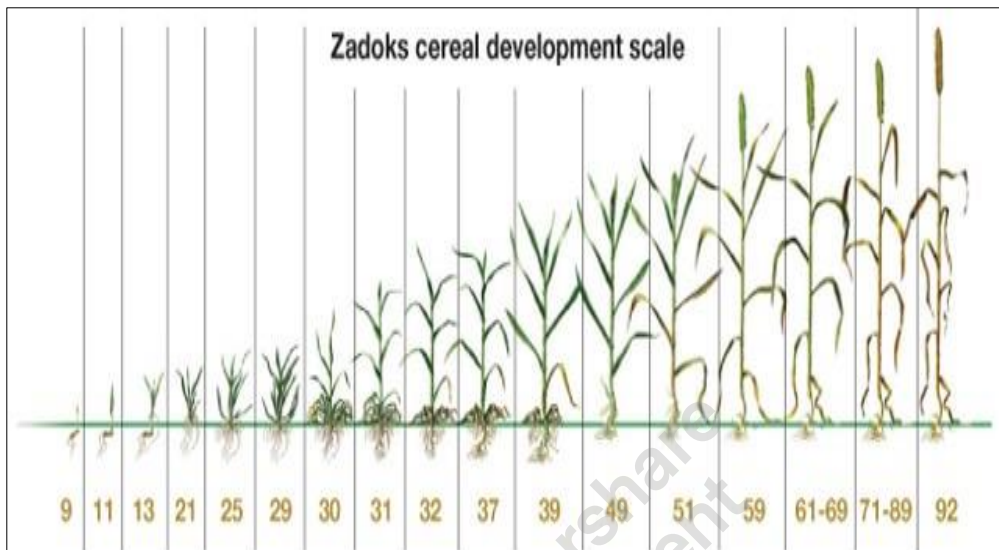


Figura 10.10 - Scara BBCH (Zadoks), cu fazele de dezvoltare a plantelor de grâu și epoca optimă de aplicare a erbicidelor

La aceste grupe de erbicide trebuie respectată foarte strict epoca de aplicare la grâu. Dacă se aplică înainte de epoca optimă (sfârșitul perioadei de înfrățire - formarea primului internod), intervin în procesul de diviziune celulară, de formare a primordiilor spicului și spiculețelor și pot determina așa-numitul proces de „știrbire a spicului” (spic cu spiculețe lipsă) sau bifurcarea spicului (spic cu două, uneori trei vârfuri) (21).

Dacă aceste erbicide sunt aplicate după epoca optimă (la 1-2-3 internodii), ele intervin în procesul de organogeneză florală (formarea organelor de reproducere masculine și femele) și pot provoca sterilitatea polenului în proporție de 20-100%. Dacă sunt aplicate în faza de 2-3 internodii, lanul de grâu va fi curat, dar spicele vor fi în procent de 90 - 100% sterile. Acest aspect de fitotoxicitate se recunoaște foarte ușor, prin aspectul erect (drept) al spicului de grâu sau spic răsfirat în formă de „coadă de șobolan”.

Aplicarea târzie a erbicidelor, peste epoca optimă, face ca în lanul de grâu să apară următoarele fenomene nedorite: spice sterile în diferite procente, boabe șiștave, numărul de frați pe plantă se micșorează sau rămân buruieni parțial necombătute datorită depășirii fazei optime de aplicare (tabelul 10.2).

Aplicarea erbicidelor în epoca optimă (Stadiul F-H), când frunzele plantelor de grâu au o poziție aproape verticală și o capacitate de reținere a picăturilor de amestec erbicid foarte mică (acestea alunecă pe limbul foliar și se scurg spre sol, se produce fenomenul run off), face ca plantele de grâu să tolereze foarte bine erbicidele.

Tabelul 10.2

**Influența tipului de erbicid și a epocii de aplicare a acestora
asupra nivelului producției medii la 5 soiuri de grâu studiate la
ICCPT Fundulea (1988 – 1992)**

Erbicidul aplicat	Doza (kg, l/ha)	Producția obținută:		
		Kg/ha	Pierderi de producție (kg/ha)	Semnificația
<i>Epoca I (prea devreme: faza de început de înfrățire)</i>				
Martor netratat	-	4809	Mt	-
Icedin Super	1,0	5248	439	**
SDMA	2,0	5041	232	-
Glean 75 WP	0,02	5444	635	***
Aniten D	4,0	5196	383	-
<i>Epoca a II-a (epoca optimă: sfârșit de înfrățire - formarea primului internod)</i>				
Martor netratat	-	4809	Mt	-
Icedin Super	1,0	5889	1076	***
SDMA	2,0	5320	511	**
Glean 75 WP	0,02	6025	1219	***
Aniten D	4,0	5638	820	***
<i>Epoca a III-a (prea târziu: faza de 2 - 3 internodii)</i>				
Martor netratat	-	4809	Mt	-
Icedin Super	1,0	3342	-1466	000
SDMA	2,0	4314	-494	00
Glean 75 WP	0,02	5014	205	-
Aniten D	4,0	4640	-168	-
DL 5% = 390 kg/ha		DL 1% = 420 kg/ha		DL 0,1% = 570 kg/ha

Când erbicidele sunt aplicate în epoca optimă, buruienile sunt combătute în proporție de 100%, lanul de grâu este încheiat, spicele sunt normale și se realizează producții mari și de calitate superioară.

Când aceste erbicide hormonale sunt aplicate în afara epocii optime, se deteriorează foarte mult indicatorii de calitate ai grâului (conținut de gluten,

calitatea glutenului) și ai făinii (nota farinografică – adică calitatea făinii de a forma un aluat de pâine care să crească suficient) etc.

Diferențele de calitate a făinii obținute din boabe de grâu netratate cu erbicide, tratate cu 2,4-D + dicamba aplicate în epoca optimă și cu 2,4-D + dicamba la stadiul de 2 3 internodii sunt foarte mari (fig. 10.11, 10.12, 10.13, 10.14).

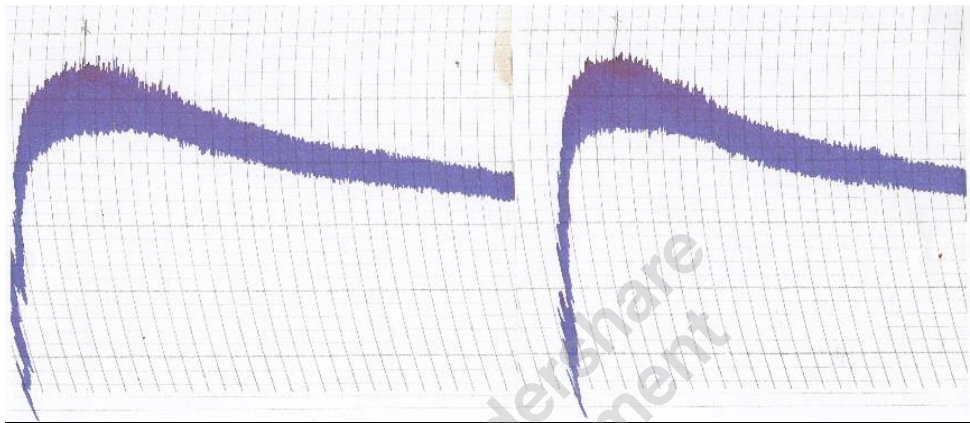


Figura 10.11 - Farinograma la varianta Martor netratat

Figura 10.12 - Farinograma la varianta erbicidată cu 2,4-D + dicamba, în epoca optimă

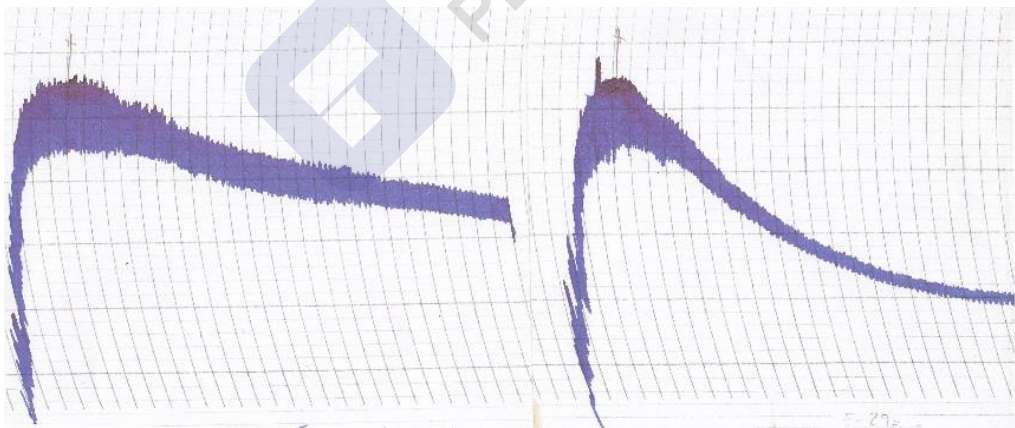


Figura 10.13. Farinograma variantei erbicidate cu 2,4-D + dicamba, în epoca optimă

Figura 10.14. Farinograma variantei erbicidate cu 2,4-D + dicamba în faza de 2 internodii

Aplicarea tuturor erbicidelor în epoca optimă, sfârșitul înfrățirii - formarea primului internod, corespunde cu faza de rozetă a buruienilor, adică



4-6 frunze dispuse orizontal pe pământ în jurul rădăcinii. În această fază buruienile sunt răsărite în totalitate, lanul de grâu este încheiat, iar plantele de grâu au cea mai bună selectivitate pentru toate tipurile de erbicide. Este improprie sintagma „erbicide care se aplică la grâu până în faza de înspicare”. Toate erbicidele trebuie aplicate în epoca optimă. Dacă se întârzie operația de erbicidat, numai din motive obiective, se poate aplica un erbicid care să nu aibă în componență 2,4-D, dicamba, MCPA, MCPB etc., dar să nu se depășească faza de 1-2 internodii. Cu cât se întârzie aplicarea erbicidelor, cu atât competiția buruienilor cu grâul este mai mare, buruienile sunt combătute insuficient, crește foarte mult talia acestora, formează 10 - 12 frunze, cu tulpini bine diferențiate și sistem radicular dezvoltat, iar producția se diminuează atât cantitativ, cât și calitativ.

De o lungă perioadă de timp se utilizează formula „buruieni sensibile la 2,4-D și rezistente la 2,4-D”, deși în prezent, în cultura de grâu din orice zonă a țării găsim un spectru foarte larg de buruieni, care cuprinde cel puțin 15-20 specii foarte comune, ceea ce face ca această diferențiere să nu mai fie necesară. Pentru combaterea buruienilor din cultura de grâu se poate aplica unul din erbicidele prezentate în tabelele următoare, în dozele omologate, fără să mai evidențiem sensibilitatea acestora la 2,4-D, MCPA sau MCPB, însă din considerente de ordin practic acceptăm în continuare și această formulare.

De regulă, în prezent se utilizează erbicide cu 1, 2 sau mai multe substanțe active, tocmai pentru a mări spectrul de combatere, o toleranță cât mai bună față de plantele de grâu, dar mai ales fără să aibă efecte nedorite în mediu (tabelul 10.3).

Aplicarea unui singur erbicid mai mulți ani la rând, conduce la proliferarea unor specii de buruieni rezistente la acest erbicid. Pentru acest considerent este foarte bine ca anual să utilizăm pentru combaterea buruienilor, erbicide diferite ca spectru de combatere și conținut în substanțe active.

În țara noastră, erbicidele aplicate la cultura grâului se aplică în general terestru, cu echipamente specifice, în amestec cu 200 - 300 l apă. Nu trebuie depășită această cantitate de 300 l apă, pentru a nu provoca fenomenul de „run off”, scurgere a erbicidului de pe frunzele buruienilor.

10.19.2.4 ERBICIDELE UTILIZATE PENTRU COMBATERICA BURUIENILOR DICOTILEDONATE ANUALE ȘI PERENE DIN CULTURA DE GRÂU

În România, în culturile de grâu putem întâlni următoarele situații:

a. Pentru cultura de grâu infestată cu buruieni sensibile la 2,4-D, MCPA se poate utiliza unul din erbicidele prezentate în tabelul 10.3:

Tabelul 10.3

Erbicidele utilizate pentru combaterea buruienilor sensibile la 2,4-D și MCPA

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza (l, kg/ha)	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	AMINO 600 SL*	Acid 2,4-D	600 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
2.	SDMA SUPER*	Acid 2,4-D	600 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
3.	2,4 D 660 SL*	Acid 2,4-D	660 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
4.	DICOPUR D SL*	Acid 2,4-D	600 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
5.	DMA 6 SL*	Acid 2,4-D	660 g/l	0,8 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
6.	DMA EXTRA 600 SL*	Acid 2,4-D	600 g/l	0,9 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
7.	DICOTERON 60 SL*	Acid 2,4-D	850 g/l	0,6 - 0,8 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
8.	ESTERON EXTRA 600 EC*	Acid 2,4-D	600 g/l	0,8 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
9.	ESTET*	Acid 2,4-D	600 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
10.	DICOPUR M SL*	MCPA Acid 2,4-D	750 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate

* se aplică totdeauna cu un alt erbicid care conține dicamba, fluroxipyr sau tribenuron-metil.

b. *Erbicidele utilizate pentru combaterea buruienilor dicotiledonate rezistente la 2,4-D și MCPA sunt prezentate în tabelul 10.4:*

Tabelul 10.4

Erbicidele utilizate pentru combaterea buruienilor dicotiledonate rezistente la 2,4-D și MCPA din cultura de grâu (*Triticum aestivum*)

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza (l, kg/ha)	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	BEFLEX	Beflubutamid	500 g/l	0,5 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
2.	BROMOTRIL 40 EC	Bromoximil	400 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
3.	LONTREL 300 (EC)	Clopiralid	300 g/l	0,3 - 0,5 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
4.	VIVENDI 200	Clopiralid	200 g/l	0,35 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
5.	GLEAN 75 DF (FG)	Clorsulfuron	750 g/l	0,015 - 0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
6.	RIVAL 75 GD (FG)	Clorsulfuron	750 g/l	0,015 - 0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
7.	CERLIT (EC)	Fluroxipir	250 g/l	0,8 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate (turiță, volbură exclusiv: pălămida;)
8.	FLUROSTAR 200	Fluroxipir	200 g/l	1,0 l/ha 0,75 l/ha	Postemergent grâu de toamnă + durum grâu de primăvară	Buruieni dicotiledonate
9.	GALAPER 200 EC	Fluroxipir	200 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
10.	HATCHET EXTRA	Fluroxipir	200 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
11.	HUDSON	Fluroxipir	200 g/l	1,0 l/ha 0,75 l/ha	Postemergent grâu de toamnă + grâu primăvară	Buruieni dicotiledonate
12.	TOMIGAN 250 EC	Fluroxipir	250 g/l	0,8 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale: volbura; rocoina; trei frați pătați; traista-ciobanului

Tabelul 10.4 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6
13.	SARACEN	Florasulam	50 g/l	0,1 - 0,15 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
14.	ACCURATE	Metsulfuron-metil	200 g/l	0,015 kg/ha 0,03 kg/ha	Postemergent toamna primăvara	Buruieni dicotiledonate
15.	ISOMEXX 60 WG	Metsulfuron-metil	600 g/kg	0,01 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
16.	LAREN PRO 20 SG	Metsulfuron-metil	200 g/kg	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
17.	FINY	Metsulfuron-metil	200 g/l	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
18.	GALMET 20 SG	Metsulfuron-metil	200 g/l	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
19.	ISOMEXX 20 WG	Metsulfuron-metil	200 g/l	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
20.	METRO 20	Metsulfuron-metil	200 g/l	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
21.	PRIMSTAR SUPER (FG)	Metsulfuron-metil	600 g/l	0,01 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
22.	ROTER 600 WG	Metsulfuron-metil	600 g/l	0,01 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
23.	SAVVY	Metsulfuron-metil	200 g/l	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
24.	LOGRAN 20 WG (SG)	Triasulfuron	200 g/kg	0,0375 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
25.	HELMSTAR 75 WG	Tribenuron-metil	750 g/kg	0,015 - 0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
26.	NUANCE 75 WG	Tribenuron-metil	750 g/kg	0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
27.	RIVAL STAR 75 GD (FG)	Tribenuron-metil	750 g/kg	0,015 - 0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
28.	TARIKA	Tribenuron-metil	750 g/kg	0,02 - 0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
29.	TOSCANA	Tribenuron-metil	750 g/kg	0,015 - 0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
30.	TRIBE 75 WG	Tribenuron-metil	750 g/kg	0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
31.	TRIMAX 50 SG	Tribenuron-metil	500 g/l	0,030 - 0,040 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
32.	TRIMMER	Tribenuron-metil	750 g/kg	0,015 - 0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
33.	TRIMMER 50 WG	Tribenuron-metil	500 g/kg	0,02 - 0,03 kg/ha	Postemergent (de la 2 frunze - până la fenofaza de standard)	Buruieni dicotiledonate

<i>Tabelul 10.4 (continuare)</i>						
0	1	2	3	4	5	6
ERBICIDE COMPUSE						
34.	ACCURATE EXTRA	Tifensulfuron - metil + Metsulfuron- metil	680 g/kg 70 g/kg	0,05 kg/ha 0,075 kg/ha	Postemergent aplicat toamna, aplicat primăvara	Buruieni dicotiledonate
35.	AGESHIO (FG)	Mecoprop-p + Piraflufen-etil	28% 0,45%	2,0 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
36.	ALLIANCE 660 WG	Diflufenican + Metsulfuron- metil	60% 6%	0,1 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
37.	ARRAT (FG)	Dicamba + Tritosulfuron	50% 25%	0,15 - 0,20 kg/ha + aditiv	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
38.	BIATHLON 4 D	Tritosulfuron + Florasulam	714 g/kg 54 g/kg	0,04 - 0,07 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
39.	BUCTRIL UNIVERSAL (EC)	Bromoxinil + Acid 2,4-D	280 g/l 280 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
40.	CEREDIN SUPER 40 SL	Acid 2,4-D + Dicamba	300 g/l 100 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
41.	DICOPUR TOP 464 SL	Acid 2,4-D din sare DMA + Dicamba	344 g/l 120 g/l	0,8 - 1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
42.	ERGON	Tifensulfuron - metil + Metsulfuron - metil	682 g/kg 68 g/kg	0,075 kg/ha 0,06 kg/ha	Postemergent grâu de toamnă, grâu de primăvară	Buruieni dicotiledonate
43.	GRANSTAR COMBI (FG)	MCPP-p + Tribenuron- metil	73% 1%	0,8 - 1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
44.	GRANSTAR SUPER 50 SG (WG)	Tifensulfuron -metil + Tribenuron- metil	25% 25%	0,04 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
45.	HARMONY EXTRA (WG)	Tifensulfuron -metil + Tribenuron- metil	50% 25%	0,04 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene (Pălămida) (în faza 2 - 4 frunze)
46.	LANCELOT 450WG	Aminopirialid acid din sare de potasiu + Florasulam	30% 15%	0,03 - 0,033 kg/ha + adjuvant	Postemergent	Buruieni dicotiledonate

<i>Tabelul 10.4 (continuare)</i>						
0	1	2	3	4	5	6
47.	LANCELOT SUPER	Aminopiraliid + Florasulam	30% 15%	0,033 kg/ha + adjuvant	Postemergent până la cel de-al II-lea internod	Buruieni dicotiledonate
48.	LINTUR 70 WG	Dicamba + Triasulfuron	65,9% 4,1%	0,15 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
49.	MUSTANG (SE)	Acid 2,4-D + Florasulam	300 g/l 6,25 g/l	0,4 - 0,6 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
50.	PELICAN DELTA 606 WG	Diflufenican + Metsulfuron-metil	60 g/l 6 g/l	0,1 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
51.	POINTER ULTRA (WG)	Metsulfuron-metil + Tribenuron-metil	14,30% 14,30%	0,035 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
52.	PREMIANT	Acid 2,4-D + Dicamba	344 g/l 120 g/l	0,9 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
53.	RIVAL SUPER STAR 75 GD (FG)	Clorsulfuron + Tribenuron-metil	37,50% 37,50%	0,015 - 0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
54.	SARACEN MAX	Florasulam + Tribenuron-metil	200 g/kg 600 g/kg	0,025 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
55.	SOLVER 430 EC	Acid 2,4-D + Dicamba	376 g/l 54 g/l	0,8 - 1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
56.	TOMIGAN 102,5 SE	Florasulam + Fluroxipir	2,5 g/l 100 g/l	0,8 - 1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
57.	TRIPALI	Florasulam + Metsulfuron-metil + Tribenuron-metil	150 g/kg 82,8 g/kg 83 g/kg	0,05 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
58.	TURBO FLO (SC)	Florasulam + Acid 2,4-D	6,25 g/l 300 g/l	0,4 - 0,6 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate

La aplicarea erbicidelor la cultura grâului se va ține seama de culturile învecinate, de viteza vântului, care nu trebuie să depășească 0,25 m/s pentru a nu favoriza fenomenul de „drift” (deplasare laterală a picăturilor de soluție, apa cu erbicid) și temperatura aerului, care trebuie să fie mai mare de 14 °C, deoarece unele tipuri de erbicide dacă sunt aplicate sub această temperatură, cristalizează și nu mai au efectul dorit.

La aplicarea erbicidelor la grâu, în special și la toate culturile, în general, fermierul trebuie să conducă procesul pentru a se asigura de exactitatea tratamentului și de reușita în combatere.

Epoca optimă de aplicare a erbicidelor la grâu coincide cu perioada de combatere a bolilor, dăunătorilor și de fertilizare cu îngrășăminte lichide, aceste tratamente putându-se face în același timp. Trebuie menționat că înainte de începerea operației se face un test de compatibilitate între produsele erbicide - fungicide - îngrășământ foliar - insecticid, pentru a nu avea surpriza cristalizării unuia în soluție.

La cultura grâului este foarte importantă jalonarea cu exactitate a aplicării tratamentelor pentru a nu rămâne cu zone neerbicidate sau cu suprafețe peste care se suprapun doze duble.

În anumite cazuri, când buruieni ca *Veronica* sp., *Papaver* sp., *Galium* sp., *Stellaria media*, se dezvoltă cu repeziciune și înăbușă cultura, mai ales în solele în care grâul urmează tot după grâu, erbicide se aplică toamna, la începutul înfrățirii. În acest caz, recomandăm aplicarea unor erbicide ca: Biathlon 4 D (dicamba + tritosulfuron) în doză de 0,04 – 0,07 kg/ha, sau Glean 75 WG (chlorsulfuron) în doză de 0,020 kg/ha, ori Acurate extra (tifensulfuron-metil + metsulfuron-metil) în doză de 0,05 kg/ha etc. Culturile de grâu infestate puternic cu aceste buruieni din toamnă, nu trebuie lăsate netratate, deoarece până în primăvară acestea vor sufoca cultura, iar primăvara devreme de regulă nu se poate interveni cu tratamente, fie din cauza temperaturilor scăzute, fie a umidității foarte mari a solului.

Recomandăm utilizarea erbicidelor la grâu în toamnă pentru combaterea buruienilor efemere (*Veronica hederifolia*, *Stellaria media*, *Veronica persica* etc.), deoarece au un ritm de creștere foarte intens (având în vedere viața scurtă a acestora, 25 - 30 zile), care determină înăbușirea plantelor de grâu, până la dispariția acestora, în lan apărând vetre fără plante.

c. *Utilizarea erbicidelor cu efect total la cultura de grâu*

În ultimul deceniu, în cultura grâului s-au selecționat buruieni monocotiledonate anuale și perene, dar și unele dicotiledonate anuale și perene care necesită un tratament special. Tot mai mulți fermieri utilizează „erbicide cu efect total” care conțin glifosat.

La cultura de grâu de toamnă, dar și la alte cereale de toamnă, pentru combaterea buruienilor monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene putem folosi erbicide totale, cu substanța activă glifosat. Aceste erbicide sunt neselective și au acțiune sistemică. Sunt erbicidele cu cel mai larg spectru de combatere al buruienilor și au efect doar dacă sunt aplicate în perioada de vegetație a plantelor sau buruienilor.

Aceste erbicide când sunt aplicate la sol, nu sunt absorbite prin rădăcini de către buruieni și nu au persistență, deci nu există pericol de remanență.

Erbicidele care conțin glifosat, se pot aplica la cultura de grâu în următoarele situații:

- ca desicant, înainte de recoltarea grâului cu 2 - 3 săptămâni, cu scopul de a combate buruienile verzi și a elimina umiditatea de împrumut la recoltarea mecanică, dată de țesăturile verzi ale buruienilor care intră în contact cu boabele de grâu ajunse la umiditatea de recoltare;

- după recoltarea plantei premergătoare, cu scopul de a combate toate buruienile răsărite și în felul acesta de a diminua rezerva de semințe de buruieni și organe vegetative de înmulțire din sola tratată;

- cu 2 - 3 zile înainte de semănatul grâului sau după semănatul culturii de grâu, dar nu mai târziu de 3 - 4 zile înainte de răsărirea culturii. Erbicidul glifosat nu trebuie să intre în contact cu semințele germinate de grâu. Astfel, erbicidul va controla doar buruienile răsărite. Se folosește în sistemul de cultură „minimum tillage”.

- pentru speciile de buruieni perene, mai rezistente la glifosat (*Elymus repens* – pirul târător, *Aristolochia clematidis* – cucurbețică, *Cynodon dactylon* – pirul gros, *Convolvulus arvensis* – volbura, *Juncus inflexus* – țipirig, *Leersia oryzoides* – orez sălbatic, *Phragmites communis* – stuful, *Ranunculus repens* – piciorul cocoșului, *Rubus caesius* – murul de miriște, *Sonchus arvensis* – susai, *Sorghum halepense* – costrei, *Typha latifolia* – papura lată etc.), doza de erbicid aplicată se mărește, uneori se dublează sau chiar se triplează, comparativ cu doza recomandată pentru speciile de buruieni anuale. Erbicidele care conțin glifosat, care pot fi utilizate în astfel de situații la cultura de grâu, sunt următoarele (tabelul 10.5).

Tabelul 10.5

Erbicidele totale, care au substanța activă glifosat, ce pot fi utilizate la cultura grâului (*Triticum aestivum*) pentru combaterea buruienilor

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza (l, kg/ha)	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	BARCLAY GALLUP HI-AKTIV	Glifosat	490 g/l	1,1 l/ha 2,9 l/ha	Preemergent, după semănat, dar nu mai târziu de 72 de ore înaintea răsării culturii. Postemergent, ca desicant, cu 7 zile înainte de recoltare.	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
2.	CLINIC XPERT	Glifosat	360 g/l	1,5 l/ha 4,0 l/ha	Preemergent, înainte de răsărire. Postemergent, ca desicant, cu 7 zile înainte de recoltare.	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
3.	GALLUP SUPER 360	Glifosat	360 g/l	4,0 l/ha	Postemergent, ca desicant, cu 7 zile înainte de recoltare.	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
4.	GLISTER ULTRA	Glifosat	360 g/l	3,0 - 4,0 l/ha	Postemergent, ca desicant, cu 7 zile înainte de recoltare.	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
5.	ROUNDUP ADVANCE	Glifosat	360 g/l	3,0 - 4,0 l/ha	Postemergent, ca desicant, înainte de recoltare.	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
6.	ROUNDUP CLASIC PRO	Glifosat	360 g/l	1,5 l/ha 4,0 l/ha	Preemergent, după semănat sau înainte de răsărit. Postemergent, ca desicant, cu 7 zile înainte de recoltare.	Buruieni monocotiledonate perene și buruieni dicotiledonate
7.	ROUNDUP ENERGY	Glifosat	450 g/l	2,4 - 3,2 l/ha	Postemergent, ca desicant, înainte de recoltare, cu 2 - 3 săptămâni, umiditatea boabelor de aproximativ 30 %.	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
8.	ROUNDUP EVOLUTION	Glifosat	480 g/l	2,25 - 3,0 l/ha	Postemergent, ca desicant, înainte de recoltare, cu	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate

<i>Tabelul 10.5 (continuare)</i>						
0	1	2	3	4	5	6
					2 - 3 săptămâni, umiditatea boabelor de aproximativ 30 %.	anuale și perene
9.	ROUNDUP MAX	Glifosat	360 g/l	3 - 4 l/ha	Postemergent, ca desicant, înainte de recoltare, umiditatea boabelor de aproximativ 30 %.	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
10.	SATELITE	Glifosat	360 g/l	1,5 - 4,0 l/ha 4,0 - 5,0 l/ha	Postemergent, înainte de semănat, se seamănă la cel puțin 48 de ore după tratament sau după recoltat, în miriște, pentru combaterea buruienilor deja răsărite.	Buruieni anuale și bienale Buruieni perene
11.	SHYFO	Glifosat	360 g/l	4,0 - 6,0 l/ha	Postemergent, ca desicant, înainte de recoltare, cu 2 săptămâni.	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
12.	TAIFUN 360 SL	Glifosat	360 g/l	3,0 - 5,0 l/ha	Postemergent, ca desicant, înainte de recoltare.	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene (<i>Agropyron repens</i>)

10.19.3 COMBATAREA BURUIENILOR DIN CULTURA DE ORZ DE TOAMNĂ (*Hordeum vulgare*), ORZOAICĂ DE TOAMNĂ ȘI DE PRIMĂVARĂ (*Hordeum distichum*)

Spre deosebire de cultura grâului de toamnă, orzul se caracterizează printr-o răsărire rapidă, o creștere și o înfrățire foarte puternică, reușind datorită densității foarte mari să inhibe germinția semințelor de buruieni și să înăbușe dezvoltarea acestora, fapt ce face ca sporurile de producție realizate în urma tratamentelor cu erbicide să fie uneori neînsemnate. Culturile de orz luptă foarte bine cu buruienile datorită densităților foarte mari, fapt ce ne face să

afirmăm că alături de floarea-soarelui, aceste culturi, prin dezvoltarea lor rapidă, mai ales în condiții climatice favorabile, pot înăbuși unele specii de buruieni. De multe ori fermierii nu tratează cultura de orz tocmai datorită acestor considerente. Sunt multe și dese situațiile când, datorită condițiilor nefavorabile din toamnă, culturile de orz și orzoaică de toamnă să nu intre bine înfrățite în iarnă, ori din cauza gerurilor puternice din timpul iernii, densitatea plantelor să fie afectată, situații în care buruienile se dezvoltă și concurează foarte puternic cu plantele de cultură. Concurență foarte mare a buruienilor întâlnim la culturile de orz și orzoaică de primăvară, deoarece buruienile răsar înainte sau odată cu plantele de cultură, pe care le „sufocă”, dacă nu sunt combătute. Pentru aceste considerații, în elaborarea sistemului de combatere a buruienilor din cultura de orz și orzoaică de toamnă și de primăvară, trebuie să se țină cont de aceste particularități biologice ale plantelor de orz și a buruienilor și mai ales de starea de vegetație a culturii și evoluția lor. Dacă rotația culturilor din cadrul asolamentului este realizată corespunzător, iar condițiile climatice sunt favorabile, lupta cu buruienile va fi foarte mult ușurată.

Dintre speciile de buruieni care infestază culturile de orz și orzoaică de toamnă și de primăvară, enumerăm următoarele:

a. Specii de buruieni monocotiledonate anuale și perene:

1. *Apera spica-venti* – iarba vântului;
2. *Avena fatua* – odos;
3. *Bromus secalinus* – obsiga secarei;
4. *Alopecurus myosuroides* – coada vulpii;
5. *Lolium temulentum* – zâzanie;
6. *Agropyron (Elymus) repens* – pir târâtor.

b. Specii de buruieni dicotiledonate anuale:

1. *Adonis aestivalis* – cocoșei de câmp;
2. *Agrostemma githago* – neghină;
3. *Anagallis arvensis* – scânțieiuță;
4. *Galium aparine* – turiță;
5. *Gypsophila muralis* – vâlul miresii;
6. *Matricaria inodora* – mușețel nemirositor;
7. *Vicia spp.* – mazărice;
8. *Sinapis arvensis* – muștar sălbatic;
9. *Thlaspi arvensis* – punguliță;

10. *Polygonum convolvulus* – hrișca urcătoare;
11. *Stellaria media* – rocoină;
12. *Viola arvensis* – trei frați pătați;
13. *Veronica hederifolia* – șopârliță;
14. *Centaurea cyanus* – albăstriță.

c. Specii de buruieni dicotiledonate perene:

1. *Cirsium arvense* – pălămidă;
2. *Convolvulus arvensis* – volbură;
3. *Lepidium draba* – urda vacii;
4. *Polygonum amphibium* – moțul curcanului.

Pentru combaterea acestor specii de buruieni, atât pentru culturile de orz și orzoaică de toamnă cât și de primăvară, s-au înregistrat peste 45 de produse erbicide simple sau combinate, cu mai multe substanțe active.

Epoca optimă de aplicare a erbicidelor este următoarea:

1. Pentru combaterea buruienilor monocotiledonate anuale, în perioada de înfrățit a buruienilor, fie toamna, fie primăvara devreme.

2. Pentru combaterea buruienilor monocotiledonate perene, se pot folosi erbicide ce conțin glifosat, aplicat cu 1 - 3 săptămâni înainte de recoltare, în doză de 4 litri/hectar.

3. Pentru combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene, perioada optimă este sfârșitul perioadei de înfrățire până la formarea primului internod a plantelor de orz și orzoaică, iar stadiul de dezvoltare al buruienilor este de „rozetă”, respectiv 4 -6 frunze dispuse radial în jurul tulpinii și lipite de pământ.

Aceste erbicide se aplică cu echipamente terestre, împreună cu o cantitate de 200 - 300 litri de apă. Pentru combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene din cultura de orz, se poate utiliza unul din produsele prezentate în tabelul 10.6.

Combaterea buruienilor monocotiledonate anuale din cultura de orz se realizează cu unul din produsele prezentate în tabelul 10.7. Trebuie respectată cu mare strictețe epoca de aplicare a erbicidelor, mai ales pentru speciile *Avena fatua* și *Apera spica-venti*, respectiv până la sfârșitul înfrățirii acestor specii de buruieni. De regulă, epoca de aplicare a erbicidelor pentru combaterea buruienilor monocotiledonate anuale din cultura de orz și orzoaică de toamnă, nu corespunde cu epoca de aplicare a erbicidelor pentru combaterea

buruienilor dicotiledonate anuale sau perene. Primul tratament se aplică pentru combaterea buruienilor monocotiledonate și apoi, la două săptămâni, se execută tratamentul pentru combaterea buruienilor dicotiledonate.

Tabelul 10.6

**Erbicide utilizate în combaterea buruienilor dicotiledonate
din cultura de orz (*Hordeum vulgare* – conv. *hexastichon*)**

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	ACCURATE	Metsulfuron-metil	200 g/kg	0,015 kg/ha 0,03 kg/ha	Postemergent: toamna de la 3 frunze, primăvara înainte de înfrățire	Buruieni dicotiledonate
2.	BEFLEX	Beflubutamid	500 g/l	0,5 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
3.	DMA 6 (SL)	Acid 2,4-D	660 g/l	0,6 - 0,8 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
4.	ESTERON EXTRA 600 EC	Acid 2,4-D	600 g/l	0,8 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
5.	ESTET	Acid 2,4-D	600 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
6.	FINY	Metsulfuron-metil	200 g/l	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
7.	FLUROSTAR 200	Fluroxipir	200 g/l	1,0 l/ha 0,75 l/ha	Postemergent orz de toamnă, orz de primăvară	Buruieni dicotiledonate
8.	GALMET 20 SG	Metsulfuron-metil	200 g/l	0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
9.	HATCHET XTRA	Fluroxipir	200 g/l	1,01/ha	Postemergent (până la 2 internoduri)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
10.	HELMSTAR 75 WG	Tribenuron-metil	75 %	0,010 - 0,015 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
11.	HUDSON	Fluroxipir	200 g/l	1,01/ha	Postemergent (până la 2 internoduri)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
12.	ISOMEXX 60 WG	Metsulfuron-metil	60%	0,01 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
13.	LAREN PRO 20 SG	Metsulfuron-metil	20%	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
14.	METRO 20	Metsulfuron-metil	20%	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate

<i>Tabelul 10.6 (continuare)</i>						
0	1	2	3	4	5	6
15.	NUANCE 75 WG	Tribenuron-metil	75%	0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
16.	RIVAL 75 GD (FG)	Clorsulfuron	75%	0,010 - 0,015 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
17.	RIVAL STAR 75 GD (FG)	Tribenuron-metil	75%	0,010 - 0,015 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
18.	SARACEN	Florasulam	50 g/l	0,075 - 0,15 l/ha	Postemergent (orz de toamnă și de primăvară)	Buruieni dicotiledonate anuale
19.	SAVVY	Metsulfuron- metil	20%	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
20.	TARIKA	Tribenuron-metil	750 g/kg	0,02 0,03 kg/ha	Postemergent (toamna sau primăvara)	Buruieni dicotiledonate anuale
21.	TOSCANA	Tribenuron-metil	750 g/kg	0,010 - 0,015 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
22.	TRIBE 75 WG	Tribenuron-metil	750 g/kg	0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
23.	TRIMAX 50 SG	Tribenuron-metil	500 g/kg	0,25 - 0,30 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
24.	TRIMMER	Tribenuron-metil	75%	0,010 - 0,015 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
25.	TRIMMER 50 WG	Tribenuron-metil	500 g/kg	0,02 - 0,03 kg/ha	Postemergent (toamna sau primăvara)	Buruieni dicotiledonate
26.	VIVENDI 200	Clopiralid	200 g/l	0,35 l/ha	Postemergent (orz de toamnă și de primăvară)	Buruieni dicotiledonate anuale
ERBICIDE COMPUSE						
27.	ACCURATE EXTRA	Tifensulfuron- metil + Metsulfuron- metil	680 g/kg 70 g/kg	0,05 0,06 kg/ha	Postemergent aplicat toamna, aplicat primăvara	Buruieni dicotiledonate
28.	ARRAT (FG)	Dicamba + Tritosulfuron	50% 25%	0,15 - 0,20 kg/ha	Postemergent + 0,5 l/ha aditiv	Buruieni dicotiledonate
29.	BIATHLON 4 D	Tritosulfuron + Florasulam	714 g/kg 54 g/kg	0,04 - 0,07 kg/ha	Postemergent + 1 l/ha adjuvant (DASH)	Buruieni dicotiledonate
30.	CEREDIN SUPER 40 SL	Acid 2,4-D + Dicamba	300 g/l 100 g/l	1,01/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
31.	LINTUR 70 WG	Dicamba + Triasulfuron	65,9 % 4,1 %	0,15 kg/ha	Postemergent (2 - 4 frunze)	Buruieni dicotiledonate
32.	MUSTANG (SE)	Acid 2,4-D + Florasulam	300 g/l 6,25 g/l	0,4 - 0,6 l/ha	Postemergent (2 - 4 frunze)	Buruieni dicotiledonate
33.	PREMIANT (Tellurium)	Acid 2,4-D + Dicamba	344 g/l 120 g/l	0,9 l/ha	Postemergent (2 - 4 frunze)	Buruieni dicotiledonate

0	1	2	3	4	5	6
34.	RIVAL SUPER STAR 75 GD (FG)	Clorsulfuron + Tribenuron-metil	37,50% 37,50%	0,015 - 0,02 kg/ha	Postemergent (2 - 4 frunze)	Buruieni dicotiledonate
35.	SARACEN MAX	Florasulam + Tribenuron-metil	200 g/kg 600 g/kg	0,025 kg/ha	Postemergent (2 - 4 frunze)	Buruieni dicotiledonate
36.	SEKATOR PROGRESS OD (SC)	Amidosulfuron + Iodosulfuron- metil-na + Mefenpir dietil (safener)	100 g/l 25 g/l 250 g/l	0,10 - 0,15 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate parțial <i>Apera spica-venti</i> la 2 - 4 frunze
37.	TOMIGAN 102,5 SE	Florasulam + Fluroxipir	2,5 g/l 100 g/l	0,8 - 1,5 l/ha	Postemergent (2 - 4 frunze)	Buruieni dicotiledonate
38.	TRIPALI	Florasulam + Metsulfuron- metil + Tribenuron-metil	105 g/kg 82,8 g/kg 83 g/kg	0,05 kg/ha	Postemergent (2 - 3 frunze)	Buruieni dicotiledonate

Tabelul 10.7

**Erbicide utilizate în combaterea buruienilor monocotiledonate
din cultura de orz (*Hordeum vulgare* – conv. *hexastichon*)**

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	BATTLE DELTA	Flufenacet + Diflufenican	400 g/l 200 g/l	0,425 - 0,6 l/ha	Preemergent/ Postemergent (de la semănat, până la înfrățire)	Buruieni monocotiledonate și unele dicotiledonate anuale
2.	SHARPEN 33 EC	Pendimetalin	330 g/l	4,5 l/ha	Preemergent (la 2 zile după semănat)	Buruieni monocotiledonate și unele dicotiledonate
3.	STOMP AQUA	Pendimetalin	455 g/l	2,0 - 2,9 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate și unele dicotiledonate
4.	TIVMETIX OD	Metsulfuron- metil + Tifensulfuron- metil	19 g/l 190 g/l	0,2 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale (<i>Apera spica-venti</i>) și dicotiledonate

Culturile de orzoaică de primăvară sunt infestate puternic cu diferite specii de buruieni dicotiledonate anuale și perene, având în vedere condițiile climatice și tehnologice din primăvara fiecărui an. Ca atare, este obligatorie combaterea buruienilor cu unul din produsele prezentate în tabelul 10.8.

În culturile de orzoaică de primăvară se vor avea în vedere atât epoca de aplicare a erbicidelor, în funcție de stadiul de dezvoltare al orzoacei de primăvară, cât mai ales faza de dezvoltare a buruienilor, nu mai mult de 4 - 6 frunze așezate în jurul tulpinii și lipite de pământ. În culturile de orz sau orzoaică infestate puternic cu *Vicia* spp., operația de erbicidat trebuie realizată cu mare acuratețe, altfel operația de recoltat va fi foarte mult îngreunată de această specie.

Tabelul 10.8

**Erbicide utilizate în combaterea buruienilor dicotiledonate
din cultura de orzoaică de primăvară (*Hordeum vulgare* – conv. *distichon*)**

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	CEREDIN SUPER 40 SL	Acid 2,4-D + Dicamba	300 g/l 100 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
2.	DMA 6 (SL)	Acid 2,4-D	660 g/l	0,6 - 0,8 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
3.	DMA EXTRA 600 SL (EC)	Acid 2,4-D	600 g/l	0,9 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
4.	ERGON	Tifensulfuron-metil + Metsulfuron-metil	682 g/kg 68 g/kg	0,060 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
5.	FLUROSTAR 200	Fluroxipir	200 g/l	0,75 l/ha	Postemergent în faza de 2 - 4 frunze ale culturii	Buruieni dicotiledonate
6.	ISOMEXX 20 WG	Metsulfuron-metil	200 g/l	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
7.	LANCELOT 450 WG	Aminopirialid acid din sare de potasiu + Florasulam	30% 15%	0,03 - 0,033 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
8.	LANCELOT SUPER	Aminopirialid + Florasulam	30% 15%	0,033 kg/ha + adjuvant	Postemergent de la înfrățire - formarea celui de-al 2-lea internod	Buruieni dicotiledonate

Tabelul 10.8 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6
9.	MUSTANG (SE)	Acid 2,4-d + florasulam	300 g/l 6,25 g/l	0,4-0,6 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
10.	PELICAN DELTA 606 WG (EG)	Diflufenican + metsulfuron-metil	60 g/l 6 g/l	0,1 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
11.	RIVAL 75 GD (FG)	Clorsulfuron	75%	0,015-0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
12.	RIVAL STAR 75 GD (FG)	Tribenuron-metil	75%	0,10-0,15 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
13.	RIVAL SUPER STAR 75 GD (FG)	Clorsulfuron + tribenuron-metil	37,50% 37,50%	0,015-0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
14.	CEREDIN SUPER 40 SL	Acid 2,4-D + dicamba	300 g/l 100 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
15.	SEKATOR PROGRESS OD (SC)	Amidosulfuron + Iodosulfuron-metil-na + Mefenpir dietil (safener)	100 g/l 25 g/l 250 g/l	0,10 - 0,15 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate și parțial <i>Apera spica-venti</i>

Combaterea buruienilor monocotiledonate anuale din cultura de orzoaică de primăvară se poate face cu unul din erbicidele prezentate în tabelul 10.9. În culturile de primăvară, operația de combatere a buruienilor monocotiledonate este obligatorie. Speciile de buruieni *Apera spica-venti*, *Bromus secalinus* și *Avena fatua*, germinează și răsar înaintea culturii de orzoaică.

Tabelul 10.9

Erbicide utilizate în combaterea buruienilor monocotiledonate anuale din cultura de orzoaică de primăvară (*Hordeum vulgare – conv. distichon*)

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	AXIAL 050 EC	Pinoxaden + Cloquintocet-mexil (safener)	50 g/l 12,5 g/l	0,9 l/ha	Post-emergent	Buruieni monocotiledonate anuale: <i>Apera spica-venti</i> , <i>Avena fatua</i>
2.	AXIAL ONE (EC)	Pinoxaden + Florasulam + Cloquintocet-mexil (safener)	45 g/l 5 g/l 11,25 g/l	1,0 l/ha	Postemergent de la înfrățire până la apariția frunzei standard	Buruieni monocotiledonate anuale: <i>Apera spica-venti</i> , <i>Avena fatua</i> și unele dicotiledonate

10.19.4 COMBATEREA BURUIENILOR DIN CULTURA DE SECARĂ (*Secale cereale*)

Cultura secarei se întinde pe suprafețe relativ mici în România, având în vedere lipsa soiurilor de mare productivitate și înlocuirea treptată a acestei culturi cu specia triticale. Cu toate acestea, pentru combaterea buruienilor din această cultură sunt omologate și înregistrate peste 30 de produse erbicide simple sau compuse.

Secara este o plantă de cultură care luptă bine cu buruienile. Speciile de buruieni prezente în cultura de seară sunt aceleași ca la culturile de orz. Epoca de aplicare a erbicidelor, pentru combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene este sfârșitul perioadei de înfrățire până la formarea primului internod. Operația de combatere a buruienilor dicotiledonate din cultura de seară se poate face cu unul din erbicidele prezentate în tabelul 10.10.

Tabelul 10.10

Erbicide utilizate pentru combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene din cultura de seară (*Secale cereale*)

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	ACCURATE	Metsulfuron-metil	200 g/kg	0,015 - 0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
2.	BEFLEX	Beflubutamid	500 g/l	0,5 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
3.	FLUROSTAR 200	Fluroxipir	200 g/l	1,0 l/ha	Postemergent la 2 - 6 frunze	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
4.	GALAPER 200 EC	Fluroxipir	200 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
5.	GALMET 20 SG	Metsulfuron-metil	200 g/l	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
6.	HUDSON	Fluroxipir	200 g/l	1,0 l/ha	Postemergent între 3 frunze și 2 internoduri	Buruieni dicotiledonate
7.	SARACEN	Florasulam	50 g/l	0,075 l/ha 0,1 - 0,15 l/ha	Postemergent toamna după 3 frunze, primăvara după 3 frunze	Buruieni dicotiledonate anuale

Tabelul 10.10 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6
8.	SAVVY	Metsulfuron-metil	200 g/l	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
9.	TARIKA	Tribenuron-metil	750 g/kg	0,02 0,03 kg/ha	Postemergent (toamna sau primăvara)	Buruieni dicotiledonate
10.	TRIBE 75 WG	Tribenuron-metil	750 g/kg	0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
11.	TRIMMER 50 WG	Tribenuron-metil	500 g/ kg	0,02 - 0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
ERBICIDE COMPUSE						
12.	ACCURATE EXTRA	Tifensulfuron-metil + Metsulfuron-metil	680 g/kg 70 g/kg	0,05-0,06 kg/ha	Postemergent aplicat toamna, aplicat primăvara	Buruieni dicotiledonate
13.	BIATHLON 4 D	Tritosulfuron + Florasulam	714 g/kg 54 g/kg	0,04 - 0,07 kg/ha	Postemergent + 1 l/ha DASH	Buruieni dicotiledonate
14.	SARACEN MAX	Florasulam + Tribenuron-metil	200 g/kg 600 g/kg	0,025 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
15.	TRIPALI	Florasulam + Metsulfuron-metil + Tribenuron-metil	105 g/kg 82,8 g/kg 83 g/kg	0,05 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate

Tabelul 10.11

**Erbicide înregistrate pentru combaterea
buruienilor monocotiledonate la cultura de secară (*Secale cereale*)**

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	BATTLE DELTA	Flufenacet + Diflufenican	400 g/l 200 g/l	0,425 - 0,6 l/ha	Preemergent/ Postemergent (de la semănat până la înfrățire)	Buruieni monocotiledonate sensibile și buruieni dicotiledonate anuale
2.	HUSSAR ACTIV OD (DC)	2,4-D + Iodosulfuron-metil-na	377 g/l 10 g/l	1,0 l/ha	Postemergent înainte de înfrățire	Buruieni monocotiledonate anuale și dicotiledonate
3.	STOP AQUA	Pendimetalin	455 g/l	2,0 - 2,9 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate și unele dicotiledonate
4.	TIVMETIX OD	Metsulfuron-metil + Tifensulfuron-metil	19 g/l 190 g/l	0,2 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale (<i>Apera spica-venti</i>) și dicotiledonate

Combaterea buruienilor monocotiledonate anuale din cultura secarei, se realizează cu unul din produsele prezentate în tabelul 10.11. Pentru combaterea speciilor de buruieni monocotiledonate *Apera spica-venti* sau *Avena fatua*, erbicidele se aplică în faza de înfrățire a acestora. Cu cât se întârzie mai mult efectuarea tratamentului, cu atât se diminuează efectul de combatere al acestor specii.

10.19.5 COMBATEREA BURUIENILOR DIN CULTURA DE TRITICALE (*Triticale sativa*)

În ultimii 20 de ani, cultura de triticale a câștigat teren în defavoarea secarei, datorită soiurilor productive, randamentelor mari, conținutului mare în proteine, precum și faptului că tehnologia de cultivare este mai puțin costisitoare, eliberează terenul devreme și îl lasă curat de buruieni. De regulă, ca și secara, specia triticale „luptă” mai ușor cu buruienile, având în vedere talia foarte înaltă a acestei plante de cultură. Speciile de buruieni care infestază cultura de triticale sunt aceleași ca și la cultura de secară. Epoca de aplicare a erbicidelor pentru combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene este sfârșitul perioadei de înfrățire - formarea primului internod, iar buruienile se găsesc în faza de 4 - 6 frunze, „rozetă”. Pentru combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene se poate folosi unul din erbicidele prezentate în tabelul 10.12.

Tabelul 10.12

Erbicide utilizate pentru combaterea buruienilor dicotiledonate la cultura de triticale (*Triticale sativa*)

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	ACCURATE	Metsulfuron-metil	200 g/kg	0,015 kg/ha 0,03 kg/ha	Postemergent, toamna, de la 3 frunze, primăvara înainte de înfrățire	Buruieni dicotiledonate
2.	ACCURATE EXTRA	Tifensulfuron-metil + Metsulfuron-metil	680 g/kg 70 g/kg	0,05 kg/ha 0,06 kg/ha	Postemergent aplicat toamna, aplicat primăvara	Buruieni dicotiledonate anuale și perene

0	1	2	3	4	5	6
3.	BEFLEX	Beflubutamid	500 g/l	0,5 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
4.	BIATHLON 4 D	Tritosulfuron + Florasulam	714 g/kg 54 g/kg	0,04 - 0,07 kg/ha	Postemergent + 1 l/ha adjuvant (DASH)	Buruieni dicotiledonate
5.	FINY	Metsulfuron-metil	200 g/kg	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
6.	FLUROSTAR 200	Fluroxipir	200 g/l	1,0 l/ha	Postemergent la 2 - 6 frunze	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
7.	GALAPER 200 EC	Fluroxipir	200 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
8.	GALMET 20 SG	Metsulfuron-metil	200 g/l	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
9.	METRO 20	Metsulfuron-metil	200 g/l	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
10.	SARACEN	Florasulam	50 g/l	0,075 l/ha 0,1 - 0,15 l/ha	Postemergent toamna după 3 frunze, primăvara după 3 frunze	Buruieni dicotiledonate anuale
11.	SAVVY	Metsulfuron-metil	200 g/l	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
12.	TRIBE 75 WG	Tribenuron-metil	750 g/kg	0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
13.	TRIMAX 50 SG	Tribenuron-metil	50 %	0,030 - 0,040 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
14.	TRIMMER 50 WG	Tribenuron-metil	500 g/kg	0,02 - 0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
15.	TRIPALI	Florasulam + Metsulfuron-metil + Tribenuron-metil	105 g/kg 82,8 g/kg 83 g/kg	0,05 kg/ha	Postemergent (2 - 3 frunze)	Buruieni dicotiledonate

Combaterea buruienilor monocotiledonate anuale *Avena fatua*, *Apera spica-venti* și *Bromus secalinus*, se poate realiza cu unul din produsele prezentate în tabelul 10.13. Aceste erbicide se aplică în faza de la începutul până la sfârșitul înfrățirii speciilor de buruieni. Întârzierea tratamentului scade eficacitatea acestuia de combatere.

Tabelul 10.13

**Erbicide utilizate pentru combaterea buruienilor
monocotiledonate din cultura de triticale (*Triticale sativa*)**

r. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	BATTLE DELTA	Flufenacet + Diflufenican	400 g/l 200 g/l	0,425 - 0,6 l/ha	Preemergent/ Postemergent (de la semănat, până la înfrățire)	Buruieni monocotiledonate și unele dicotiledonate anuale
2.	HUSSAR ACTIV OD (DC)	2,4-D + Iodosulfuron-metil-na	377 g/l 10 g/l	1,0 l/ha	Postemergent înainte de înfrățire	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate
3.	SHARPEN 33 EC	Pendimetalin	330 g/l	4,5 l/ha	Preemergent la maxim 2 zile după semănat	Buruieni monocotiledonate și unele dicotiledonate
4.	TIVMETIX OD	Metsulfuron-metil + Tifensulfuron-metil	19 g/l 190 g/l	0,2 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale (<i>Apera spica-venti</i>) și dicotiledonate

**10.19.6 COMBATEREA BURUIENILOR DIN CULTURA DE
OVĂZ (*Avena sativa*)**

În țara noastră, suprafața cultivată cu ovăz a scăzut considerabil în ultimii ani, ajungând la aproximativ 15000 hectare. Cu toate acestea, numărul erbicidelor înregistrate pentru combaterea buruienilor din această cultură este destul de consistent, depășind 20 de produse.

Speciile de buruieni care infestează cultura de ovăz sunt aceleași ca la cultura de orz. Epoca de aplicare a erbicidelor este sfârșitul perioadei de înfrățire - formarea primului internod. Erbicidele se aplică cu echipamente terestre, folosind o cantitate de 200 - 300 litri de apă pentru un hectar. Erbicidele se aplică postemergent, când buruienile sunt răsărite și au 4 - 6 frunze (faza de „rozetă”).

Pentru combaterea acestora se poate folosi unul din erbicidele prezentate în tabelul 10.14.

Tabelul 10.14

**Erbicide utilizate pentru combaterea buruienilor din
cultura de ovăz (*Avena sativa*)**

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	CERLIT (EC)	Floroxipir	250 g/l	0,8 l/ha (0,4 l/ha)	Postemergent (asociat cu acid 2,4-D)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene (<i>Galium aparine</i>)
2.	DMA 6 (SL)	Acid 2,4-D	660 g/l	0,6 - 0,8 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
3.	FINY	Metsulfuron- metil	200 g/l	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
4.	FLUROSTAR 200	Fluroxipir	200 g/l	0,75 l/ha	Postemergent (2 - 4 frunze ale culturii)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
5.	HUDSON	Floroxipir	200 g/l	1,0 l/ha	Postemergent de la 3 frunze și 2 internoduri	Buruieni dicotiledonate anuale
6.	METRO 20	Metsulfuron- metil	200 g/l	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
7.	RIVAL 75 GD (FG)	Clorsulfuron	75%	0,015 - 0,020 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
8.	RIVAL STAR 75 GD (FG)	Tribenuron-metil	75%	0,015 - 0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
9.	SARACEN	Florasulam	50 g/l	0,100 - 0,150 l/ha	Postemergent se aplică primăvara, de la stadiul de 3 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale
10.	SAVVY	Metsulfuron- metil	200 g/l	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
11.	TARIKA	Tribenuron-metil	750 g/kg	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
12.	TRIBE 75 WG	Tribenuron-metil	750 g/kg	0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
13.	TRIMMER 50 WG	Tribenuron-metil	500 g/kg	0,02 - 0,03 kg/ha	Postemergent de la 2 frunze până la apariția frunzei stîndard	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
14.	VIVENDI 200	Clopivalid	200 g/l	0,35 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și <i>Cirsium</i>

Tabelul 10.14 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6
ERBICIDE COMPUSE						
15.	BIATHLON 4 D	Tritosulfuron + Florasulam	714 g/kg 54 g/kg	0,04 - 0,07 kg/ha	Postemergent +1 l/ha adjuvant DASH	Buruieni dicotiledonate anuale și unele perene
16.	LINTUR 70 WG	Dicamba + Triasulfuron	65,9% 4,1%	0,15 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
17.	MUSTANG (SE)	Acid 2,4-D + Florasulam	300 g/l 6,25 g/l	0,4 - 0,6 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
18.	RIVAL SUPER STAR 75 GD (FG)	Clorsulfuron + Tribenuron-metil	37,50% 37,50%	0,015 - 0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene (<i>Cirsium arvense</i>)
19.	SARACEN MAX	Florasulam + Tribenuron-metil	200 g/kg 600 g/kg	0,025 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
20.	TRIPALI	Florasulam + Metsulfuron- metil + Tribenuron-metil	105 g/kg 82,8 g/kg 83 g/kg	0,05 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene

10.19.7 COMBATEREA BURUIENILOR DIN CULTURA DE OREZ (*Oryza sativa*)

Cultura orezului, cultură cu vechi tradiții, fiind a doua plantă de cultură ca importanță pentru planeta noastră, jumătate din populația lumii consumă zilnic orez, oferă condiții foarte favorabile înmulțirii și dezvoltării buruienilor. Astfel, cultura orezului este infestată cu un număr foarte mare de specii de buruieni. Factorii care favorizează înmulțirea exagerată a buruienilor în cultura de orez sunt:

- amenajarea nerațională a orezăriilor;
- întreținerea nerațională a orezăriilor;
- cultivarea orezului în monocultură, fără să se respecte o rotație științifică;
- nerespectarea tehnologiei de cultură;
- folosirea de sămânță pentru semănat necertificată, infestată cu semințe de buruieni;

- necunoașterea biologiei buruienilor care infestază cultura.

Profesorul Constantin Chirilă (21), a identificat 76 de specii de buruieni și peste 400 de alge unicelulare și pluricelulare, care infestază regulat cultura de orez, dintre care doar 10 - 15 specii de buruieni provoacă pagube însemnate culturilor de orez. Aceste specii de buruieni pot fi grupate astfel:

- a. *Gramineae (Poaceae)*:
 1. *Echinochloa crus-galli* – mohor lat;
 2. *Echinochloa oryzoides* – mohor alb;
 3. *Echinochloa phylopogon* – mohor orezar;
 4. *Leersia oryzoides* – orez sălbatic.
- b. *Cyperaceae*:
 1. *Scirpus maritimus* – limbarița;
 2. *Scirpus mucronatus* – pipirig;
 3. *Scirpus radicans* – pipirig;
 4. *Cyperus difformis* – căprișor bălan;
 5. *Juncellus sagittifolia* – rogoz;
 6. *Eleocharis acicularis*.
- c. *Alismataceae*:
 1. *Alisma plantago-aquatica* – limbariță;
 2. *Sagittaria sagittifolia* – săgeata apei.
- d. *Butomaceae*:
 1. *Butomus umbellatum* – crin de baltă.

Erbicidele care pot fi aplicate pentru combaterea buruienilor mono și dicotiledonate din cultura de orez sunt prezentate în tabelul 10.15. Aceste erbicide se aplică atât preemergent, dar mai ales postemergent.

Se aplică cu instalații terestre, împreună cu o cantitate de 200 - 300 litri de apă. Pentru combaterea buruienilor dicotiledonate, apa trebuie scoasă din parcele înaintea tratamentului. În această perioadă, buruienile sunt în faza de 1 - 2 frunze. După tratament, la 1 - 2 zile, se poate introduce din nou apa.

Tabelul 10.15

**Erbicide utilizate pentru combaterea buruienilor
din cultura de orez (*Oryza sativa*)**

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	BASTA 14 SL	Glufosinat de amoniu	150 g/l	2,0 l/ha	Postemergent	Desicant, înainte de recoltării la umiditatea de 25% a boabelor
2.	GULLIVER 50 WG	Azimsulfuron	50%	0,04 kg/ha	Postemergent (2 - 4 frunze a plantelor de orez)	Buruieni monocotiledonate anuale, în special mohorul
3.	LONDAX 60 DF (GR)	Bensulfuron-metil	60%	0,07 - 0,09 kg/ha	Postemergent	Specii de <i>Cyperaceae</i>
4.	NOMINEE 400 SC	Bispiribac-sodiu	400 g/l	0,075 - 0,08 l/ha + 0,2 l/ha GLICOCOL	Postemergent (orez până la sfârșitul fazei de înfrățire)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și unele perene
5.	PULSAR 40 EC Soiuri rezistente la erbicide imazolinone de tip Clearfield	Imazamox	40 g/l	0,875 l/ha	Postemergent (între 3 și 6 frunze ale orezului)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
6.	ROUNDUP ADVANCE	Glifosat	360 g/l	3,0 - 4,0 l/ha	Postemergent - ca desicant, înainte de recoltare	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
7.	ROUNDUP ENERGY	Glifosat	450 g/l	2,4 - 3,2 l/ha	Postemergent - ca desicant, înainte de recoltare, cu 2 - 3 săptămâni la umiditatea boabelor de ~ 30 %	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
8.	ROUNDUP EVOLUTION	Glifosat	480 g/l	2,25 - 3,0 l/ha	Postemergent - înainte de recoltare, cu 2 - 3 săptămâni, la umiditatea boabelor de ~ 30 %	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene

<i>Tabelul 10.15 (continuare)</i>						
0	1	2	3	4	5	6
9.	ROUNDUP CLASIC PRO	Glifosat	360 g/l	1,5 l/ha 4,0 l/ha	Preemergent după semănat sau înainte de răsărit. Postemergent cu 7 zile înainte de recoltare	Buruieni monocotiledonate perene și buruieni dicotiledonate (<i>Agropyron repens</i>)
10.	ROUNDUP MAX	Glifosat	360 g/l	3 - 4 l/ha	Postemergent ca desicant, înainte de recoltare, umiditatea boabelor de ~ 30 %	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
11.	SATELITE	Glifosat	360 g/l	1,5 - 4,0 l/ha 4,0 - 5,0 l/ha	Preemergent, înainte de semănat cu 2 zile sau după recoltat, în miriște	Buruieni anuale și bienale. Buruieni perene

10.19.8 COMBATEREA BURUIENILOR DIN CULTURA DE PORUMB (*Zea mays*)

Porumbul a fost luat în cultură cu 4500 de ani înaintea erei noastre (16), în Mexic, America Centrală și America de Sud (Peru, Bolivia, Ecuador). Din centrul lui de origine, porumbul a fost adus în Europa (mai întâi în Spania), la prima expediție a lui Columb (1493), de unde apoi s-a răspândit în toată Europa, Asia și Africa. La noi în țară a pătruns în perioada 1678-1688, în timpul domniei lui Șerban Cantacuzino (1679-1688), înlocuind cultura de mei, ajungând în prezent să se cultive pe 2,7 milioane de hectare.

Plantele de porumb, prin natura biologiei lor, sunt lipsite de posibilitatea de a concura cu buruienile. După răsărire, porumbul crește lent în primele 4-6 săptămâni, caracteristică care îl face foarte sensibil la îmburuienare. Creșterea lentă din primele săptămâni se datorează (după ce a format primele 4 frunze adevărate, „formă de cruce”), creșterii și dezvoltării sistemului radicular. După această perioadă, plantele de porumb vor crește foarte repede, între 7 și 10 cm/zi, dacă condițiile tehnologice și climatice sunt prielnice. În această perioadă de creștere lentă de 4 - 6 săptămâni, este extrem de important ca porumbul să nu fie infestat cu buruieni, dată fiind și densitatea plantelor de porumb/m² destul de mică, între 5 și 7 pl/m².

Rezultatele obținute la I.C.C.P.T. Fundulea în perioada 1980 - 1992, arată foarte bine care sunt pierderile de producție la cultura porumbului în funcție de perioada apariției buruienilor în cultură (tabelul 10.16).

Tabelul 10.16

**Pierderile de producție (%) la cultura de porumb,
în funcție de momentul apariției buruienilor**

Momentul răsării buruienilor	Pierderi de producție (%)
La 2 zile de la răsăritul porumbului	80 - 85
La 7 -10 zile de la răsăritul porumbului	20 - 25
La 45 zile de la răsăritul porumbului	2 - 5
După 45 zile de la răsăritul porumbului	0 - 1

Acest lucru ilustrează sensibilitatea foarte mare a plantelor de porumb la îmburuienarea timpurie. Ca atare, este foarte bine ca porumbul să răsăre în teren curat de buruieni, iar cultura să poată fi menținută așa o perioadă de 40 - 50 zile. După o lună și jumătate de la răsărit, rândurile de porumb acoperă spațiul dintre rânduri, nemaifiind condiții pentru creșterea și dezvoltarea buruienilor. De altfel, între gradul de îmburuienare și nivelul producției de porumb există o corelație directă, ilustrată foarte bine de Györffy și Berszenyi (1982), citați de Șarpe N. (23) și Penescu A. (24) (figura 10.15).

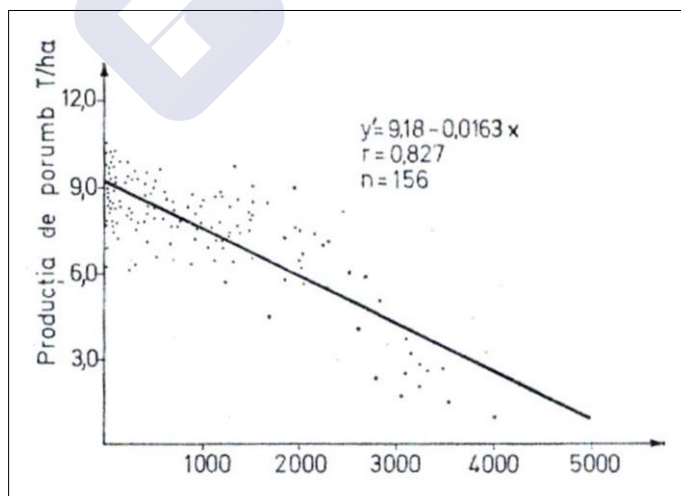


Figura 10.15 - Corelație dintre producția de porumb și greutatea masei verzi a buruienilor

Este o certitudine azi că porumbul netratat cu erbicide și neprășit, poate fi compromis în proporție foarte mare, de 90 - 95%. Datorită acestei particularități, fermierul trebuie să găsească cele mai bune metode pentru a-i asigura porumbului condiții de creștere în teren curat de buruieni.

Speciile de buruieni prezente în cultura de porumb în România.

În cultura porumbului, faptul că distanța dintre rânduri și între plante pe rând este mare, face să se dezvolte un spectru foarte mare de specii de buruieni. Speciile de buruieni care însoțesc cultura de porumb sunt plante heliofile și termofile, iubitoare de temperatură și lumină, care nu germinează decât dacă în sol temperatura este peste 10 - 12 °C timp de mai multe zile.

În vederea realizării unei strategii științifice de control a buruienilor din cultura porumbului, este important ca specialiștii să cunoască speciile de buruieni care însoțesc în timpul vegetației plantele de porumb. Chirilă C. (21), identifică următoarele specii de buruieni (tabelul 10.17).

Tabelul 10.17

Speciile de buruieni prezente în culturile de porumb în România, în diferite condiții pedoclimatice (15)

Monocotiledonate anuale	
1. <i>Apera spica-venti</i> – iarba vântului	5. <i>Setaria glauca</i> – mohor
2. <i>Avena fatua</i> – odos	6. <i>Setaria viridis</i> – mohor verde
3. <i>Digitaria sanguinalis</i> – meișor	7. <i>Setaria verticillata</i> – mohor agățător
4. <i>Echinochloa crus-galli</i> – mohor lat	8. <i>Bromus secalinus</i> – obsiga secarei
Monocotiledonate perene	
1. <i>Agropyron (Elymus) repens</i> – pir târător	3. <i>Sorghum halepense</i> – costrei, bălur
2. <i>Cynodon dactylon</i> – pir gros	
Dicotiledonate anuale	
1. <i>Abutilon theophrasti</i> – teișor	23. <i>Lamium amplexicaule</i> – urzică moartă, sugel
2. <i>Amaranthus retroflexus</i> – știr porcesc	24. <i>Matricaria chamomilla</i> – mușețel
3. <i>Amaranthus crispus</i> – știr creț	25. <i>Polygonum convolvulus</i> – hrișcă urcătoare
4. <i>Amaranthus album</i> – știr alb	26. <i>Polygonum lapathifolium</i> – moțul curcanului
5. <i>Amaranthus blitoides</i> – știr târător	27. <i>Polygonum persicaria</i> – ardeiu broaștei
6. <i>Anthemis arvensis</i> – mușețel nemirositor	28. <i>Polygonum amphibium</i> – troscot de baltă
7. <i>Atriplex patula</i> – lobodă	29. <i>Portulaca oleracea</i> – grașiță, iarbă grasă
8. <i>Atriplex tartarica</i> – lobodă tătarească	30. <i>Raphanus raphanistrum</i> – ridichia sălbatică
9. <i>Bifora radians</i> – iarbă puturoasă	31. <i>Ranunculus arvensis</i> – piciorul cocoșului

<i>Tabelul 10.17 (continuare)</i>	
10. <i>Brassica nigra</i> – muștar negru	32. <i>Salsola ruthenica</i> – ciurlan
11. <i>Capsella bursa-pastoris</i> – traista-ciobanului	33. <i>Sonchus oleraceus</i> – susai moale
12. <i>Centaurea cyanus</i> – albăstriță	34. <i>Solanum nigrum</i> – zârnă
13. <i>Chenopodium album</i> – lobodă	35. <i>Spergula arvensis</i> – hrana vacii
14. <i>Chenopodium polyspermum</i> – spanac sălbatic	36. <i>Stachys annua</i> – busuiocul de miriște
15. <i>Datura stramonium</i> – laur	37. <i>Stellaria media</i> – rocoină
16. <i>Descurainia sophia</i> – voinică	38. <i>Thlaspi arvense</i> – punguliță
17. <i>Erigeron canadensis</i> – bătrâniș	39. <i>Tribulus terrestris</i> – colții babei
18. <i>Erodium cicutarium</i> – pliscul cocorului	40. <i>Veronica</i> sp. – șopârliță
19. <i>Equisetum arvense</i> – coada calului	41. <i>Viola arvensis</i> – trei frați pătați
20. <i>Galeopsis tetrahit</i> – lungurică	42. <i>Vicia</i> sp. – mazărice sălbatică
21. <i>Galium aparine</i> – turiță	43. <i>Xanthium strumarium</i> – cornuți
22. <i>Hibiscus trionum</i> – zămoșiță	
Dicotiledonate perene	
1. <i>Aristolochia clematitis</i> – cucurbețică	7. <i>Polygonum aviculare</i> – troscot
2. <i>Cirsium arvense</i> – pălămidă	8. <i>Rubus caesius</i> – murul de miriște
3. <i>Convolvulus arvensis</i> – volbură	9. <i>Rorippa sylvestris</i> – boghiță
4. <i>Equisetum arvense</i> – coada calului	10. <i>Sonchus arvensis</i> – susai
5. <i>Lathyrus tuberosus</i> – sângele voinicului	11. <i>Sambucus ebulus</i> – boz
6. <i>Lepidium draba</i> – urda vacii	12. <i>Symphytum officinale</i> – tătăneasă

După cum se observă în tabelul 10.17, numărul de specii de buruieni care infestază cultura de porumb este foarte mare. Dintre acestea, cele subliniate, ridică mari probleme dacă nu sunt combătute, ele conducând în final la compromiterea culturii. Nu toate speciile de buruieni prezentate în tabelul 10.17 sunt prezente în același timp în aceeași cultură de porumb, ele fiind dominante și prezente în funcție de zona pedoclimatică din țară, astfel:

a. *Specii de buruieni „problemă”, care sunt prezente în cultura de porumb în toate zonele din țară:*

- | | |
|----------------------------------|---------------------------------|
| 1. <i>Setaria glauca</i> | 7. <i>Chenopodium album</i> |
| 2. <i>Setaria viridis</i> | 8. <i>Polygonum convolvulus</i> |
| 3. <i>Sinapis arvensis</i> | 9. <i>Cirsium arvense</i> |
| 4. <i>Echinochloa crus-galli</i> | 10. <i>Convolvulus arvensis</i> |
| 5. <i>Amaranthus retroflexus</i> | 11. <i>Xanthium strumarium</i> |
| 6. <i>Raphanus raphanistrum</i> | 12. <i>Sorghum halepense</i> |

Aceste specii de buruieni sunt răspândite în toate zonele de cultivare a porumbului și datorită frecvenței și gradului mare de infestare, produc însemnate pagube cantitative culturii dacă nu sunt combătute. Raportul între

speciile prezente este diferit de la o zonă pedoclimatică a țării la alta, în funcție de tehnologia folosită, planta premergătoare, nivelul fertilizării, dar mai ales evoluția condițiilor climatic ale fiecărui an agricol.

b. *Specii de buruieni „problemă” prezente doar în anumite zone din țară, unde se cultivă porumbul:*

- | | |
|-------------------------------------|----------------------------------|
| 1. <i>Abutilon theophrasti</i> | 10. <i>Sorghum halepense</i> |
| 2. <i>Anthemis arvensis</i> | 11. <i>Hibiscus trionum</i> |
| 3. <i>Agrostis stolonifera</i> | 12. <i>Lepidium draba</i> |
| 4. <i>Elymus (Agropyron) repens</i> | 13. <i>Matricaria chamomilla</i> |
| 5. <i>Avena fatua</i> | 14. <i>Sonchus arvensis</i> |
| 6. <i>Cynodon dactylon</i> | 15. <i>Sonchus oleracea</i> |
| 7. <i>Datura stramonium</i> | 16. <i>Sonchus asper</i> |
| 8. <i>Rubus caesius</i> | 17. <i>Stellaria media</i> |
| 9. <i>Solanum nigrum</i> | 18. <i>Equisetum arvense</i> |

Aceste specii de buruieni le întâlnim de regulă în sudul României, în zonele situate în Lunca îndiguită a Dunării, în zonele din fosta Baltă a Brăilei și Balta Ialomiței, fiind mari iubitoare de umiditate și soluri mai ușoare.

Specia *Equisetum arvense* este prezentă în special pe terenurile podzolite din Transilvania, nordul țării și în zona de sud (județele Argeș, Teleorman, Gorj, Dolj etc.).

Specia *Rubus caesius* este răspândită în special în Moldova și Transilvania, dar se întâlnește și în zonele din sud, în special unde se practică monocultura.

Speciile *Agropyron (Elymus) repens*, considerată mult timp „buruiana numărul 1 în agricultură” și *Avena fatua* sunt răspândite în Moldova de Nord, Transilvania și nordul Banatului.

c. *Specii de buruieni mai puțin frecvente și păgubitoare culturii de porumb:*

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| 1. <i>Amaranthus crispus</i> | 14. <i>Brassica nigra</i> |
| 2. <i>Apera spica-venti</i> | 15. <i>Centaurea cyanus</i> |
| 3. <i>Aristolochia clematitis</i> | 16. <i>Descurainia sophia</i> |
| 4. <i>Atriplex tatarica</i> | 17. <i>Galeopsis tetrahit</i> |
| 5. <i>Bifora radians</i> | 18. <i>Galium aparine</i> |
| 6. <i>Erigeron canadensis</i> | 19. <i>Sonchus ebulus</i> |
| 7. <i>Lathyrus tuberosus</i> | 20. <i>Solanum nigrum</i> |

- | | |
|-------------------------------|---------------------------------|
| 8. <i>Lamium amplexicaule</i> | 21. <i>Spergula arvensis</i> |
| 9. <i>Lepidium draba</i> | 22. <i>Symphytum officinale</i> |
| 10. <i>Portulaca oleracea</i> | 23. <i>Tribulus terrestris</i> |
| 11. <i>Rorippa sylvestris</i> | 24. <i>Veronica</i> spp. |
| 12. <i>Salsola ruthenica</i> | 25. <i>Viola arvensis</i> |
| 13. <i>Stachys annua</i> | 26. <i>Vicia</i> spp. |

Aceste specii de buruieni nu sunt menționate ca specii dominante, fiind prezente doar într-un număr redus, fiind numite și „buruieni minore” pentru porumb.

Controlul acestor specii de buruieni din cultura de porumb se realizează numai prin integrarea tuturor metodelor cunoscute, respectiv, metode preventive, agrotehnice, chimice, fizice și biologice.

Utilizarea erbicidelor în combaterea buruienilor din cultura porumbului a deschis o nouă etapă în eficientizarea acestei culturi, datorită următoarelor realizări marcante:

- se pot înlătura total lucrările manuale și uneori cele mecanice de combatere a buruienilor;
- se reduce foarte mult numărul lucrărilor mecanice și manuale, economisind combustibil, forță de muncă și bani, față de situația anterioară când se utilizau minimum 3 prașile mecanice și 3 prașile manuale pentru combaterea buruienilor;
- au o productivitate foarte mare, într-un timp scurt se pot trata suprafețe mari;
- costurile unitare de producție sunt mai mici în comparație cu metodele clasice de combatere (plivit, prașit mecanic și manual etc.);
- nu sunt toxice pentru om și animale - toxicitatea acestor produse este mică, iar valoarea Dozei Letale DL_{50} este peste 10000 mg/kg corp greutate vie.

Fărămițarea exagerată a suprafețelor agricole din țară, diversitatea condițiilor de sol, a condițiilor climatice și financiare ale societăților agricole, face ca în managementul controlului buruienilor din cultura de porumb să întâlnim diverse situații, fiecare fermier utilizând propria metodă.

La o privire de ansamblu, în combaterea buruienilor din cultura porumbului cu ajutorul erbicidelor, distingem următoarele situații:

a. Combaterea buruienilor monocotiledonate și dicotiledonate anuale cu ajutorul erbicidelor ce se aplică preemergent

După cum am menționat anterior, porumbul trebuie să răsară în teren curat de buruieni. Pentru aceasta avem o grupă largă de produse erbicide, care se aplică „preemergent”, adică imediat după încheierea semănatului, iar uneori, dar numai în condiții strict obiective, imediat după răsărire, în faza „de ac” a porumbului, înainte de a-și desface prima frunză.

Majoritatea acestor erbicide formează o peliculă „toxică” la suprafața solului, astfel că la majoritatea semințelor de buruieni care ar răsări din stratul 0 - 5 cm, li se inhibă germinația, principiu pe care se bazează majoritatea erbicidelor preemergente.

Pentru ca efectul erbicidelor să fie uniform și foarte bun, este bine ca terenul să fie nivelat, foarte bine mărunțit, iar condițiile de umiditate să fie optime.

Trebuie menționat faptul că dacă umiditatea este optimă în sol, efectul este foarte bun la aceste erbicide. Dacă după aplicarea erbicidelor urmează o perioadă de secetă sau se aplică pe terenuri uscate, efectul erbicidelor este mult diminuat. Ploile care survin după aplicarea acestor erbicide au un efect de „start” foarte bun, asigurând o răsărire uniformă a plantelor de porumb, precum și germinarea semințelor de buruieni, ce vor fi distruse de pelicula de erbicid.

Erbicidele utilizate în combaterea buruienilor aplicate preemergent la cultura de porumb sunt prezentate în tabelul 10.18.

Tabelul 10.18

Erbicide aplicate preemergent, pentru combaterea buruienilor monocotiledonate și unele dicotiledonate anuale din cultura de porumb (*Zea mays*)

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	AFALON 50 SC	Linuron	450 g/l	2,0 - 4,0 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
2.	CALLISTO 480 SC	Mesotrione	480 g/l	0,2 - 0,35 l/ha	Preemergent/ Postemergent timpuriu	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
3.	DUAL GOLD 960 EC	S-metolaclor	960 g/l	1,0 - 1,5 l/ha	Preemergent (imediat după semănat)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate anuale

<i>Tabelul 10.18 (continuare)</i>						
0	1	2	3	4	5	6
4.	EVOLYA	Mesotrione	500 g/ha	0,3 kg/ha + surfactant	Preemergent/ Postemergent timpuriu	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
5.	FRONTIER FORTE (EC)	Dimetenamid-p	720 g/l	0,8 - 1,2 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate anuale
6.	MEZMER	Mesotrione	480 g/l	0,3 l/ha + adjuvant	Preemergent/ Postemergent timpuriu	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
7.	PENDIGAN 330 EC	Pendimetalin	330 g/l	5,0 l/ha	Preemergent (imediat după semănat)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate
8.	PLEDGE 50 WP	Flumioxazin	50%	0,09 - 0,12 l/ha	Preemergent (imediat după semănat)	Buruieni dicotiledonate anuale
9.	SHARPEN 33 EC	Pendimetalin	330 g/l	4,0 - 5,0 l/ha	Preemergent (până la 2 zile de la semănat)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate
10.	STARSHIP	Mesotrione	100 g/l	1,2 - 1,5 l/ha	Preemergent/ Postemergent timpuriu	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
11.	STOMP AQUA	Pendimetalin	455 g/l	2,0 - 4,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate
12.	SUCCESSOR PRO	Petoxamid	600 g/l	2,0 l/ha	Preemergent/ Postemergent timpuriu	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
ERBICIDE COMPUSE						
13.	ADENGO 465 SC	Isoxaflutol + Tiencarbazon- metil + Ciprosulfamide (safener)	225 g/l 90 g/l 150 g/l	0,35 - 0,4 l/ha 0,3 - 0,35 l/ha	Preemergent/ Postemergent timpuriu	Buruieni dicotiledonate anuale și monocotiledonate anuale
14.	AKRIS (SE)	Dimetenamid-p + Terbutilazin	280 g/l 250 g/l	2,0 - 3,0 l/ha 2,5 - 3,5 l/ha	Preemergent/ Postemergent timpuriu	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale

Tabelul 10.18 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6
15.	CAMIX	Mesotriner + S-metolaclor	60 g/l 500 g/l	2,5 - 2,8 l/ha 2,0 - 2,5 l/ha	Preemergent/ Postemergent timpuriu	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate
16.	CLICK COMBI (SE)	Terbutilazin + Dimetenamid-p	300 g/l 265 g/l	2,5 - 3,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
17.	GARDOPRIM PLUS GOLD 500 SC	S-metolaclor + Terbutilazin	312,5 g/l 187,5 g/l	4,0 - 5,0 l/ha	Preemergent/ Postemergent timpuriu	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
18.	LUMAX 537,5 SE	S-metolaclor + Terbutilazin + Mesotriner	375 g/l 125 g/l 37,5 g/l	3,0 - 3,5 l/ha	Preemergent/ Postemergent timpuriu	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și unele perene
18.	MERLIN DUO (SC)	Terbutilazin + Isoxaflutol	375 g/l 37,5 g/l	2,25 - 2,5 kg/ha 1,8 - 2,0 kg/ha	Preemergent/ Postemergent timpuriu	Buruieni dicotiledonate anuale și monocotiledonate anuale
19.	MERLIN FLEXX	Isoxaflutol + Ciprosulfamide (safener)	240 g/l 240 g/l	0,42 l/ha	Preemergent/ Postemergent timpuriu	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
20.	SUCCESSOR T	Petoxamid + Terbutilazin	300 g/l 187,5 g/l	4,0 l/ha	Preemergent/ Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
21.	TREK P 334 SE	Terbutilazin + Pendimetalin	270 g/l 64 g/l	2,5 - 3,5 l/ha 2,0 - 2,5 l/ha	Preemergent/ Postemergent timpuriu	Buruieni dicotiledonate anuale
22.	WING P	Pendimetalin + Dimetenamid-p	250 g/l 212,5 g/l	3,5 - 4,0 l/ha	Preemergent/ Postemergent timpuriu	Buruieni monocotiledonate și unele dicotiledonate

Toate erbicidele care se aplică preemergent la cultura de porumb, au efect foarte bun în combaterea buruienilor dacă și condițiile climatice, în special umiditatea și temperatura, sunt prielnice (optime), nu prezintă pericol de remanență pentru culturile postmergătoare porumbului (sunt metabolizate de complexul microbial al solului într-o perioadă de maxim 60 - 70 de zile) și reprezintă garanția răsării unei culturi de porumb, fără buruieni.

b. Combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene sensibile la 2,4-D, cu erbicide aplicate postemergent

Speciile de buruieni dicotiledonate, sensibile la sărurile acidului 2,4-D și care infestază cultura porumbului sunt în număr destul de mic, 10 - 15 specii:

- | | |
|--|--------------------------------------|
| 1. <i>Amaranthus retroflexus</i> – Da | 7. <i>Cirsium arvense</i> – Dp |
| 2. <i>Anagallis arvensis</i> – Da | 8. <i>Ranunculus arvensis</i> – Da |
| 3. <i>Capsella bursa-pastoris</i> – Da | 9. <i>Raphanus raphanistrum</i> – Da |
| 4. <i>Centaurea cyanus</i> – Da | 10. <i>Sinapis arvensis</i> – Da |
| 5. <i>Convolvulus arvensis</i> – Dp | 11. <i>Sonchus arvensis</i> – Dp |
| 6. <i>Chenopodium album</i> – Da | 12. <i>Thlaspi arvense</i> – Da |

Da – dicotiledonată anuală

Dp – dicotiledonată perenă

Sunt foarte puține zone din România, în care acest spectru destul de restrâns de specii, infestază cultura de porumb. Pentru combaterea acestor specii se utilizează următoarele erbicide (tabelul 10.19):

Tabelul 10.19

Erbicide care se aplică postemergent pentru combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene, sensibile la sărurile acidului 2,4-D, din cultura de porumb (*Zea mays*)

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	2,4 D 660 SL	Acid 2,4-D	660 g/l	1,0 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate
2.	AMINO 600 SL	Acid 2,4-D	600 g/l	1,0 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate
3.	DICOPUR D (SL)	Acid 2,4-D	600 g/l	1,0 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
4.	DICOTERON 60 SL	Acid 2,4-D	850 g/l	0,8 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate
5.	DMA 6 (SL)	Acid 2,4-D	660 g/l	1,0 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate
6.	DMA EXTRA 600 SL	acid 2,4-D	600 g/l	1,1 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate

<i>Tabelul 10.19 (continuare)</i>						
0	1	2	3	4	5	6
7.	ESTERON EXTRA 600 EC	Acid 2,4-D	600 g/l	0,8 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate
8.	ESTET	Acid 2,4-D	600 g/l	1,0 l/ha	Postemergent (2 frunze)	Buruieni dicotiledonate
9.	SDMA SUPER	Acid 2,4-D	600 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene

Aceste erbicide se aplică după răsăritul porumbului, în faza de 4 - 6 frunze, iar buruienile răsărite sunt în faza de 4 - 6 frunze, lipite de pământ, sub formă de rozetă, având 4 - 10 cm înălțime. Aplicarea acestor erbicide se face utilizând scara BBCH (figura 10.16). Epoca optimă de aplicare a erbicidelor postemergente pentru combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene este cuprinsă între stadiile 12-18, după Scara BBCH, adică în stadiul vegetativ de 4-6 frunze al porumbului.

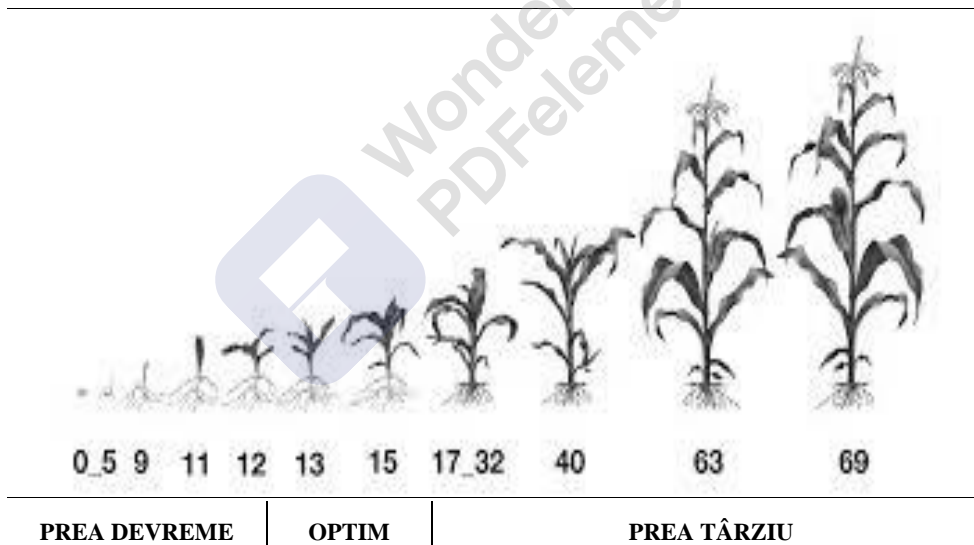


Figura 10.16 - Stadiile de dezvoltare la porumb și epoca optimă de aplicare a erbicidelor postemergente (Scara BBCH)

Aplicarea se face după ce se ridică roua, pe vreme calmă, fără vânt, cu temperaturi mai mari de 14 °C, altfel erbicidul 2,4-D cristalizează. Se aplică în soluție cu apa, în cantitate de maxim 200 - 300 l/ha, pentru a evita fenomenul „run off”, scurgere pe suprafața frunzelor de buruieni.

Aplicate postemergent, erbicidele distrug buruienile în 10-15 zile. Imediat, la 2 - 3 ore de la aplicare, acestea se răsucesc, se îndoie, creșterea încetează, iar competiția cu plantele de porumb este foarte mică, până mor în totalitate.

Dacă se depășește faza de 4 - 6 frunze a porumbului, aceste erbicide, numite și „hormonale sau stimulative de creștere”, determină apariția unor fenomene fitotoxice foarte evidente:

- marginile limbii frunzelor de porumb se răsucesc spre interior, iar frunza capătă o formă tubulară;

- tulpinile se îndoie și se răsucesc, devenind foarte sensibile la frângere;

- rădăcinile adventive se dezvoltă foarte mult, ies din pământ, se unesc între ele formând o „umbrelă” în jurul tulpinii de porumb, fenomen cunoscut sub denumirea de „labă de gâscă”;

- la maturitate tulpinile de porumb vor fi mai sensibile la cădere etc.

c. Combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene rezistente la 2,4-D, cu erbicide care se aplică postemergent

Majoritatea lanurilor de porumb din diferite zone ale României au un spectru extrem de variat de buruieni, astfel că pentru a realiza o combatere foarte bună trebuie ca erbicidele să fie asociate cu altele, tocmai cu scopul de a acoperi întreg spectrul de buruieni. În România, actualmente, avem suficient de multe erbicide, cu ajutorul cărora putem realiza o combatere de 100% a buruienilor, astfel că la recoltare vom avea lanuri curate de buruieni. Aceste erbicide se aplică postemergent, în faza de 4 - 6 frunze a porumbului, iar buruienile sunt răsarite în totalitate și se găsesc în faza de „rozetă”, 4 - 6 frunze lipite de pământ (tabelul 10.20):

Tabelul 10.20

Erbicide care se aplică postemergent pentru combaterea buruienilor dicotiledonate, rezistente la sărurile acidului 2,4-D, din cultura de porumb (*Zea mays*)

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	BANVEL 480 S (SL)	Dicamba	480 g/l	0,6 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
2.	BROMOTRIL 40 EC	Bromoxinil	400 g/l	1,0 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale

<i>Tabelul 10.20 (continuare)</i>						
0	1	2	3	4	5	6
3.	CERLIT	Fluroxipir	250 g/	1,0 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
4.	CLIOPHAR 300 SL	Clopiralid	300 g/l	0,3 - 0,5 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene (<i>Cirsium arvense</i> ; <i>Sonchus arvensis</i>)
5.	DECANO (SC)	Sulcotrione	300 g/l	1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
6.	DICASH	Dicamba	480 g/l	0,6 l/ha	Postemergent (3 - 5 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
7.	DIMBO 480 SL	Dicamba	480 g/l	0,5 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
8.	FLUROSTAR 200	Fluroxipir	200 g/l	1,0 l/ha	Postemergent (2 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
9.	HATCHET XTRA	Fluroxipir	200 g/	1,01 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
10.	HUDSON	Fluroxipir	200 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
11.	LONTREL 300	Clopiralid	300 g/l	0,3 - 0,5 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene (<i>Cirsium arvense</i> ; <i>Sonchus arvensis</i>)
12.	OCEAL	Dicamba	700 g/l	0,5 kg/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
13.	SULCOGAN 300 SC	Sulcotrione	300 g/l	1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni dicoti- ledonate anuale
14.	TOMIGAN 250 EC	Fluroxipir	250 g/	0,8 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
ERBICIDE COMPUSE						
15.	ARRAT (FG)	Tritosulfuron + Dicamba	25% 50%	0,2 kg/ha + adjuvant	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
16.	BUCTRIL UNIVERSAL (EC)	Acid 2,4-D + Bromoxinil	280 g/l 280 g/l	0,8 - 1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.20 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6
17.	CALLAM (WG)	Dicamba + Tritosulfuron	60% 12,50%	0,3 - 0,4 kg/ha + 1,0 l/ha aditiv	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
18.	CAMBIO (EC)	Bentazon + Dicamba	320 g/l 90 g/l	2,0 - 2,5 l/ha	Postemergent (2 - 4 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
19.	CASPER (WG)	Dicamba + Prosulfuron	50% 5%	0,3 - 0,4 kg/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
20.	CEREDIN SUPER 40 SL	Acid 2,4-D + Dicamba	300 g/l 100 g/l	1,0 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
21.	DICOPUR TOP 464 SL	Acid 2,4-D + Dicamba	344 g/l 120 g/l	1,0 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
22.	LANCELOT SUPER	Aminopirialid + Florasulam	30% 15%	0,033 kg/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
23.	MERISTO PLUS	Mesotriner + Dicamba	150 g/l 120 g/l	2,0 l/ha	Postemergent timpuriu	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
24.	MUSTANG (SE)	Acid 2,4-D + Florasulam	300 g/l 6,25 g/l	0,4 - 0,6 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
25.	PREMIANT	Acid 2,4-D + Dicamba	344 g/l 120 g/l	0,9 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
26.	SOLVER 430 EC	Acid 2,4-D + Dicamba	376 g/l 54 g/l	1,0 l/ha	Postemergent (2 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
27.	TURBO FLO (SC)	Florasulam + Acid 2,4-D	6,25 g/l 300 g/l	0,4 - 0,6 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
28.	ZEAGRAN 340 SE	Terbutilazin + Bromoxinil	250 g/l 90 g/l	2,0 l/ha	Postemergent (4 - 6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și unele perene <i>Cirsium arvense</i>

La aceste erbicide trebuie respectată cu rigurozitate epoca de aplicare, pentru a evita efectele fitotoxice care pot apărea după tratament.

Efectul erbicidelor asupra buruienilor din cultura de porumb va fi de 100%, dacă vom asocia două sau trei erbicide postemergente. Cu cât numărul de substanțe active dintr-un amestec este mai mare (2 - 3), cu atât spectrul de

combatere al buruienilor va fi mai mare. Exemplu SDMA (2,4-D) + Dicash 480 SL (dicamba 480 g/l) + Cerlit (fluroxypir). Acest amestec acoperă aproape tot spectrul de buruieni prezente în cultura de porumb.

d. Combaterea buruienilor monocotiledonate perene din cultura de porumb, cu erbicide care se aplică postemergent:

Cultura porumbului este infestată puternic cu trei specii de buruieni monocotiledonate perene: *Sorghum halepense* (costrei, bălaur), *Agropyron (Elymus) repens* (pirul târâtor), în zona de sud și în Moldova și cu *Agrostis stolonifera* în zona Transilvaniei, Crișana și Maramureș.

1. Combaterea chimică a costreii (Sorghum halepense) din rizomi

Costreii a reprezentat și reprezintă una din buruienile extrem de păgubitoare pentru toate culturile agricole prășitoare, în general, dar mai ales pentru cultura de porumb, în special.

Atât porumbul, cât și costreii (*Sorghum halepense*) fac parte din familia *Poaceae (Gramineae)* și au practic, același sistem enzimatic. Este un mare succes al chimiei pesticidelor, care au oferit fermierilor erbicide selective, sistemice, capabile să distrugă costreii din rizomi și din sămânță, iar porumbul să rămână neafectat.

Pentru combaterea acestor buruieni monocotiledonate perene putem alege unul din produsele erbicide prezentate în tabelul 10.21.

Tabelul 10.21

Erbicide care se aplică postemergent pentru combaterea buruienilor monocotiledonate perene din cultura de porumb (*Zea mays*)

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	ACCENT 75 WG (FG)	Nicosulfuron	75%	0,045 kg/ha 0,055 - 0,08 kg/ha	Postemergent + 0,1% Trend	Buruieni monocotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense</i>
2.	ASTRAL 40 OD	Nicosulfuron	40 g/l	0,8 l/ha 1,0 - 1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense</i>

<i>Tabelul 10.21 (continuare)</i>						
0	1	2	3	4	5	6
3.	BANDERA 4 OD (EW)	Nicosulfuron	40 g/l	0,8 l/ha 1,0 - 1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense</i>
4.	BARRACUDA	Mesotrione	100 g/l	0,75 - 1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
5.	BOREAL 4 SC	Nicosulfuron	40 g/l	0,8 l/ha 1,0 - 1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense</i>
6.	CREW 4 SC	Nicosulfuron	40 g/l	0,8 l/ha 1,0 - 1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense</i>
7.	FORNET EXTRA 6 OD (SC)	Nicosulfuron	60 g/ha	0,5 - 0,75 l/ha 0,75 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense</i> ; <i>Agropyron repens</i>
8.	GAT MOTION 4 OD	Nicosulfuron	40 g/l	1,0 - 1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense</i>
9.	INNOVATE 240 SC	Nicosulfuron	240 g/l	0,135 l/ha 0,17 - 0,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense</i>
10.	KELVIN TOP (SC)	Nicosulfuron	40 g/l	1,0 - 1,4 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense</i>
11.	MISTRAL 4 SC	Nicosulfuron	40 g/l	0,8 l/ha 1,0 - 1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense</i>

Tabelul 10.21 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6
12.	NICO 40 SC	Nicosulfuron	40 g/l	0,8 l/ha 1,0 - 1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense</i>
13.	NICOGAN 40 SC	Nicosulfuron	40 g/l	0,8 l/ha 1,0 - 1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense</i>
14.	NICORN 040 SC	Nicosulfuron	40 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene și unele dicotiledonate
15.	NIXON 50 SG	Nicosulfuron	500 g/kg	0,06 - 0,08 kg/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și dicotiledonate
16.	RINCON 25 SG	Rimsulfuron	250 g/kg	0,06 kg/ha + adjuvant	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene și unele dicotiledonate anuale
17.	SAJON 4 OD (EW)	Nicosulfuron	40 g/l	0,8 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale
18.	STRATOS ULTRA (SL) hibridi rezistenți tip CTM	Cicloxidim	100 g/l	1,5 - 2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
19.	TEMPLIER	Nicosulfuron	750 g/l	0,054 kg/ha 0,081 kg/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene și unele dicotiledonate anuale
20.	TITUS 25 DF (WG)	Rimsulfuron	250 g/kg	0,04 - 0,06 kg/ha + 0,1% Trend 90	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene și unele dicotiledonate anuale
21.	VICTUS OD	Nicosulfuron	40 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.21 (continuare)

0	1	2	3	4	5	6
ERBICIDE COMPUSE						
22.	ARIGO	Mesotriner + Nicosulfuron + Rimsulfuron	360 g/kg 120 g/kg 30 g/kg	0,33 kg/ha + 0,1% Trend	Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
23.	CALLISTO TURBO	Mesotriner + Dicamba + Nicosulfuron	150 g/kg 312,5 g/kg 100 g/kg	0,6 kg/ha + 1,0 - 1,5 l/ha adjuvant	Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
24.	CAPRENO 547 SC	Tembotriner + Tiencarbazon- metil + Isoxadifen-etil	345 g/l 68 g/l 134 g/l	0,22 - 0,29 l/ha + 2,0 l/ha adjuvant	Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
25.	ELUMIS	Mesotriner + Nicosulfuron	75 g/l 30 g/l	1,0 - 2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate
26.	EQUIP (SC)	Foramsulfuron + Isoxadifen-etil (safener)	22,5 g/l 22,5 g/l	1,0 - 1,5 l/ha 1,75 - 2,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense;</i> <i>Agropyron repens</i>
27.	EQUIP ACTIVE 56,5 OD	Foramsulfuron + Tiencarbazon- metil + Ciprosulfamide (safener)	31,5 g/l 10 g/l 15 g/l	1,5 l/ha 2 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
28.	LAUDIS 30 WG	Tembotriner + Isoxadifen-etil (safener)	200 g/kg 100 g/kg	0,44 - 0,5 kg/ha + adjuvant	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate
29.	LAUDIS OD 66	Tembotriner + Isoxadifen-etil (safener)	44 g/l 22 g/l	2,0 - 2,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
30.	PRINCIPAL (FG)	Nicosulfuron + Rimsulfuron	42,90% 10,70%	0,09 kg/ha + Trend	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
31.	PRINCIPAL PLUS	Dicamba + Nicosulfuron + Rimsulfuron	550 g/kg 92 g/kg 23 g/kg	0,44 kg/ha + Trend	Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
32.	TITUS PLUS (WG)	Dicamba + Rimsulfuron	60,87% 3,26%	0,307 kg/ha + Trend	Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate

Costreiuul (*Sorghum halepense*) este o buruiană termofilă, mare iubitoare de temperatură. Costreiuul din rizomi nu începe să vegeteze, decât dacă în sol, la adâncimea la care se găsește rizomul, temperatura se menține peste 10 - 12 °C, iar în aer temperatura ajunge la 20 - 22 °C. Perioada când costreiuul apare în cultura de porumb, este în prima jumătate a lunii mai, dacă condițiile climatice sunt favorabile, mai ales regimul de umiditate.

Epoca optimă de aplicare a erbicidelor pentru combaterea costreiuului este când plantele de porumb au 4-6 frunze, costreiuul este răsărit în totalitate, are înălțimea maximă cuprinsă între 15-20-25 cm, nu este înspicat și se găsește în perioada de creștere activă și în sol este umiditate suficientă pentru a transloca erbicidul către vârful de creștere ale rizomilor.

După aplicarea acestor erbicide, costreiuul va fi distrus după o perioadă de 25-30 zile. Majoritatea produselor pentru combaterea costreiuului acționează asupra procesului de fotosinteză, după 10-12 zile plantele de costrei se albesc, iar dacă smulgem o plantă, nodurile sunt brunificate iar vârful de creștere al rizomilor este distrus. Pentru a da posibilitatea erbicidului să se transloce în tot rizomul și în plantă, o perioadă de 20-30 de zile se interzice orice intervenție mecanică sau manuală (prașile mecanice sau manuale) în cultura de porumb.

În perioada de secetă, translocarea erbicidelor se face deosebit de greu, ca atare, în zonele care sunt amenajate pentru irigat, după aplicarea erbicidelor, se recomandă să se aplice o udare, pentru a intensifica circulația erbicidului prin vasele liberiene (floem).

Cele mai uzuale erbicide, utilizate în cultura de porumb pentru combaterea costreiuului sunt cele care au ca substanță activă nicosulfuron, rimsulfuron, formasulfuron, isoxadifen - tembotrione etc.

Marea majoritate a acestor erbicide, pe lângă costreiuul din rizomi, pot combate și unele specii dicotiledonate anuale, îndeosebi speciile *Amaranthus retroflexus* și *Chenopodium album* (cazul erbicidelor ce conțin nicosulfuron).

Dacă epoca optimă de aplicare a buruienilor monocotiledonate perene, coincide cu epoca pentru combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene, atunci se pot combina două sau trei erbicide (exemplu: Ceredin (2,4-D + dicamba) în doză de 1 l/ha + Boreal 4 SC (nicosulfuron) în doză de 1,5 l/ha; Mustang (florasulam + 2,4-D) în doză de 0,8 l/ha + Boreal 4 SC (nicosulfuron) în doză de 1,5 l/ha, sau Bucril universal (bromoxynil + 2,4-D) în doză de 1 l/ha + Equip (foramsulfuron + isoxadifen-etil) în doză de 2,5 l/ha.

2. Combaterea pirului târâtor [*Agropyron (Elymus) repens*], a pirului gros (*Cynodon dactylon*) și a speciei *Agrostis stolonifera* din cultura de porumb, cu erbicide care se aplică postemergent.

Speciile de pir târâtor – *Agropyron (Elymus) repens* și pir gros – *Cynodon dactylon*, găsesc condiții foarte favorabile în Transilvania, Banat, Crișana și nordul Moldovei, provocând pagube mari culturilor agricole de porumb, cartof și sfeclă pentru zahăr.

Având în vedere posibilitatea mare de înmulțire a pirului, atât prin semințe, dar mai ales prin rizomi, capacitatea mare de refacere biologică în urma prelucrării solului cu diferite mașini agricole (grapa cu discuri, freze, cultivatoare etc.), putem afirma că pentru a ține sub control aceste buruieni deosebit de păgubitoare, trebuie să apelăm la toate mijloacele de combatere a buruienilor, respectiv o combatere integrată științific organizată, care să includă măsuri preventive, agrotehnice, chimice, fizice etc.

Ca atare, sistemul de lucrări ale solului pentru cultura de porumb pentru aceste zone infestate cu pir, va fi următorul: dezmiriștit imediat după recoltarea plantei premergătoare, arat la adâncimea de 28 - 30 cm fără grapă stelată, păstrarea arăturii până la intrarea în iarnă ca „ogor negru” prin executarea a 1 - 2 treceri cu grapa cu discuri, cu scopul de a expune rizomii de pir condițiilor nefavorabile din timpul iernii și de a fragmenta cât mai mult organele vegetative ale acestuia.

Dacă în trecut această buruiănă era considerată „buruiana numărul 1 în agricultură”, actualmente, chimia pesticidelor pune la dispoziția fermierului diferite erbicide cu ajutorul cărora să o poată combate foarte bine.

Erbicidele utilizate pentru combaterea pirului târâtor (*Agropyron repens*) și pirului gros (*Cynodon dactylon*), sunt aceleași ca și în cazul costreiului și sunt prezentate în tabelul 10.21.

Facem mențiunea că pentru combaterea pirului gros și a pirului târâtor, dozele recomandate sunt duble sau triple, având în vedere complexitatea biologică a organelor vegetative ale acestor plante.

Epoca optimă de aplicare a erbicidelor, pentru combaterea speciilor de pir, este în faza de 4 - 6 frunze a porumbului, iar pirul se găsește în faza de 1 - 2 internodii, înainte de apariția inflorescenței.

După aplicarea acestor erbicide, dacă umiditatea din sol este optimă, translocarea (transportul) lui în vârfurile de creștere ale rizomului, dar și în nodurile tulpinii se va face cu ușurință în 20 - 25 zile, interval după care plantele de pir gros sunt distruse. În această perioadă nu se fac lucrări mecanice

sau manuale, fertilizări sau alte operații tehnologice, tocmai pentru a nu deranja procesul de translocare a erbicidului. Aceste erbicide se aplică terestru, cu toate instalațiile din dotarea unităților agricole, într-o cantitate de 200 - 300 l de apă, pe vreme calmă, nu foarte călduroasă. Efectele erbicidelor sunt similare celor care se manifestă la costrei, afectând procesul de fotosinteză, plantele de pir se albesc și mor în 25 - 30 zile de la aplicare.

Dacă epoca optimă de aplicare a erbicidelor pentru pir, coincide cu epoca optimă pentru combaterea buruienilor dicotiledonate anuale sau perene, acestea se pot asocia și aplica în același timp. Exemplu: Dicopur Top (2,4-D + dicamba) 1 l/ha + Boreal 4 SC (nicosulfuron) 3 l/ha, Mustang (florasulam + 2,4-D) 0,8 l/ha + Equip SC (foramsulfuron + isoxadifen-etil) 3 - 3,5 l/ha etc.

Aplicarea acestor erbicide pentru combaterea pirului, în doze mai mari, nu ridică nicio problemă de remanență (efect rezidual) pentru culturile postmergătoare din rotație. Se recomandă ca după cultura de porumb tratată cu erbicide pentru pir să se cultive mazăre, având în vedere faptul că această cultură inhibă creșterea și dezvoltarea pirului, eliberând în sol anumite substanțe specifice, aleopaticice, precum și ovăz sau grâu de toamnă, culturi cunoscute că luptă bine cu aceste buruieni.

e. Utilizarea glifosatului în combaterea buruienilor din cultura porumbului. Combaterea buruienilor din cultura de porumb cultivată după metodele „minimum tillage” și „no tillage”.

Descoperit în 1970, în laboratoarele firmei Monsanto Chemical Company din SUA, erbicidul glifosat este folosit acum pe milioane de hectare în diferite culturi agricole, pentru combaterea tuturor buruienilor, în peste 50 de produse cu denumiri comerciale diferite. Este considerată într-adevăr o descoperire importantă, deoarece prin utilizarea unui singur erbicid pot fi combătute toate buruienile de pe un teren sau dintr-o cultură, de aceea a fost numit și „erbicid total”.

În țara noastră, în prezent, erbicidele care au ca substanță activă glifosatul, se utilizează încă pe scară mare în toate tehnologiile de cultură ale plantelor agricole, inclusiv la cultura porumbului, dar mai ales în cultivarea plantelor folosind sistemele de cultură: „minimum tillage” sau „no tillage”.

Erbicidele utilizate pentru combaterea buruienilor din culturile de porumb, indiferent de sistemul de cultură aplicat, convențional sau conservativ, sunt prezentate în tabelul 10.22.

Tabelul 10.22

Erbicide pe bază de glifosat care se pot aplica în cultura de porumb (*Zea mays*) convențională și în sistemele de cultură „minimum tillage” și „no tillage”

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	COSMIC (SL)	Glifosat	360 g/l	3,0 - 4,0 l/ha	Postemergent -ca desicant aplicat înainte de recoltare și la umiditatea boabelor de ~ 30 %	Buruieni anuale și perene
2.	KYLEO	Acid 2,4-D + Glifosat	160 g/l 240 g/l	4,0 l/ha	Preemergent - aplicat înainte de însămânțare	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate, anuale și perene
3.	ROUNDUP EVOLUTION	Glifosat	480 g/l	2,25 - 3,0 l/ha	Postemergent ca desicant (înainte de recoltare, cu 2 - 3 săptămâni, umiditatea boabelor de ~ 30 %	Buruieni anuale și perene
4.	ROUNDUP ENERGY	Glifosat	450 g/l	2,4 l/ha	Preemergent înainte de însămânțare	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate, anuale și perene
5.	ROUNDUP MAX	Glifosat	360 g/l	3 - 4 l/ha	Postemergent desicant al buruienilor și al plantelor de cultură, la umiditatea boabelor de ~ 30 %	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
6.	ROUNDUP ADVANCE	Glifosat	360 g/l	3,0 - 4,0 l/ha	Postemergent ca desicant, înainte de recoltare (100-150 l apă)	Buruieni anuale și perene

Tabelul 10.22 (continuare)						
0	1	2	3	4	5	6
7.	SATELITE	Glifosat	360 g/l	1,5 - 4,0 l/ha 4,0 - 5,0 l/ha	Preemergent, înainte de semănat cu 2 zile sau Postemergent după recoltat, pentru combaterea buruienilor deja răsărite	Buruieni anuale și bienale Buruieni perene
8.	SHYFO	Glifosat	360 g/l	2,0 - 5,0 l/ha	Postemergent ca desicant înainte de recoltare și la umiditatea boabelor de ~ 30 %	Buruieni anuale și perene
9.	TAIFUN 360 SL	Glifosat	360 g/l	3,0 - 5,0 l/ha	Preemergent înainte de semănat cu 2 zile pentru buruieni răsărite	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate
10.	TOUCHDOWN SYSTEM 4 (SL)	Glifosat	360 g/l	2,0 l/ha	Preemergent (cu 3 - 4 zile înainte de semănat)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate (răsărite)

Utilizarea erbicidului glifosat în cultura de porumb, cultivat după tehnologia convențională, se face astfel:

- vara, după recoltarea plantei premergătoare porumbului, se lasă miriștea nelucrată 1 - 2 săptămâni, timp în care toate buruienile vor germina și se vor dezvolta, după care se aplică 4 - 6 l/ha, în 150 - 200 l de apă;
- după ce buruienile au germinat și au ajuns la înălțimea de 10 - 15 cm, se aplică doza de glifosat;
- primăvara, înainte de semănatul porumbului, dacă buruienile sunt răsărite (în special *Cirsium arvense*, *Xanthium strumarium* etc.), se poate aplica erbicidul glifosat și imediat, sau a doua zi, se poate semăna porumbul.

Erbicidul glifosat aplicat pentru combaterea buruienilor nu are efect rezidual asupra germinării semințelor de porumb.

10.19.9 COMBATEREA BURUIENILOR DIN CULTURA DE SORG PENTRU BOABE, SORG ZAHARAT ȘI SORG PENTRU MĂTURI (*Sorghum vulgare*)

Suprafața cultivată cu sorg în țara noastră a scăzut foarte mult în ultima perioadă, ajungând doar la câteva mii de hectare. Cu toate acestea, culturile de sorg sunt infestate cu un număr mare de specii de buruieni, dintre care unele foarte greu de combătut, cum este *Sorghum halepense* (costrei). Speciile de buruieni mai importante care infestază culturile de sorg sunt următoarele:

- a. Buruieni dicotiledonate anuale și perene:
 1. *Abutilon theophrasti* – teișor;
 2. *Amaranthus retroflexus* – știr porcesc;
 3. *Atriplex tatarica* – loboda tătărească;
 4. *Chenopodium album* – loboda sălbatică;
 5. *Datura stramonium* – laur;
 6. *Sinapis arvensis* – muștar sălbatic;
 7. *Sonchus arvensis* – susai;
 8. *Symphytum officinale* – tătăneasă;
 9. *Xanthium strumarium* – cornaci;
 10. *Cirsium arvense* – pălămidă;
 11. *Convolvulus arvensis* – volbură;
 12. *Rubus caesius* – mur de miriște.
- b. Buruieni monocotiledonate anuale și perene:
 1. *Digitaria sanguinalis* – meișor;
 2. *Echinochloa crus-galli* – mohor lat;
 3. *Setaria glauca* – mohor;
 4. *Sorghum halepense* – costrei;
 5. *Agropyron (Elymus) repens* – pir târător;
 6. *Cynodon dactylon* – pir gros.

Având în vedere faptul că sorgul se seamănă pe terenuri sărace, cu cele mai defavorabile caracteristici (soluri acide, sărăturate, nisipoase), combaterea buruienilor se realizează destul de greu.

Erbicidele utilizate pentru combaterea buruienilor se aplică atât preemergent, cât mai ales postemergent, cu echipamente terestre, împreună cu 200 - 300 litri de apă la hectar.

Aplicarea erbicidelor în postemergență pentru combaterea buruienilor dicotiledonate anuale și perene, se face în faza de 4 - 6 frunze a sorgului și de 4 - 5 frunze a buruienilor. Dacă se depășește această fază de dezvoltare, frunzele de sorg se înfășoară unele după altele, având formă de „nuia sau vargă”. Nu trebuie să depășim acest stadiu de dezvoltare, pentru că altfel pierderile de producție vor fi mari. Combaterea costreii din rizomi constituie o mare problemă, deocamdată distrugerea lui se poate realiza cu ajutorul prașilelor manuale sau mecanice. Erbicidele care sunt înregistrate a fi utilizate pentru combaterea buruienilor din culturile de sorg sunt prezentate în tabelul 10.23.

Tabelul 10.23

Erbicide utilizate la cultura de sorg (*Sorghum vulgare*)

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
0	1	2	3	4	5	6
1.	AMINO 600 SL	Acid 2,4-D	600 g/l	1,0 l/ha	Postemergent (sorg înfrățit)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
2.	CASPER (WG)	Dicamba + Prosulfuron	50 % 5 %	0,4 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
3.	DUAL GOLD 960 EC	S-metolaclor	960 g/l	1,0 - 1,5 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate anuale
4.	SATELITE	Glifosat	360 g/l	1,5 - 4,0 l/ha 4,0 - 5,0 l/ha	Preemergent, după recoltat, pt combaterea buruienilor deja răsărite	Buruieni anuale și bienale Buruieni perene
5.	TREK P 334 SE	Terbutilazin + Pendimetalin	270 g/l 64 g/l	2,0 - 2,5 l/ha 3,5 l/ha	Postemergent timpuriu Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale

10.19.10 COMBATEREA BURUIENILOR DIN CULTURA DE FLOAREA - SOARELUI (*Helianthus annuus*)

Floarea-soarelui are o pondere însemnată în structura culturilor agricole din țara noastră, situându-se pe locul secund în grupa plantelor prășitoare, după porumb.

Această cultură se caracterizează printr-o creștere lentă în primele 4-5 săptămâni după răsărit. În această perioadă, numită „critică”, buruienile pot concura foarte puternic plantele de floarea-soarelui. După această etapă, plantele de cultură, cu ajutorul sistemului radicular bine dezvoltat, au un ritm rapid de creștere și acoperă întreaga suprafață a solului, cultura devenind relativ rezistentă la îmburuienare. Cu toate acestea, prezența buruienilor la floarea-soarelui, în funcție de număr, speciile prezente și perioada de apariție, poate conduce la diminuarea recoltei de până la 80-90%.

În zonele de cultivare a florii-soarelui se regăsesc specii de buruieni din toate grupele botanice: dicotiledonate anuale și perene, monocotiledonate anuale și perene. Dintre acestea, mai greu de controlat sunt: *Xanthium strumarium*, *Cirsium arvense* și, în ultimii ani, *Ambrosia artemisiifolia*, toate specii din aceeași familie botanică cu floarea-soarelui – *Asteraceae*.

Sortimentul de erbicide omologate în România pentru controlul buruienilor la cultura de floarea-soarelui cuprinde o gamă largă de produse, cu aplicare pre- sau postemergentă (tabelul 10.24).

În primăverile secetoase, tot mai frecvente, mulți fermieri renunță la folosirea erbicidelor preemergente, în favoarea unor erbicide postemergente specifice hibridilor de tip CLEARFIELD sau EXPRESS.

Tabelul 10.24

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de floarea-soarelui (*Helianthus annuus*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	AFALON 50 SC	linuron	450 g/l	2,0-4,0 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
2.	AGIL 100 EC	propa-quizafof	100 g/l	0,8 l/ha 1-1,5 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale <i>Sorghum halepense</i>
3.	BROMOTRIL 40 EC	bromoxinil	400 g/l	2,0 l/ha	Postemergent	Desicant, înaintea recoltării

3b.	BUSTER 100 EC	quizalofop-p-etil	100 g/l	0,5-1,0 l/ha	Postemergent (BBCH 14-16)	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
4.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Desicant, înaintea recoltării
5.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	1,0-1,5 l/ha	Preemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale
6.	ELEGANT 0,5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	0,75 l/ha 1,5-1,75 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale <i>Sorghum halepense</i>
7.	EXPRESS 50 SG	tribenuron-metil	50 %	0,03 kg/ha+ 0,1 % Trend	Postemergent, (hibrizi rezistenți la tribenuron, la 2-4 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și unele perene
8.	FRONTIER FORTE (EC)	dimetenamid - P	720 g/l	0,8-1,2 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
9.	FUSILADE FORTE (EC)	fluazifop-p-butil	150 g/l	0,8 l/ha 1,0-1,3 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale <i>Sorghum halepense</i>
10.	GALIGAN 240 EC	oxifluorfen	240 g/l	1,0 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și unele perene
11.	GOAL 4 F (FS)	oxifluorfen	480 g/l	0,5 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și unele perene
12.	GRAMIN 5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	0,75 l/ha 1,5-1,75 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale <i>Sorghum halepense</i>
13.	IPIRON 45 SC	linuron	450 g/l	2,2-4,5 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotile anuale
14.	KILLER SUPER	quizalofop-p-etil	50 g/l	0,75 l/ha 1,5-1,75 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale <i>Sorghum halepense</i>
15.	LEOPARD 5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	0,75 l/ha 1,5-1,75 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale <i>Sorghum halepense</i>
16.	LINUREX 50 SC	linuron	500 g/l	2,0-4,0 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
17.	MAZA 4 SL	imazamox	40 g/l	1,25 l/ha	Postemergent, (hibrizi CLEARFIELD, la 2-8 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotile anuale

18.	MODOWN 4 F (SC)	bifenox	480 g/l	1,5-2,0 l/ha 1,0-1,5 l/ha	Preemergent Postemergent	Buruieni mono și dicotile anuale Buruieni dicotile anuale
19.	PANTERA 40 EC	quizalofop-p-tefuril	40 g/l	0,75 l/ha 1,5-1,75 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale <i>Sorghum halepense</i>
20.	PASSAT	imazamox	40 g/l	1,25 l/ha	Postemergent, (hibrizi CLEARFIELD, la 4-6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotile anuale
21.	PELICAN 500 SC	diflufenican	500 g/l	0,250 l/ha	Preemergent (asociat cu un graminicid)	Buruieni dicotiledonate anuale
22.	PENDIGAN 330 EC	pendimetalin	330 g/l	5,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
23.	PILOT 10 EC	quizalofop-p-etil	100 g/l	0,4 l/ha 0,75-0,9 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale <i>Sorghum halepense</i>
24.	PLEDGE 50 WP	flumioxazin	50 %	0,09-0,12 kg/ha 0,08 kg/ha	Preemergent Postemergent timpuriu	Buruieni anuale
25.	PROMAN	metobromuron	500 g/l	2,0-3,0 l/ha	Preemergent	Buruieni mono și dicotile anuale
26.	PULSAR 40 (EC)	imazamox	40 g/l	1,2 l/ha	Postemergent, (hibrizi CLEARFIELD, în faza de 4-6 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale
27.	RACER 25 EC	fluorocloridon	250 g/l	2,0-3,0 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotile anuale
28.	REGLONE FORTE (EC)	diquat	150 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Desicant, înaintea recoltării
29.	RESET 5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	0,75 l/ha 1,5-1,75 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale <i>Sorghum halepense</i>
30.	ROUNDUP ADVANCE	glifosat	360 g/l	2,0 l/ha	Postemergent, ca desicant, înainte de recoltare, la umiditatea boabelor 30%	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
31.	ROUNDUP EVOLUTION	glifosat	480 g/l	2,25-3,0 l/ha	Ppi - 2 zile înainte de Postemergent, la recoltare, ca desicant, la 30% umiditatea boabelor;	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene

32.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent, ca desicant, înainte de recoltare, la umiditatea boabelor ~30%	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
33.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-4 l/ha 4-10 l/ha	Ppi, 2 -3 zile înainte de semănat După recoltat	Buruieni anuale și bienale Buruieni perene
34.	STRATOS ULTRA	cicloxidim	100 g/l	2,0 l/ha + 2,0 l/ha adjuvant (DASH)	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
35.	SELECT SUPER	cletodim	120 g/l	0,6-1,0 l/ha 1,5-2,0 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale <i>Sorghum halepense</i>
36.	SHYFO	glifosat	360 g/l	2,5-5,0 l/ha	Postemergent, ca desicant, înainte de recoltare, la umiditatea boabelor ~30%	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
37.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	2,0-4,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate anuale
38.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	6,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
39.	SUCCESSOR PRO	petoxamid	600 g/l	2,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotile anuale
40.	TARGA MAX 10 EC	quizalofop-p- etil	100 g/l	0,4-0,6 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
41.	TARGA SUPER 5 EC	quizalofop-p- etil	50 g/l	0,7 l/ha 1,5 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale <i>Sorghum halepense</i>
42.	TIGER P (EC)	fluazifop-p- butil	150 g/l	0,8 l/ha 1,0-1,3 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale <i>Sorghum halepense</i>
43.	TOUCHDOWN SYSTEM 4 (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Preplant, cu 2 -3 zile înainte de semănat	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene

44.	WISH TOP	quizalofop-p- etil	120 g/l	0,83-1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
ERBICIDE COMPUSE						
1.	GARDOPRIM PLUS GOLD 500 SC	s-metolaclor + terbutilazin	300 g/l 187,5 g/l	0,33 kg/ha +0,1% Trend	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
2.	SUCCESSOR T	petoxamid + terbutilazin	312,5 g/l 187,5 g/l	4,0 l/ha	Preemergent și Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotile anuale
3.	WING P	pendimetalin+ dimetenamid-p	250 g/l 212,5 g/l	0,6 kg/ha + 1,0-1,5 l/ha adjuvant	Preemergent și Postemergent timpuriu	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale

10.19.11 COMBATEREA BURUIENILOR DIN CULTURILE DE RAPIȚĂ (*Brassica napus*) ȘI MUȘTAR (*Sinapis alba*)

Cultura de rapiță se bucură de un interes tot mai mare din partea fermierilor români, suprafețele cultivate fiind în creștere. Rapița poate fi concuroasă toamna sau primăvara, de specii de buruieni efemere, hibernante sau de primăvară cu germinație timpurie. După această etapă, plantele de rapiță cresc vertiginos, ramifică puternic și, dacă lanurile au o desime corespunzătoare, cultura poate face față cu succes concurenței buruienilor.

Cultivatorii de rapiță au la dispoziție o gamă foarte largă de erbicide omologate în România, pentru controlul buruienilor (tabelele 10.25 și 10.26).

Tabelul 10.25

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de rapiță

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	AGIL 100 EC	propaquizafop	100 g/l	0,5-1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotile anuale
2.	ANGELUS	clomazona	360 g/l	0,33 kg/ha	Preemergent (BBCH 00-05)	Buruieni dicotile anuale
3.	BARKLAY GALLUP HI-ACTIV	glifosat	490 g/l	1,1 l/ha 2,9 l/ha	Ppi, cu 2-3 zile înainte de semănat Postemergent ca desicant, cu 14 zile înainte de rec.	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
4.	BROMOTRIL 40 EC	bromoxinil	400 g/l	1,0-1,5 l/ha + adjuvant Trend	Postemergent, înainte de recoltare, la umiditatea semințelor 30%	Desicant

5.	BUSTER 100 EC	quizalofop-p- etil	100 g/l	0,3-0,4 l/ha 0,4-0,5 l/ha	Postemergent - toamna BBCH 12-21 Postemergent - (primăvara BBCH 30-32)	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
6.	BUTISAN 400 SC	metazaclor	400 g/l	1,5-2,0 l/ha 2,0-2,5 l/ha	Preemergent Postemergent timpuriu	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
7.	BUTISAN S	metazaclor	400 g/l	1,5-2,0 l/ha	Preemergent Postemergent timpuriu	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
8.	CLAP 300 SL	clopiraliid	300 g/l	0,4 l/h	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
9.	CLINIC XPERT	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha 4,0 l/ha	Ppi, cu 2 -3 zile înainte de semănat Postemergent ca desicant, cu 14 zile înainte de recoltare	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
10.	CLIOFAR 300 SL	clopiraliid	300 g/l	0,3-0,5 l/h	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
11.	CLOMATE	clomazona	360 g/l	0,33 kg/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
12.	COMAND (EC)	clomazona	480 g/l	0,15-0,25 kg/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
13.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	3,0 l/ha	Postemergent	Desicant, înaintea recoltării
14.	DEVRIKOL 45 F	napropamid	45 g/l	2,2-2,8 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
15.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	1,0-1,5 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
16.	EFEKTOR 360 CS	clomazona	360 g/l	0,33 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate și monocotiledonate anuale
17.	ELEGANT 0,5 EC	quizalofop-p- etil	50 g/l	0,75 l/ha 1,5 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale <i>Sorghum halepense</i>
18.	FUSILADE FORTE (EC)	fluazifop-p- butil	150 g/l	0,8 l/ha 1,0 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale <i>Sorghum h.</i>
19.	GALLUP SUPER 360	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent ca desicant, cu 14 zile înainte de recoltare	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene

20.	GLISTER ULTRA	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha 3,0-4,0 l/ha	Preemergent Postemergent ca desicant, cu 14 zile înainte de recoltare	Samulastră de cereale și buruieni anuale Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
21.	GRAMIN 5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale
22.	HELOSATE 450 TF	glifosat	450 g/l	4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
23.	KALIF 480 EC	clomazona	480 g/l	0,15-0,25 kg/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
24.	KILLER SUPER	quizalofop-p-etil	50 g/l	1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
25.	LEOPARD 5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	0,7 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale
26.	LONTREL 300	clopiraliid	300 g/l	0,3-0,5 l/h	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
27.	MAJOR 300 SL	clopiraliid	300 g/l	0,3-0,4 l/h	Postemergent (toamna sau primăvara)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
28.	MISSION	diquat	200 g/l	3,0 l/ha	Postemergent	Desicant pentru buruienile monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
29.	PANTERA 40 EC	quizalofop-p-tefuril	40 g/l	0,75 l/ha 1,5 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale <i>Sorghum halepense</i>
30.	PILOT 10 EC	quizalofop-p-etil	100 g/l	0,75 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
31.	PROPYZAMIDE SAPEC 40 SC	propizamid	400 g/l	1,875 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
32.	REGLONE FORTE (EC)	diquat	150 g/l	3,0 l/ha	Postemergent	Desicant, înaintea recoltării
33.	RESET 5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	0,75 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale
34.	ROUNDUP ADVANCE	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent ca desicant, cu 14 zile înainte de recoltare	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene

35.	ROUNDUP CLASIC PRO	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha 4,0 l/ha	Preemergent (înainte de semănat sau răsărire) Postemergent ca desicant, cu 14 zile înainte de recoltare	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
36.	ROUNDUP EVOLUTION	glifosat	480 g/l	2,25-3,0 l/ha	Ppi, cu 3 -4 zile înainte de semănat Postemergent ca desicant, cu 14 zile înainte de recoltare	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
37.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent ca desicant cu 14 zile înainte recoltare,	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
38.	SALSA	etamsulfuron-metil	750 g/kg	0,025 kg/ha + 0,25 l/ha Trend	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
39.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-4,0 l/ha 4,0-10,0 l/ha	Ppi, cu 2 -3 zile înainte de semănat, sau după recoltat Ppi, cu 2 -3 zile înainte de semănat, sau după recoltat	Buruieni anuale și bienale Buruieni perene
40.	SELECT SUPER	cletodim	120 g/l	0,8 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale
41.	SHYFO	glifosat	360 g/l	4,0 l/ha	Postemergent (ca desicant, când 60 % dintre silicve sunt maro)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
42.	STRATOS ULTRA	cicloxidim	100 g/l	1,0-2,0 l/ha + 1,0 l/ha adjuvant	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
43.	SULTAN 50 SC	metazaclor	500 g/l	1,2-1,6 l/ha 1,6-2,0 l/ha	Preemergent Postemergent timpuriu	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
44.	SUCCESSOR PRO	petoxamid	600 g/l	2,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotile anuale

45.	TARGA MAX 10 EC	quizalofop-p- etil	100 g/l	0,4-0,6 l/ha 0,6-1,25 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene Buruieni monocotile perene
46.	TARGA SUPER 5 EC	quizalofop-p- etil	50 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale
47.	TERIDOX 500 EC	dimetaclor	500 g/l	2,0-3,0 l/h	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
48.	VIVENDI 200	clopiralid	200 g/l	0,5 l/h	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
49.	WISH TOP	quizalofop-p- etil	120 g/l	0,83-1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
ERBICIDE COMPUSE						
1.	BARCA 330 SL	clopiralid + picloram	267 g/l 67 g/l	0,25-0,35 l/ha	Postemergent Rapiță de primăv și toamnă	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
2.	BRASAN (EC)	dimetaclor + clomazona	500 g/l 40 g/l	2,0-2,5 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
3.	BUTISAN AVANT	dimetenamid- p+ metazaclor + quinmerac	100 g/l 300 g/l 100 g/l	2,5 l/ha	Preemergent și Postemergent (BBCH 00-17)	Buruieni monocotiledonate și dicotile anuale
4.	BUTISAN DUO	dimetenamid- p+ metazaclor	200 g/l 200 g/l	2,5 l/ha	Preemergent și Postemergent (BBCH 00-17)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale
5.	BUTISAN MAX (SC)	dimetenamid- p+ metazaclor + quinmerac	200 g/l 200 g/l 100 g/l	2,5 l/ha	Preemergent și Postemergent (BBCH 00-17)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale
6.	CLERANDA (EC)	imazamox + metazaclor	17,5 g/l 375 g/l	1,5-2,0 l/ha +1,0 l/ha adjuvant	Postemergent (doar hibrizii CLEARFIELD)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
7.	CLERAVO	imazamox + quinmerac	35 g/l 250 g/l	0,8-1,0 l/ha +1,0 l/ha adjuvant	Postemergent (doar hibrizii CLEARFIELD)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
8.	GALERA (SL)	clopiralid + picloram	267 g/l 67 g/l	0,25-0,3 l/ha	Postemergent (înainte de alungirea tulpinii)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
9.	GALERA SUPER (SL)	aminopiralid+ clopiralid + picloram	40 g/l 240 g/l 80 g/l	0,20 l/ha 0,25 l/ha	Preemergent Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
10.	SULTAN TOP	metazaclor + quinmerac	375 g/l 125 g/l	2,0 l/ha	Preemergent și Postemergent timpurii (BBCH 10- 14)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale

Tabelul 10.26

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de muștar (*Sinapis alba*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	CLINIC XPERT	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha 4,0 l/ha	Ppi, cu 2 -3 zile înainte de semănat sau răsărire Postemergent ca desicant, cu 8 zile înainte de recoltare	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
2.	GALLUP SUPER 360	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent ca desicant, cu 8 zile înainte de recoltare	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
3.	GLISTER ULTRA	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha 3,0-4,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărire) Postemergent ca desicant, cu 8 zile înainte de recoltare	Samulastră de cereale și buruieni anuale Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
4.	LONTREL 300 (EC)	clopiralid	300 g/l	0,3-0,5 l/h	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
5.	ROUNDUP CLASIC PRO	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha 4,0 l/ha	Preemergent (înainte de înființare sau răsărire) Postemergent ca desicant, cu 8 zile înainte de recoltare	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
6.	SULTAN 50 SC	metazaclor	500 g/l	1,5 l/ha	Preemergent/ Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
ERBICIDE COMPUSE						
1.	GALERA (SL)	clopiralid + picloram	267 g/l 67 g/l	0,25-0,3 l/ha	Postemergent (înainte de alungirea tulpinii)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene

10.19.12 COMBATEREA BURUIENILOR DIN CULTURILE DE LEGUMINOASE PENTRU BOABE (*Fam. Fabaceae*)

Leguminoasele pentru boabe sunt recunoscute ca extrem de sensibile la acțiunea buruienilor, fiind concurate de acestea începând de la răsărire și până aproape de maturitate. Prin urmare, în lipsa unor măsuri de combatere a acestora, producția este practic compromisă. Pagubele sunt cu atât mai mari cu cât buruienile apar mai devreme în cultură și într-un număr mai mare, un rol important având și condițiile climatice.

Îmburuienarea leguminoaselor este foarte complexă, fiind prezente numeroase specii, din ambele grupe botanice, mono și dicotiledonate anuale și perene, cu apariție eșalonată.

La leguminoasele cu perioadă lungă de vegetație, cum este soia, pentru a avea o cultură curată de buruieni până la recoltare, sunt necesare două sau chiar trei tratamente: primul aplicat preemergent, pentru controlul speciilor monocotiledonate anuale și a unor dicotiledonate anuale, al doilea și eventual al treilea, aplicate în vegetație, pentru controlul speciilor monocotiledonate perene și a dicotiledonatelor anuale și perene. Se poate reduce numărul tratamentelor folosind erbicide compuse, sau combinând mai multe produse cu spectru de combatere diferit.

În continuare sunt prezentate produsele erbicide omologate, utilizate la culturile de leguminoase pentru boabe.

10.19.12.1 CONTROLUL BURUIENILOR DIN CULTURILE DE SOIA

Soia (*Glycine max.* L.) este una dintre cele mai valoroase culturi proteice prin boabe și întreaga plantă, dar și amelioratoare a fertilității solurilor, atât prin materia organică rămasă în sol după recoltare, cât și prin azotul fixat în nodozitățile dezvoltate pe rădăcini.

Plantele de soia sunt foarte sensibile la concurența buruienilor în prima parte a perioadei de vegetație, când buruienile deranjează puternic înrădăcinarea plantulelor de soia, dezvoltarea sistemului radicular și mai ales formarea nodozităților pentru bacteriile simbiotice, toate acestea cu consecințe directe în creșterea și dezvoltarea părții aeriene a plantei. Perioada de la răsărire până la formarea a 3-4 etaje de frunze este extrem de importantă din punct de vedere al concurenței buruienilor. După această perioadă soia reușește să



umbrească bine solul în condițiile în care distanțele dintre rânduri sunt reduse (18-25 cm) sau schema de însămânțare în benzi a câte 3 rânduri apropiate și un interval de 70 cm între benzi, situație în care se combină metodele de control aplicate pentru buruieni. Buruienile care răsar după faza critică sunt în general anualele termofile cu dezvoltare rapidă și buruienile perene. Acestea deranjează în continuare plantele de soia, mai ales pe cele cu creștere semideterminată, care formează progresiv etaje de frunze și flori, deranjează foarte mult recoltarea și creează premisele îmburuienării culturilor postemergătoare.

Speciile de buruieni problemă pentru culturile de soia aparțin celor patru grupe biologice: monocotiledonate anuale și monocotiledonate perene, dicotiledonate anuale și dicotiledonate perene. Speciile cele mai frecvente în culturile de soia din România sunt: *Setaria* spp., *Echinochloa crus-galli*, *Digitaria sanguinalis*, *Avena fatua* (monocotiledonate anuale); *Agropyron repens*, *Sorghum halepense*, *Phragmites communis* (monocotiledonate perene); *Polygonum* spp., *Chenopodium* spp., *Amaranthus* spp., *Hibiscus trionum*, *Fumaria* spp., *Abutilon teophrasti*, *Xanthium strumarium*, *Ambrosia artemisiifolia*, *Portulaca oleracea*, *Solanum nigrum*, *Raphanus raphanistrum*, *Sinapis arvensis*, *Galeopsis tetrahit*, *Sonchus oleraceus* (dicotiledonate anuale) și *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Sonchus arvensis*, *Stachis palustre*, *Rubus caesius*, *Symphitum officinale* (dicotiledonate perene) etc.

Numărul de specii de buruieni care se dezvoltă rapid în culturile de soia este relativ mare, dar aspectul cel mai important este că și pentru soia buruienile dicotiledonate perene sunt un pericol tot mai greu de controlat prin metode unilaterale, fiind necesară îmbinarea tuturor pârghiilor tehnologice.

Pericolul îmburuienării timpurii a culturilor de soia se datorează intervalului lung de timp parcurs de la semănat la răsărirea completă a culturii, mai ales în primăverile mai secetoase, perioadă în care atât buruienile timpurii cât și cele termofile sau perenele au posibilitatea sa răsară. Semințele de soia absorb foarte lent apa necesară declanșării germinației datorită tegumentului gros și conținutului ridicat de substanțe grase, iar cantitatea totală de apă necesară pentru germinarea semințelor de soia este mai mare comparativ cu toate culturile de câmp. După răsărire, plantulele de soia au creșteri foarte lente, parcurgând în condiții climatice optime 2-3 săptămâni până la formarea primei perechi de frunze și înrădăcinare relativ optimă. Încă 3-4 săptămâni sunt necesare până la diferențierea primelor flori, așa încât lungimea intervalului de sensibilitate la îmburuienare este foarte mare.

Pentru a diminua riscul îmburuienării puternice atât în prima parte a perioadei de vegetație cât și dezvoltarea târzie a buruienilor cu germinație eșalonată și a celor perene sunt necesare măsuri complexe de combatere:

rotație corectă, cu includerea culturii de soia în asolamente de câmp de minimum 4 ani, cu cereale păioase 30-40%, porumb boabe sau siloz 20-30%, fabaceae anuale, inclusiv soia sau amestecurile furajere cu fabaceae 20-30%, prășitoare 20-30%. În cadrul acestor rotații, se reduce spectrul de buruieni care invadează cultura de soia și se evită dezvoltarea puternică a buruienilor perene. Este recomandat ca soia să nu revină mai devreme de 3-4 ani pe aceeași solă datorită riscului de atac al bolilor și al dăunătorilor;

Aplicarea corectă a sistemului de lucrări ale solului presupune: arătura de vară sau toamnă la 20-25 cm, grăparea din toamnă a arăturii pentru uniformizare și favorizarea răsării timpurii a buruienilor încât acestea să poată fi distruse la pregătirea patului germinativ; pregătirea patului germinativ printr-o singură trecere cu un agregat complex ușor (combinator) care să asigure afânarea superficială a patului germinativ (3-5 cm), dar și mărunțirea și așezarea acestuia pentru ca semințele de soia să poată fi în contact intim cu agregatele de sol încât să fie favorizată absorbția apei necesară germinării. Pregătirea patului germinativ se realizează înainte de semănat sau cel mai devreme în preziua semănatului. Păstrarea apei în sol este definitorie pentru germinația semințelor de soia. Soia se pretează foarte bine și la sistemele minimum tillage sau no tillage;

Semănatul la timp și corect, în pat germinativ, uniform, așezat și curat de buruieni. Adâncimea de semănat la soia nu depășește 5 cm (2,5-4 cm, max. 5 cm); *folosirea seminței de calitate și adaptată la schema de semănat corespunzătoare condițiilor de sol și igienă a terenului*. În situația în care se întârzie semănatul, germinația semințelor de soia poate fi îngreunată prin pierderea apei din stratul de sol în care acestea se distribuie. Distanța dintre rânduri se corelează cu gradul de îmburuienare al terenului și posibilitățile de control a buruienilor. În funcție de metodele de control a buruienilor alese, distanța între rânduri poate fi de la 18 până la 70 de cm. Tendința actuală este de utilizare a soiurilor de soia pretabile la diminuarea distanței între rânduri și între plante pe rând, pentru scăderea spațiului disponibil pentru răsărirea și dezvoltarea buruienilor și diminuarea perioadei de risc la îmburuienare. Însămânțarea la 70 de cm între rândurile de soia obligă fermierul la un control foarte riguros și costisitor al buruienilor;

Fertilizarea rațională asigurată atât în cadrul rotației prin îngrășământ organic aplicat cel puțin la o cultură prășitoare din rotație sau îngrășământ verde (în cultură succesivă), cât și în cultura de soia prin fertilizări minerale în mai multe etape și bacterizarea semințelor de soia. Plantele de soia trebuie să găsească în sol cantități suficiente de elemente nutritive, atât la răsărire cât și în perioadele de consum maxim, dar să fie capabile și să fixeze azotul atmosferic prin simbioza pe rădăcini cu bacteriile fixatoare. În funcție de sol, este recomandată aplicarea din toamnă a fertilizanților simpli pe bază de fosfor și potasiu și dacă nu este posibil, la pregătirea patului germinativ, NPK cu aport redus de N. La răsărire plantulele de soia trebuie să găsească în sol atât azotul necesar cât și compușii cu fosfor solubili pentru înrădăcinare și creștere în primele faze. Pe vegetație se aplică fertilizanți foliari pentru aportul facil de microelemente și controlat de azot. Soia utilizează azotul din soluția solului în proporție de 35-50% și azotul obținut din simbioza cu bacteriile *Bradyrhizobium japonicum*, care trăiesc în nodozitățile de pe rădăcinile plantelor de soia, în proporție de 50-65%. După realizarea inoculării (bacterizării), soia își procură între 20 și 80% din necesarul de azot pe această cale;

Controlul fizico mecanic - 3-4 treceri cu cultivatoare mecanice inter-rânduri sau intrarând cu determinarea in situ a buruienilor și a plantelor de cultură sau treceri inter-rânduri cu cultivatoarele speciale cu flacăra cu determinarea in situ a buruienilor în cazul culturilor de soia însămânțate ca prășitoare și parc de mașini de ultimă generație;

Controlul chimic al buruienilor în preemergență, prin aplicarea erbicidelor asociate tank mix, la sol, pentru buruienile mono și dicotiledonate anuale ce pot răsări înaintea culturii sau în prima parte a vegetației. În zonele de stepă și în primăverile secetoase aplicarea acestor erbicide poate fi făcută prin încorporare superficială în sol (4-5 cm) la pregătirea patului germinativ. În zonele sau primăverile în care nu există riscul de secetă la sol aplicarea se poate face la suprafața solului, în maximum 6-7 zile după însămânțare. Dozele de erbicide preemergente se corelează cu conținutul solului în argilă și humus. La conținut redus în humus (<2%) sau argilă (<25-30%) nu se folosesc limitele maxime ale dozelor prescrise. Asocierea tank-mix a mai multor erbicide simple este benefică, cu atenția la dozele utilizate;

Controlul chimic în postemergență (1-3 tratamente) pentru speciile de buruieni perene și pentru speciile de buruieni anuale care răsar după încetarea



persistenței erbicidelor preemergente sau pentru cele rezistente la substanțele active din erbicidele preemergente.

Toleranța plantelor de soia la erbicidele recomandate pentru tratamente postemergente începe cu formarea primei perechi de frunze trifoliolate și continuă pe vegetație în funcție de caracteristicile chimice ale erbicidelor folosite și păstrarea intervalului necesar pentru evitarea reziduurilor.

Utilizarea erbicidului *glifosat* pentru cultura de soia este posibilă în trei perioade distincte, astfel:

- *aplicarea vara pe miriște*, după recoltarea plantei premergătoare soiului în cazul unui teren cu potențial de îmburuienare foarte ridicat. Se lasă miriștea 1 - 2 săptămâni nelucrată; semințele buruienilor din stratul superficial de sol vor germina și buruienile se vor dezvolta până la stadiul de rozetă (Da) sau 4 frunze (Ma); se aplică un erbicid cu *glifosat* în doză de 4 - 6 l/ha, în 150-200 l de apă; se lasă miriștea nelucrată până la uscarea completă a buruienilor, când începe aplicarea sistemului de lucrări la sol pentru soia;

- *la aproximativ o lună după arătura de vară, sau dezmiriștire* după ce buruienile au germinat și sunt dezvoltate, la înălțimea de 10 - 15 cm, erbicidare urmată de repaus minimum 2 săptămâni, iar apoi de arătura normală de toamnă;

- *primăvara, înainte de răsărirea plantelor de soia*, la 10-14 zile după însămânțare, dacă buruienile sunt răsărite, în special *Cirsium arvense*, *Convolvulus*, *Galium* spp., *Galeopsis tetrahit*, *Sinapis* spp., *Raphanus* spp., *Polygonum* spp., *Avena* spp. etc. Condiția este ca soia să nu fie deloc răsărită. Erbicidul *glifosat* aplicat pentru controlul buruienilor răsărite nu are efect rezidual asupra germinării semințelor de soia sau asupra plantulelor ulterior răsărite.

Pentru controlul chimic eficient al buruienilor care pot invada culturile de soia sunt necesare mai multe tratamente în diferite variante: fie un tratament cu *glifosat* urmat de 1-2 tratament pe vegetație; fie un tratament preemergent cu erbicide asociate, urmat de 1-2 tratamente în postemergență, fie doar tratamente în postemergență (2-3) când incidența buruienilor monocotiledonate anuale nu este foarte mare.

Substanțele active tolerate de către soia și care se regăsesc în lista erbicidelor omologate în România pentru controlul buruienilor din culturile de soia aparțin următoarelor grupe chimice:

- benzothiadiazinone: *bentazon*;

- ciclohexandione: *cicloxidim, cletodim*;
- cloroacetamide: *S-metolaclor* și *dimetenamid -p*;
- dinitroaniline: *pendimetalin*;
- fenilftalimide: *flumioxazin*;
- fenoxipropionați: *propaquizafop, fluazifop-p-butil, quizalofop - p-etil, quizalofop-p-tefuril*;
- imidazolinone: *imazamox*;
- sulfonilureice: *triflusulforon metil*;
- triazinone: *metribuzin*.

Cultura de soia se pretează la controlul exclusiv chimic al buruienilor, dar cu combinarea mai multor erbicide la fiecare tratament și verificarea susținută a evoluției buruienilor, îndeosebi a celor perene. Trebuie menționat faptul că pentru cultura de soia nu avem omologate erbicide care să controleze eficient buruienile dicotiledonate perene (tabelul 10.27).

Tabelul 10.27

**Erbicidele omologate în România pentru utilizare
în cultura de soia (*Glycine max.*)**

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
<i>Erbicide cu aplicare în preemergență</i>						
1.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	1,0-1,5 l/ha	Ppi - 3-4 cm sau Preem după semănat în zone cu precipitații	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate
2.	FRONTIER FORTE (EC)	dimetenamid-p	720 g/l	0,8-1,4 l/ha	Ppi/ Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate anuale
3.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	4,0-5,0 l/ha	Ppi/ Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
4.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	2,0-4,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate
5.	PENDIGAN 330 EC	pendimetalin	330 g/l	4,0-5,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
6.	BUZZIN	metribuzin	700 g/kg	0,4 kg/ha	Preemergent imediat după însămânțare	Buruieni dicotiledonate anuale și unele mono. anuale

7.	SENCOR LIQUID 600 SC	metribuzin	600 g/l	0,35 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotile anuale și unele monocotiledonate anuale
8.	SURDONE (WG)	metribuzin	70%	0,25-0,5 kg/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale
9.	PLEGE 50 WP	flumioxazin	50%	0,09 kg/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
Erbicide cu aplicare în postemergență						
10.	PULSAR 40 (EC)	imazamox	40 g/l	0,75-1,0 l/ha	Postemergent timpuriu	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale
11.	HARMONY 50 SG	tifensulfuron- metil	50%	0,012 kg/ha + 0,1% Trend	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
12.	BASAGRAN FORTE (EC)	bentazon + wettol	480 g/l 150 g/l	2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
13.	AGIL 100 EC	propaquizafop	100 g/l	0,8 l/ha 1,0-1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale plus <i>Sorghum halepense</i>
14.	SELECT SUPER (SL)	cletodim	120 g/l	0,6-1,0 l/ha 1,5-2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense</i>
15.	STRATOS ULTRA (SL)	cicloxdim	100 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense</i>
16.	TIGER P (EC)	fluazifop-p- butil	150 g/l	0,8 l/ha 1,0-1,3 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale <i>Sorghum halepense</i>
17.	ELEGANT 05 EC	quizalofop-p- etil	50 g/l	0,75 l/ha 1,5-2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale <i>Sorghum halepense</i>
18.	KILLER SUPER 5 EC	quizalofop-p- etil	50 g/l	0,75 l/ha 1,5-2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale <i>Sorghum halepense</i>
19.	LEOPARD 5 EC	quizalofop-p- etil	50 g/l	0,7 l/ha 1,5-2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale <i>Sorghum halepense</i>
20.	PANTERA 40 EC	quizalofop-p- tefluril	40 g/l	0,75 l/ha 1,5-2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale <i>Sorghum halepense</i>

21.	TARGA MAX 10 EC	quizalofop-p- etil	100 g/l	0,4-0,6 l/ha 0,6-1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale <i>Sorghum halepense</i>
22.	TARGA SUPER 5 EC	quizalofop-p- etil	50 g/l	1,0 l/ha 2,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale <i>Sorghum halepense</i>
<i>Erbicide cu aplicare fie în preemergență, fie în postemergență - timpuriu</i>						
23.	WING P	pendimetalin + dimetenamid - p	250 g/l 212,5 g/l	3,5-4,0 l/ha	Preemergent/ Postemergent timpuriu	Buruieni monocotiledonate și unele dicotiledonate

Tabelul 10.28

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de fasole (*Phaseolus vulgaris*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	AGIL 100 EC	propaquizafop	100 g/l	0,8-1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
2.	BASAGRAN SL	bentazona	480g/l	2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotile anuale
3.	BENTA 480 SL	bentazona	480 g/l	3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotile anuale
4.	CLOMATE	clomazona	360 g/l	0,25 kg/ha	Preemergent (BBCH 00-05)	Buruieni dicotiledonate și monocotiledonate anuale
5.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	1,0-1,5 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
6.	GALLUP SUPER 360	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent ca desicant, cu 7 zile înainte de recoltare	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
7.	GLISTER ULTRA	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent ca desicant, cu 7 zile înainte de recoltare	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
8.	MISSION	diquat	200 g/l	3,0 l/ha	Postemergent	Desicant pentru buruienile mono și dicotiledonate anuale și perene

9.	ROUNDUP CLASIC PRO	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha 4,0 l/ha	Preemergent (înainte de înființare sau răsărire) Postemergent ca desicant, cu 7 zile înainte de recoltare	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
10.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-4,0 l/ha 4,0-10,0 l/ha	Postemergent (cu echipament selectiv) Postemergent (cu echipament selectiv)	Buruieni anuale și bienale Buruieni perene
11.	SELECT SUPER	cletodim	120 g/l	0,6-1,0 l/ha 1,5-2,0 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale <i>Sorghum halepense</i>
12.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	4,0-5,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
13.	STRATOS ULTRA	cicloxiidim	100 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
14.	TARGA MAX 10 EC	quizalofop-p-etil	100 g/l	0,4-0,6 l/ha 0,6-1,25 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale Buruieni monocotile perene
15.	TARGA SUPER 5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	0,8-1,25 l/ha 1,25-2,5 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale Buruieni monocotile perene
16.	WISH TOP	quizalofop-p-etil	120 g/l	0,8-1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
ERBICIDE COMPUSE						
1.	BASAGRAN FORTE (EC)	bentazon + wettol (muiant)	480 g/l 150 g/l	2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale

Tabelul 10.29

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de bob (*Vicia faba*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	BASAGRAN SL	bentazona	480g/l	2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotile anuale
2.	BENTA 480 SL	bentazona	480 g/l	3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotile anuale

Tabelul 10.30

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de lupin (*Lupinus* sp.)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	LENTAGRAN 45 WP	piridat	450 g/l	2,0 l/ha	Postemergent (începând cu BBCH 13)	Buruieni dicotiledonate anuale
2.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	4,0-5,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale

Tabelul 10.31

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de mazăre (*Pisum* sp.)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1.	2	3	4	5	6	7
1.	AGIL 100 EC	propaquizafop	100 g/l	0,8-1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
2.	BASAGRAN SL	bentazona	480g/l	2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotile anuale
3.	BENTA 480 SL	bentazon	480 g/l	3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotile anuale
4.	BUTOXONE M-40 (EC)	MCPB-Na		2,0-2,5 l/ha	Postemergent (mazărea la 10-12 cm)	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
5.	CLOMATE	clomazona	360 g/l	0,25 kg/ha	Preemergent (BBCH 00-05)	Buruieni dicotiledonate și monocotile anuale
6.	CLINIC XPERT	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha	Preemergent (înainte de înființarea sau răsărirea culturii)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
7.	GLISTER ULTRA	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent ca desicant, cu 7 zile înainte de recoltare	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
8.	GALLUP SUPER 360	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent ca desicant, cu 7 zile înainte de recoltare	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
9.	IPIRON 45 SC	linuron	450 g/l	0,5-2,0 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotile anuale

10.	LEOPARD 5 EC	quizalofop-p- etil	50 g/l	0,7 l/ha 1,5 -1,75 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale Buruieni monocotile perene
11.	MISSION	diquat	200 g/l	2,0-3,0 l/ha	Postemergent	Desicant pentru buruienile monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
12.	PULSAR 40 (EC)	imazamox	40 g/l	0,75-1,0 l/ha	Postemergent timpuriu	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotile anuale
13.	ROUNDUP ADVANCE	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent ca desicant, cu 7 zile înainte de recoltare	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
14.	ROUNDUP CLASIC PRO	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha 4,0 l/ha	Preemergent (înainte de înființare sau răsărire) Postemergent ca desicant, cu 7 zile înainte de recoltare	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
15.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent (cu 2-3 săpt. înainte de recoltare)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
16.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-4,0 l/ha 4,0-10,0 l/ha	Postemergent (cu echipament selectiv) Postemergent (cu echipament selectiv)	Buruieni anuale și bienale Buruieni perene
17.	SELECT SUPER	cletodim	120 g/l	0,6-1,0 l/ha 1,5-2,0 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale <i>Sorghum halepense</i>
18.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	4,0-5,0 l/ha	Preemergent (maxim la 3 zile după semănat)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
19.	TARGA MAX 10 EC	quizalofop-p- etil	100 g/l	0,4-0,6 l/ha 0,6-1,25 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale Buruieni monocotile perene
20.	TARGA SUPER 5 EC	quizalofop-p- etil	50 g/l	0,8-1,25 l/ha 1,25-2,5 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale Buruieni monocotile perene
21.	WISH TOP	quizalofop-p- etil	120 g/l	0,83- 1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.32

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de năut (*Cicer arietinum*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	SELECT SUPER	cletodim	120 g/l	0,8-1,0 l/ha 1,5-2,0 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale <i>Sorghum halepense</i>

10.19.13 COMBATAREA BURUIENILOR DIN CULTURILE DE CARTOF (*Solanum tuberosum*)

Cartoful (*Solanum tuberosum*), este o plantă cu o pondere mare în balanța economică a multor țări, fiind utilizat ca aliment de bază în alimentația multor popoare. Tuberculul este partea consumată din planta de cartof, acesta fiind rezultatul îngroșării stolonilor (tulpinilor subterane) și este cunoscut ca o legumă hrănitore și gustoasă. Tuberculii de cartof se folosesc și în industria amidonului, alcoolului sau în industria chimică; în hrana animalelor - ca atare sau, borhotul rămas de la fabricarea amidonului sau a alcoolului și reziduurile rămase din industria alimentară.

În România, cartoful se cultivă pe o suprafață totală sub 300000 de ha, ponderea lui în structura culturilor de câmp sau legumicole la nivel național fiind redusă. Cartoful se cultivă pe suprafețe extinse în zonele de favorabilitate maximă în care intră suprafețe arabile din județele Covasna, Harghita și Brașov; în celelalte zone fiind cultivat pe terenuri cu soluri profunde, pretabile la irigat, din luncile râurilor (îndeosebi cartofii timpurii), sau în zonele submontane sau montane pe suprafețe mai restrânse, pe soluri cu reacție ușor acidă. Ca legumă, este prezentă în schimb în toate grădinile din zona rurală.

În relația cu buruienile, cartoful este o plantă sensibilă în perioada răsării și încă 4-5 săptămâni post răsărire, până în faza de îmbobocire. Mai târziu, cartoful reușește să umbrească destul de bine suprafața solului de sub protecția tufei, unde buruienile se vor dezvolta mai greu, așa încât concurența acestora față de planta de cartof, este mai puțin resimțită. Pericolul îmburuienării rămâne în schimb, pentru suprafața de teren liberă dintre rândurile plantelor, suprafața în care incidența luminii este mai puternică față de bilonul umbrat de cartof și buruienile anuale termofile răsar și se dezvoltă fără probleme, astfel încât îmburuienarea tardivă a culturilor de cartof cu

mohor, lobodă, spanac sălbatic, știr sau troscot reprezintă o sursă de semințe de buruieni anuale pentru întreaga rotație.

Cultura de cartof este o cultură prășitoare, instalată în teren primăvara devreme, înaintea altor culturi prășitoare (soia, porumb, floarea-soarelui), astfel că poate fi invadată în prima parte a perioadei de vegetație de o diversitate mare de specii de buruieni (asemănător sfeclei). Cultura are avantajul ritmului mai alert de creștere al plantelor tinere de cartof și dezvoltarea rapidă a sistemului radicular datorită particularităților biologice ale plantei dar și celor tehnologice, plantarea în biloane, în sol afânat și cu fertilitate bună.

Fertilitatea și afânarea solului din bilon sunt în schimb factori care duc la răsăriri masive de buruieni anuale înainte de apariția lăstarilor de cartof.

Buruienile anuale care invadează frecvent culturile de cartof din România sunt: *Avena fatua*, *Setaria* spp., *Echinochloa crus-galli*, *Digitaria sanguinalis* (monocotiledonate) și *Raphanus raphanistrum*, *Sinapis arvensis*, *Galeopsis tetrahit*, *Stachys annua*, *Fumaria* spp., *Sonchus oleraceus*, *Polygonum* spp., *Chenopodium* spp., *Amaranthus* spp., *Hibiscus trionum*, *Abutilon theophrasti*, *Xanthium strumarium*, *Portulaca oleracea*, *Stellaria media*, *Anagalis arvensis* (dicotiledonate anuale) și *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Sonchus arvensis*, *Stachis palustre*, *Rubus caesius*, *Symphytium officinale* etc.

Buruienile perene frecvente în culturile de cartof sunt: *Agropyron repens*, *Sorghum halepense*, *Phragmites communis*, *Cynodon dactylon* (monocotiledonate perene) și *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Sonchus arvensis*, *Latyrus tuberosus*, *Rubus caesius*, *Calistegia palustre*, *Symphytium officinale*, *Equisetum* spp., (dicotiledonate și pteridofite).

Dacă toate aceste specii ar fi lăsate în cultura de cartof, pagubele cantitative ar ajunge la 30-60% din potențialul productiv al soiurilor.

Unele buruieni perene, atât dicotiledonate cât și monocotiledonate, se dezvoltă pe toată perioada de vegetație a cartofului fără probleme: *Cirsium arvense*, *Agropyron repens*, *Equisetum arvense*, *Convolvulus arvensis*, *Sorghum halepense*. Monocotiledonatele perene cu rizomi (*A. repens*, *S. halepense*, chiar și *P. communis*) împreună cu pteridophitele perene – *Equisetum* spp., produc pagube calitative majore tuberculilor de cartof (prin străpungerea acestora), îndeosebi în anii mai secetoși.

Sistemul de control al buruienilor din cultura de cartof presupune:

Rotația corectă cu atenție sporită la alegerea premergătoarei. Pentru cartof culturile premergătoare invadate de buruieni perene cu înmulțire vegetativă prin muguri de pe rizomi trebuie excluse. Cele mai bune premergătoare sunt cerealele păioase care eliberează terenul devreme, lăsând timp pentru toate operațiile tehnologice necesare cartofului și care înăbușă de regulă, buruienile amintite mai sus. Durata optimă pentru o rotație în care intră cartoful este de 4-5 ani, cu structură de culturi diversă. Cartoful trebuie să revină pe aceeași solă după minimum 3 ani pentru a diminua riscul atacului de nematozi și riscul bolilor cu transmitere prin spori ce se găsesc la suprafață sau în sol.

Cartoful necesită un sistem special de lucrări la sol: arătura de toamnă la 30-35 cm, grăparea din toamnă a arăturii pentru a favoriza posibilitatea plantării timpurii a cartofului; pregătirea patului de plantare printr-o singură trecere cu grapa rotativă, sau agregate complexe care să asigure afânarea pe adâncimea de 10-15 cm, uniformizarea terenului și distrugerea completă a buruienilor răsărite. Pregătirea patului de plantare se încheie cu deschiderea rigolelor de plantare când plantarea nu se realizează cu mașina de plantat cartofi. Definierea formei bilonului se realizează concomitent cu plantarea sau după plantarea cartofului. Rebilonările necesare pentru refacerea formei bilonului în perioada de la plantare până după răsărirea cartofului (20-25 cm înălțimea lăstarilor de cartof) contribuie în mare măsură la controlul buruienilor.

Plantarea la timp și folosirea materialului de plantat de calitate, calibrat și sănătos. Plantarea cât mai timpurie în intervalul epocii optime de plantat, este mult mai avantajoasă pentru cultura de cartof, comparativ cu plantarea întârziată. Plantarea timpurie salvează de multe ori cultura de cartof de incidența masivă a buruienilor perene și a celor cu răsărire eșalonată, pentru că plantele de cartof se vor dezvolta devreme, umbrind suprafața solului.

Fertilizarea optimă. Cartoful este o cultură pretențioasă față de nivelul nutrienților din sol și care răspunde foarte bine la cantitățile mari de fertilizanți organici. Atenția sporită trebuie acordată gunoierului de grajd, care trebuie să fie foarte bine fermentat pentru a nu favoriza îmburuienarea masivă cu știr, mohor și lobodă sau spanac sălbatic.

Controlul buruienilor poate fi asigurat prin metode mixte: mecanice plus chimice sau numai prin metode chimice, în cazul plantării mecanizate și definerii biloanelor la debutul culturii (fără rebilonări ulterioare).

Controlul chimic al buruienilor anuale se face preponderent în preemergență, prin aplicarea erbicidelor asociate tank mix, la suprafața solului, după rebilonarea definitivă. Acest moment corespunde perioadei de dinaintea răsării lăstarilor de cartof sau postrăsărire, cu condiția ca lăstarii de cartof să nu fie peste 10 cm înălțime înainte de rebilonare. Dozele de erbicide preemergente se corelează cu conținutul solului în argilă și humus. Asocierea tank-mix a erbicidelor simple este benefică în situația existenței buruienilor anuale mono și dicotiledonate cu atenția necesară acordată dozelor utilizate.

Controlul chimic repetat în postemergență (1-2 tratamente) se poate realiza pentru speciile de buruieni monocotiledonate perene și pentru speciile de buruieni anuale (mono și dicotiledonate). Pentru buruienile dicotiledonate perene nu există erbicide omologate pentru controlul în postemergență la cartof. Asocierea tank mix a erbicidelor cu aplicare în postemergență necesită verificarea compatibilității. După aplicarea erbicidelor pentru controlul monocotiledonatelor perene, nu se fac rebilonări timp de 10-14 zile pentru ca erbicidele să poată fi translocate la nivelul mugurilor vegetativi de pe tulpinile subterane.

Controlul chimic al speciilor de buruieni perene periculoase cu ajutorul erbicidelor cu acțiune totală, pe bază de glifosat, se poate realiza în aceleași condiții ca și la soia: pe miriștea plantei premergătoare, înainte de lucrările la sol, pe terenul dezmiriștit, cu condiția existenței buruienilor perene (sau anuale) în vegetație sau, primăvara – în intervalul plantat – răsărirea lăstarilor de cartof, dacă sunt buruienile perene răsărite și cu lăstarul principal în creștere activă.

Substanțele active tolerate de către cartof și care se regăsesc în lista erbicidelor omologate în România (tabelul 10.33) pentru controlul buruienilor din culturile de cartof aparțin următoarelor grupe chimice:

- benzothiadiazinone: *bentazon* (până în 2019);
- ciclohexandione: *cletodim*;
- cloroacetamide: *S-metolaclor* și *dimetenamid* –p;
- cloropirolidinone: *fluorocloridon*;
- diazine: *linuron*;
- dinitroaniline: *pendimetalin*;
- fenilftalimide: *flumioxazin*;
- fenilpirazoli: *piraflofen* – etil;

- fenoxipropionați: *propaquizafop, fluazifop-p-butil, quizalofop -p-etil, quizalofop-p-tefuril*;
- isoxazolidinone: *clomazona*;
- sulfonilureice: *rimsulforon*;
- tiocarbamați: *prosofocarb*;
- triazinone: *metribuzin*;
- ureice substituie: *metobromurom*.

Tabelul 10.33

**Erbicidele omologate în România pentru a fi utilizate în
cultura de cartof (*Solanum tuberosum*)**

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
<i>Erbicide cu aplicare în preemergență</i>						
1.	IPRQN 45 SC	linuron	450 g/l	2,5 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
2.	AFALON 50 SC	linuron	450 g/l	2,5 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
3.	LINUREX 50 SC	linuron	500 g/l	2,0-4,0 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale
4.	RACER 25 EC	fluorocloridon	250 g/l	3,0-4,0 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
5.	AS SUPER (WP)	metribuzin	70%	0,7-1,2 kg/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale
6.	BUZZIN	metribuzin	700 g/kg	0,75 kg/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale
7.	CITATION	metribuzin	700 g/kg	0,53 kg/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
8.	METRIPHAR 70 WG	metribuzin	70%	0,7-1,2 kg/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale
9.	SURDONE (WG)	metribuzin	70%	0,7-1,2 kg/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale
10.	BOXER 800 EC	prosulfocarb	800 g/l	3,0-5,0 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate
11.	CLOMATE	clomazona	360 g/l	0,25 kg/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale
12.	PROMAN	metobromuron	500 g/l	3,0-4,0 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale
13.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	2,0-4,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate
14.	FRONTIER FORTE (EC)	dimetenamid-p	720 g/l	0,8-1,4 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate anuale
15.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	1,0-1,5 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate anuale
<i>Erbicide cu aplicare în postemergentă</i>						
16.	BENTA 480 SL (BASICO 480 SL)	bentazon	480 g/l	3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
17.	PLEDGE 50 WP	flumioxazin	50%	0,09-0,12 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
18.	AGIL 100 EC	propaquizafop	100 g/l	0,7-1,0 l/ha 1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
19.	FUSILADE FORTE (EC)	fluazifop-p-butil	150 g/l	0,8-1,0 l/ha 1,3-1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
20.	SELECT SUPER (SL)	cletodim	120 g/l	0,8-1,0 l/ha 1,6-2,0 l/ha 2,0 l/ha	Postemergent	și perene Buruieni monocotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense</i> , <i>Agropyron repens</i>
21.	RINCON 25 SG	rimsulfuron	250 g/kg	0,06 kg/ha + 0,05 l/ha adjuvant Asystem	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene, și unele dicotiledonate anuale
22.	TITUS 25 DF (WG)	rimsulfuron	250 g/kg	0,04-0,05 kg/ha + 0,1% surfactant Trend	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene și unele dicotiledonate
23.	ELEGANT 05 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	0,7-1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
24.	TARGA SUPER 5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	0,7-1,0 l/ha 1,5-2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
25.	LEOPARD 5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	0,7-1,0 l/ha 1,5-2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
26.	PILOT 10 EC	quizalofop-p-etil	100 g/l	0,35-0,70 l/ha 0,75-1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
27.	TARGA MAX 10 EC	quizalofop-p-etil	100 g/l	0,4-0,6 l/ha 0,6-1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
28.	PANTERA 40 EC	quizalofop-p-tefuril	40 g/l	0,75-1,0 l/ha 2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
<i>Erbicide care pot fi aplicate în preemergență sau postemergență (timpuriu)</i>						
29.	SENCOR LIQUID 600 SC	metribuzin	600 g/l	0,9 l/ha 0,6 l/ha	Preemergent Postemergent la 2-3 frunze	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale
30.	ARCADE	prosulfocarb + metribuzin	800 g/l 80 g/l	4,0-5,0 l/ha 4,0 l/ha	Preemergent Postemergent timpuriu	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate anuale

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
31.	BASAGRAN FORTE (EC)	bentazon + wettol	480 g/l 150 g/l	2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale

10.19.14 COMBATEREA BURUIENILOR DIN CULTURILE DE SFECLĂ PENTRU ZAHĂR (*Beta vulgaris*)

Sfecla pentru zahăr (*Beta vulgaris* subsp. *vulgaris* var. *altissima* sau *Beta vulgaris saccharifera*) se cultivă pentru rădăcini, din care prin prelucrare se obține ca produs principal, zahărul, iar ca produse secundare, melasa și borhotul.

Indiferent în ce țară se cultivă pe glob, sfecla pentru zahăr este printre culturile cu sensibilitate foarte ridicată la infestarea cu buruieni. Impactul buruienilor asupra producției de sfeclă pentru zahăr este foarte negativ, producția scăzând cu 30 – 90% după Șarpe și colab. (13).

Sensibilitatea plantelor de sfeclă pentru zahăr la îmburuienare, se datorează în general perioadei lungi de la semănat și până la răsărire, datorită creșterii lente din primele 30-40 de zile și datorită schemei de însămânțare în rânduri distanțate, care favorizează răsărirea eșalonată a buruienilor anuale și perene și dezvoltarea vegetativă rapidă a acestora. Cu cât distanța dintre rândurile de sfeclă este mai mare cu atât impactul buruienilor este mai accentuat.

Sfecla pentru zahăr este semănată primăvara în epoca I, urgența a II-a, practic când în sol, la adâncimea de 4-5 cm, temperatura este de minimum 4-5 °C și este în creștere.

Cultura sfeclei pentru zahăr este invadată de o gamă diversă de specii de buruieni pe toată perioada de vegetație, începând cu perioada dintre semănat și răsărirea culturii, când apar speciile mono și dicotiledonate timpurii și speciile efemere și continuând cu fenofazele cele mai importante ale sfeclei sub aspectul necesarului de apă și elemente nutritive, când cultura este invadată de specii mono și dicotiledonate târzii, specii efemere, sau chiar perene.

Numărul speciilor de buruieni care invadează culturile de sfeclă pentru zahăr depășește cu mult numărul de specii caracteristic altor culturi agricole, ca porumbul sau cerealele păioase. În culturile de sfeclă pentru zahăr

întâlnim de la *Avena fatua* la *Digitaria sanguinalis*, sau de la *Veronica* spp. la *Galium* spp. și la *Datura stramonium* sau *Abutilon theophrasti*, dacă facem referire doar la speciile anuale.

Toate buruienile cu germinație în primăvară, începând cu cele efemere sau cu cele cu germinație primăvara foarte timpuriu, care răsar înainte de pregătirea terenului pentru semănat sau imediat după semănat și continuând cu cele termofile sau cele cu răsărire eșalonată ce invadează culturile după răsărire și pe toată perioade de vegetație, pot fi prezente în culturile de sfeclă pentru zahăr.

Din multitudinea de specii, unele pot compromite foarte ușor cultura în primele etape de dezvoltare, cum sunt cazurile infestărilor masive cu specii din genurile *Echinochloa* sau *Setaria*, sau din genurile *Polygonum*, *Amaranthus*, *Xanthium*, precum și *Ambrosia* sau chiar *Chenopodium*. Foarte periculoase sub aspectul concurenței și deprecierei sfeclei pentru zahăr sunt și speciile monocotiledonate perene (*Agropyron repens*, *Sorghum halepense*, *Phragmites communis*), pteridophytele perene (*Equisetum* spp.) sau dicotiledonatele perene (*Cirsium* spp., *Sonchus arvensis*, *Convolvulus arvensis* etc.).

Managementul integrat al buruienilor din cultura de sfeclă pentru zahăr, presupune:

Rotația corect aplicată, cu includerea culturii în asolamente de câmp care cuprind rotații de minimum 4-5 ani, cu cereale păioase: 30-40%, porumb boabe sau siloz: 20-30%, fabaceae anuale sau amestecuri furajere ce cuprind fabaceae: 20-30%, alte prășitoare 10-20%. În cadrul acestor rotații, se reduce spectrul de buruieni care invadează cultura de sfeclă și se evită dezvoltarea puternică a buruienilor perene. Sfecla pentru zahăr nu se recomandă să revină mai devreme de 4-5 ani pe aceeași solă datorită riscului de atac al nematozilor.

Sistemul de lucrări ale solului caracteristic culturilor de sfeclă pentru zahăr presupune:

- arătura de toamnă la 30-35 cm, grăparea din toamnă a arăturii pentru a favoriza însămânțarea timpurie a sfeclei;

- pregătirea patului germinativ printr-o singură trecere cu un agregat complex, care să asigure mărunțirea corespunzătoare și afânarea patului germinativ, dar și așezarea acestuia prin folosirea tăvălugilor, pentru ca glomerulele de sfeclă să poată fi în contact intim cu agregatele de sol, favorizând absorbția apei necesare germinării. Pregătirea patului germinativ se realizează înainte de semănat sau cel mai devreme în prețuia semănatului. Păstrarea apei în sol este definitorie pentru germinația sfeclei pentru zahăr;

Semănatul la timp, în pat germinativ foarte bine pregătit, uniform, mărunțit și așezat, cu *folosirea semințelor de calitate și asigurarea unei desimi corespunzătoare la semănat*. În situația în care se întârzie semănatul, germinația sfeclei poate fi îngreunată prin pierderea apei din stratul de sol în care se distribuie glomerulele. Tendința actuală este de utilizare a soiurilor de sfecă pretabile la creșterea desimii la hectar, pentru diminuarea spațiului disponibil pentru răsărirea și dezvoltarea buruienilor. Însămânțarea la 70 de cm între rândurile de sfecă este inefficientă în cazul în care sistemul de control direct al buruienilor este cel chimic;

Fertilizarea rațională, asigurată atât în cadrul rotației, prin îngrășăminte organice aplicate cel puțin la o cultură prășitoare din rotație sau îngrășământ verde, în cultură succesivă, cât și în cultura de sfecă prin fertilizări minerale în mai multe etape, astfel încât plantele de sfecă să găsească în sol cantități suficiente de elemente nutritive în perioadele de consum maxim. Este recomandată aplicarea din toamnă a fertilizanților complecși cu fosfor și potasiu, în funcție de sol, a fertilizanților minerali cu eliberare treptată la semănat și pe vegetație, dar și a fertilizanților foliari pe vegetație pentru aportul facil de microelemente sau compuși cu azot necesari sfeclei;

Controlul chimic al buruienilor în preemergență, prin aplicarea erbicidelor asociate tank mix, la sol, pentru buruienile mono și dicotiledonate anuale ce pot răsări în prima parte a perioadei de vegetație a sfeclei. Aplicarea acestor erbicide poate fi făcută prin încorporare superficială în sol (4-5 cm) la pregătirea patului germinativ în zonele de stepă sau în primăverile secetoase în celelalte zone, sau, la suprafața solului, după însămânțare, la maximum 6-7 zile, în zonele sau primăverile în care nu există riscul de secetă la sol.

Dozele de erbicide preemergente se corelează cu conținutul solului în argilă și humus. La conținut redus al solurilor în humus (sub 2%) sau argilă (sub 25-30%) nu se folosesc limitele maxime ale dozelor prescrise. Asocierea tank-mix a mai multor erbicide simple este benefică, cu atenția necesară acordată dozelor utilizate.

Controlul chimic repetat în postemergență (1-3 tratamente) pentru speciile de buruieni perene și pentru speciile de buruieni anuale care răsar după încetarea persistenței erbicidelor preemergente, sau pentru cele rezistente la substanțele active din erbicidele preemergente. În țările UE se utilizează cu precădere sistemul de tratamente numai în postemergență, datorită impactului mai redus asupra solului și apelor.

Speciile de buruieni anuale au sensibilitate maximă la erbicidele aplicate postemergent de la stadiul de cotiledoane, până la stadiul de 4-6 frunze (rozetă), după care sensibilitatea lor se diminuează.

Speciile de buruieni perene au sensibilitatea maximă la erbicide în stadiul creșterii active, când transportul erbicidelor poate fi realizat mai rapid: > de 6 frunze (15-20 cm) la dicotiledonate perene și 20-30 cm înălțime a lăstarului principal la monocotiledonate perene.

Toleranța sfeclii pentru zahăr la erbicidele recomandate pentru tratamente postemergente este diferită, în funcție de caracteristicile chimice ale erbicidului, unele fiind tolerate de la răsărire până la sfârșitul perioadei de vegetație, altele, doar după formarea primei perechi de frunze, fiind necesară studierea recomandărilor pentru fiecare produs ce urmează a fi utilizat.

Utilizarea sistemului Betanal, sistem creat special și introdus în România după 1990, axat pe trei substanțe active superselective pentru sfecla pentru zahăr: *fenmedifam*, *desmedifam* și *etofumesat*, suplimentat tank-mix cu alte erbicide simple pentru cazuri speciale (ex: prezența teișorului, pălămidei, pirului etc.) este foarte eficientă.

Sfecla pentru zahăr tolerează cele trei substanțe active, de la stadiul de cotiledoane, așa încât primul tratament postemergent poate începe imediat după răsărirea acesteia, iar tratamentele tardive sunt tolerate de către sfeclă pe toată perioada de vegetație, dar sunt condiționate de temperatura aerului și insolația din timpul zilei.

Astfel, tratamentele postemergente nu se realizează în zilele în care temperatura aerului este peste 25 °C sau în intervalul din zi în care insolația este foarte puternică, cu toate că temperatura atinsă este sub 25 °C. În astfel de zile, sunt recomandate orele de după amiază târzie, când plantele de sfeclă pentru zahăr vor suferi mai puțin la impactul cu substanțele erbicide.

Utilizarea erbicidului *glifosat* pentru cultura de sfeclă pentru zahăr este posibilă în trei perioade distincte, astfel:

- *aplicarea vara pe miriște*, după recoltarea plantei premergătoare sfeclii în cazul unui teren cu potențial de îmburuienare foarte ridicat. Se lasă miriștea 1 - 2 săptămâni nelucrată; semințele buruienilor din stratul superficial de sol vor germina și buruienile se vor dezvolta până la stadiul de rozetă (Da) sau 4 frunze (Ma); se aplică un erbicid cu *glifosat* în doză de 4 - 6 l/ha, în 150

- 200 l de apă și se lasă miriștea nelucrată până la uscarea completă a buruienilor, după care poate începe aplicarea sistemului de lucrări ale solului pentru sfeclă;

- *la aproximativ o lună după executarea arăturii de vară*, după ce buruienile au germinat și sunt dezvoltate, având înălțimea de 10 - 15 cm, se aplică tratamentul cu erbicid, urmat de un repaus de minimum 2 săptămâni, iar apoi de arătura de toamnă;

- *primăvara, înainte de răsărire* a sfeclei pentru zahăr, la 10-14 zile după însămânțare, dacă buruienile sunt răsărite (în special *Cirsium arvense*, *Galium* spp., *Sinapis* spp., *Raphanus* spp., *Polygonum* spp., *Avena* spp. etc.). Condiția este ca sfecla pentru zahăr să nu fie deloc răsărită. Erbicidul *glifosat* aplicat pentru controlul buruienilor răsărite nu are efect rezidual asupra germinării glomerulelor de sfeclă sau asupra plantulelor ulterior răsărite.

Substanțele active tolerate de către sfecla pentru zahăr și care se regăsesc în lista erbicidelor omologate în România (tabelul 10.34) pentru controlul buruienilor din această cultură aparțin următoarelor grupe chimice:

- carbamați: *fenmedifam* și *desmedifam*;
- diazine: *lenacil*;
- triazinone: *metamitron*;
- piridazinone: *cloridazon*;
- cloroacetamide: *S-metolaclor* și *dimetenamid* –p;
- benzamide: *propyzamid*;
- piridincarboxilați: *clopirialid*;
- benzofurani: *etofumesat*;
- ciclohexandione: *cicloxidim*;
- sulfonilureice: *triflusalforon metil*;
- fenoxipropionați: *propaquizafop*, *fluazifop-p-butil*, *quizalofop -p-etil*, *quizalofop-p-tefuril*.

Întrucât dispunem de o gamă diversă de erbicide utilizabile la sfecla pentru zahăr, această cultură poate să joace un rol pozitiv decisiv în evoluția îmburuienării în cadrul rotației din care face parte.

Tabelul 10.34

Erbicide utilizate la cultura de sfeclă pentru zahăr (*Beta vulgaris*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1.	2	3	4	5	6	7
<i>Erbicide cu aplicare în preemergență</i>						
1.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	1,2-1,5 l/ha	Ppi/ Preemergent	Buruieni monocotile anuale și unele dicotile anuale
2.	FRONTIER FORTE (EC)	dimetenamid-p	720 g/l	0,8-1,0 l/ha	Ppi/ Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate anuale
<i>Erbicide cu aplicare atât în preemergență cât și în postemergență</i>						
3.	VENZAR 500 SC	lenacil	500 g/l	1,2-1,6 l/ha 1,0 l/ha	Ppi la 3 cm Postemergent 2 tratamente la 2 săptămâni 0,5+0,5=1,0 l/ha	Buruieni dicotiledonate anuale
4.	GOLTIX 700 SC	metamitron	700g/l	4,0-5,0 l/ha 5,0 l/ha 5,0 l/ha	Preemergent Postemergent 3 tratamente (1,0+2,0+2,0=5,0 /1,65+1,65+1,65 + adjuvant) Preemergent/ Postemergent (2l/ha preem și 1,5 + 1,5 l/ha post+adjuvant)	Buruieni dicotiledonate anuale
5.	BETTIX WG	metamitron	700 g/kg	3,0 kg/ha 1,7 kg/ha	Preemergent Postemergent până la 8 frunze	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale
6.	TORNADO SC	metamitron	700 g/l	5,0 l/ha	Preemergent Postemergent 2 tratamente până la 8 frunze (2,5 + 2,5 l/ha)	Buruieni dicotiledonate anuale
<i>Erbicide cu aplicare în postemergență</i>						
7.	CLIOPHAR 300 SL	clopiraliid	300 g/l	0,5 l/ha	Postemergent 2 tratamente succesive la 2-3 săptămâni	Buruieni dicotiledonate <i>Cirsium arvense</i>
8.	LONTREL 300 (EC)	clopiraliid	300 g/l	0,3-0,5 l/ha	Postemergent 2 tratamente succesive la 2-3 săptămâni	Buruieni dicotiledonate <i>Cirsium arvense</i> <i>Sonchus arvensis</i>

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1.	2	3	4	5	6	7
9.	VIVENDI 200	clopiralid	200 g/l	0,5-1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
10.	BARCLAY STAPLER 500 (SC)	etofumesat	500 g/l	2,5-3,0 l/ha	Postemergent 3 tratamente 0,9+0,8+0,8=2,5/ 1,0+1,0+1,0=3,0	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate anuale
11.	ETHOSAT 500 SC	etofumesat	500 g/l	2,0 l/ha	Postemergent 2 tratamente 1,0+1,0=2,0 l/ha	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate anuale
12.	KERB 50 W (WP)	propizamid	50%	4,0 kg/ha	Postemergent	<i>Cuscuta arvensis</i>
13.	PYRAMIN TURBO (SC)	cloridazon	520 g/l	2,5 l/ha	Postemergent 2 tratamente	Buruieni dicotiledonate anuale
14.	SAFARI (WG)	triflusalufuron-metil	50%	0,03 kg/ha + 0,1% surfactant	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
15.	AGIL 100 EC	propaquizafop	100 g/l	0,8-1,0 l/ha 1,5-2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale <i>Sorghum halepense</i> <i>Agropyron repens</i>
16.	FUSILADE FORTE (EC)	fluazifop-p-butil	150 g/l	0,8 l/ha 1,0-1,3 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
17.	STRATOS ULTRA (SL)	cicloxdim	100 g/l	3,0-4,0 l/ha 4,0-4,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotile <i>Sorghum halepense</i> <i>Agropyron repens</i>
18.	GRAMIN 5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	2,0 l/ha	Postemergent 2 tratamente (1,0 + 1,0 l/ha)	Buruieni monocotile anuale
19.	LEOPARD 5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	0,7 l/ha 1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotile anuale și perene
20.	TARGA MAX 10 EC	quizalofop-p-etil	100 g/l	0,4-0,6 l/ha 0,6-1,0 l/ha	Post-emergent	Buruieni monocotile anuale și perene

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1.	2	3	4	5	6	7
21.	TARGA SUPER 5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	1,0 l/ha 2,0 l/ha	Post-emergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense</i>
22.	PANTERA 40 EC	quizalofop-p-tefuril	40 g/l	0,75-1,0 l/ha 1,5 l/ha	Post-emergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene <i>Sorghum halepense</i>
<i>Erbicide complexe cu aplicare în postemergență</i>						
23.	BETANAL TANDEM 390 SC	etofumesat + fenmedifam	190 g/l 200 g/l	4,0 l/ha	Postemergent (3 tratamente-1,0+1,5+1,5 l/ha)	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale
24.	POWERTWIN SC	etofumesat + fenmedifam	200 g/l 200 g/l	4,0 l/ha	4,0 l/ha (2 tratamente-2,0+2,0 l/ha)	Buruieni dicotiledonate anuale
25.	BEETUP TRIO (EC)	fenmedifam + desmedifam + etofumesat	60 g/l 60 g/l 60 g/l	1,5-2,0 l/ha	Postemergent (2 tratamente)	Buruieni dicotiledonate anuale
26.	BELVEDERE FORTE	desmedifam + fenmedifam + etofumesat	100 g/l 100 g/l 200 g/l	3,0 l/ha/	Postemergent (3 tratamente-1,0+1,0+1,0 l/ha la 7-14 zile)	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale
27.	BETANAL EXPERT (EC)	etofumesat + fenmedifam + desmedifam	112 g/l 91 g/l 71 g/l	3,6 l/ha	Postemergent (1 tratament simplu sau 3 tratamente secvențiale: 1,2+1,2+1,2 l/ha)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale
28.	BETANAL MAXX PRO OD	desmedifam + etofumesat + lenacil + fenmedifam	47 g/l 75 g/l 27 g/l 60 g/l	4,5 l/ha	Postemergent (3 tratamente - 1,5+1,5+1,5 l/ha la 5-14 zile)	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale
29.	BETANAL QUATTRO SE	metamitron + etofumesat + fenmedifam + desmedifam	200 g/l 60 g/l 60 g/l 60 g/l	4,5 l/ha	Postemergent (2-3 tratamente-2,5+2,5 l/ha; 1,5+1,5+1,5 l/ha)	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate

Cultura sfeclei pentru zahăr se pretează la controlul exclusiv chimic al buruienilor, dar cu combinarea mai multor erbicide la fiecare tratament și verificarea evoluției buruienilor, ca în modelul tehnologic folosit în ultimii ani la ferma S.C. Agroind S.A. din județul Satu-Mare (tabelul 10.35) (25).

Tabelul 10.35

Lista lucrărilor și inputurilor practicate la cultura de sfeclă pentru zahăr pentru o producție de peste 60 t/ha în nord-vestul României

Nr. crt	Lucrarea	Input folosit	Doza/ha	Momentul lucrării	Observații
1	2	3	4	5	6
1.	Erbicidare totală	Clinic	3,5 l	Când permite solul și există buruieni	
2.	Fertilizare de bază	Complex 15:15:15	450 kg	Când permite solul	
3.	Erbicidare preemergentă (ppi)	Pyramin Turbo	2l	Încorporat la ultima lucrare PPG	
		Dual Gold	1,4 l	Încorporat la ultima lucrare PPG	
		Venzar	0,4 l	Încorporat la ultima lucrare PPG	
4.	Erbicidare Postemergentă 1	Betanal Expert	0,8-1 l	la apariția primului val de buruieni	
		Pyramin Turbo	0,5 l	Concomitent cu Betanal	
		Tornado SC	0,8 l	Concomitent cu Betanal	
		Lontrel	0,25-0,3 l	Concomitent cu Betanal	<i>Infestare cu Cirsium</i>
		Leopard - Rango	1 l	Concomitent cu Betanal	<i>La infestare cu monocotile</i>
5	Tratament insecticid 1	Faster	0,2 l	concomitent cu Betanal	<i>ATAC Dăunători (ex.purici)</i>
		Byscaia 240 OD	0,3 l	Concomitent cu Betanal	<i>ATAC dăunători (ex.Botynoderes)</i>
6.	Erbicidare Postemergentă 2	Power Twin	1 l	La 7-10 zile de erb. postemergentă 1	
		Tornado SC	1 l	Concomitent cu Power Twin	
		Lontrel	0,3-0,5 l	Separat sau concomitent cu Power Twin	<i>Infestare cu Cirsium</i>
		Faster	0,2 l	Concomitent cu Power Twin	<i>ATAC Dăunători</i>
		Safari	0,030 kg	Concomitent cu Power Twin	<i>Combatere Abutilon (Teișor)</i>
	Gramin 5 EC	1 l	Concomitent cu Power Twin	<i>Infestare cu monocotile</i>	
	Tratament insecticid 2	Kaiso Sorbie	0,150 l	Concomitent cu Power Twin	<i>La erbicidare postem 2</i>

	Fertilizare Foliară 1	UREE 48% N	5 l	Concomitent cu Power Twin	<i>La erbicidare postem 2</i>
7.	Erbicidare Postemergentă 3	Betanal Expert	1 l	La 7-10 zile de erb.postemergentă 2	<i>Doar la nevoie</i>
		Tornado	1-1,2 l	Concomitent cu Betanal	<i>Doar la nevoie</i>
		Lontrel	0,3-0,5 l	Separat sau concomitent cu Betanal	<i>Doar la nevoie</i>
		Faster	0,2 l	Concomitent cu Betanal	<i>Doar la nevoie</i>
	Fertilizare Foliară 2	UREE 48% N	5 Kg	Concomitent cu Betanal	<i>Doar daca nu s-a aplicat la erb. Postemerg. 2</i>
8.	Fertilizare Fazială	Nitrocalcar 27% N	180 kg	Când sfecla acoperă rândurile 8-12 fr	Aplicare cu tractor cu roți înguste
9.	Tratament fungicid 1	Duett ultra	0,5 l	Preventiv pt. Cercosporioză-Făinare	
	Fertilizare foliară 2	Kelkat B 21 %	2 l	Concomitent cu Duett Ultra	
10.	Tratament fungicid 2	Sfera	0,35 l	La 30 zile de TF1, după starea culturii	
	Fertilizare Foliară 3	N Fert Progres	3 l	Concomitent cu Sfera	

Sfecla furajeră (*Beta vulgaris* ssp. *crassa*) este cultivată pentru valoarea ei furajeră extraordinară, fiind unul dintre cele mai lactogene furaje. Se consumă în totalitate, în stare proaspătă sau conservată prin însilozare, atât rădăcinile cât și frunzele.

Sub aspect tehnologic se aseamănă foarte mult cu sfecla pentru zahăr, dar pentru producție maximă se cultivă în special pe terenurile accesibile irigației, din apropierea fermelor și a surselor de apă.

Perioada de însămânțare este foarte apropiată de cea a sfeclei pentru zahăr, cu mențiunea că pentru sfecla furajeră, temperatura minimă din sol la adâncimea de semănat (2-3 cm) trebuie să fie de 6-7 °C.

Spectrul de buruieni care invadează cultura este similar cu cel prezent în culturile de sfeclă pentru zahăr, așa încât și metodele de control ale acestor buruieni sunt similare.

Sunt doar 6 erbicide omologate în România pentru sfecla furajeră, mult mai puține, comparativ cu sfecla pentru zahăr, ținând cont de folosința ei ca furaj în stare proaspătă, de perioada de vegetație mai scurtă și perioada în care se poate interveni prin erbicide, de asemenea, mai scurtă (tabelul 10.36).

Tabelul 10.36

Erbicide utilizate în cultura de sfeclă furajeră
(*Beta vulgaris* ssp. *crassa*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
<i>Erbicide cu aplicare atât în preemergență cât și în postemergență</i>						
1.	GOLTIX 700 SC	metamitron	700g/l	4,0-5,0 l/ha 5,0 l/ha 5,0 l/ha	Preemergent un tratament Postemergent 3 tratamente (1,0+2,0+2,0=5,0 Sau 1,65+1,65+1,65 + adjuvant) Preemergent/ Postemergent (2l/ha preem și 1,5 + 1,5 l/ha post.+adjuvant)	Buruieni dicotiledonate anuale și <i>Poa annua</i>
2.	BETTIX WG	metamitron	700 g/kg	3,0 kg/ha 1,7 kg/ha	Preemergent Postemergent până la 8 frunze	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale
<i>Erbicide cu aplicare în postemergență</i>						
3.	VIVENDI 200	clopiralid	200 g/l	0,5-1,0 l/ha	Postemergent (0,5l/ha pentru bur.anuale și 1,0l/ha la stadiul BBCH 19-39 pentru ciulini)	Buruieni dicotiledonate anuale + <i>Carduus nutans</i>
4.	KERB 50 W (WP)	propizamid	50%	4,0 kg/ha	Postemergent	<i>Cuscuta arvensis</i>
5.	STRATOS ULTRA (SL)	cletodim	120 g/l	0,6-1,0l/ha 1,5-2,0 l/ha	Postemergent la 1-4 frunze ale Ma Postemergent la 20-25 cm Mp	Buruieni monocotile <i>Sorghum halepense</i> <i>Agropyron repens</i>
<i>Erbicide complexe cu aplicare în postemergență</i>						
6.	BELVEDERE FORTE	desmedifam + fenmedifam + etofumesat	100 g/l 100 g/l 200 g/l	3,0 l/ha	Postemergent (3 tratamente 1,0+1,0+1,0 l/ha la 7-14 zile)	Buruieni dicotile anuale și unele monocotile anuale

Sfecla roșie (*Beta vulgaris ssp. vulgaris var. conditiva*) cultivată în trecut, mai ales pentru obținerea unui colorant alimentar, este cultivată astăzi ca legumă, cu proprietăți nutritive foarte valoroase. Se utilizează cu preponderență rădăcina acesteia în stare proaspătă, preparată sau conservată, dar și frunzele tinere pentru salate sau sucuri naturale.

Poate fi cultură timpurie de primăvară, semănată în luna aprilie, când în sol sunt 8-9 °C la adâncimea de 2-3 cm și recoltată începând cu luna iunie, dar și cultură târzie, semănată în luna iunie, astfel încât să poată fi recoltată la sfârșitul lunii octombrie, începutul lunii noiembrie. Astfel, perioada de vegetație este mai scurtă comparativ cu sfecla pentru zahăr, iar spectrul de buruieni mai puțin bogat.

Cultura este de regulă irigată, iar metodele de control al buruienilor sunt combinate: agrotehnice (prașile) cu cele chimice. Se pot utiliza atât preemergent cât și postemergent erbicide pe bază de metamitron, pentru controlul dicotiledonatelor anuale (Da) și a unor monocotiledonate anuale (Ma), – erbicide omologate în România, dar pot fi asociate fără probleme cu erbicide antigramineice selective față de sfecla pentru zahăr, atât preemergente cât și postemergente, pentru că sunt tolerate și de sfecla roșie (tabelul 10.37).

Nu trebuie întârziat ultimul tratament, pentru a nu exista risc de reziduuri în sfecla ce urmează a fi consumată. Trebuie păstrat un interval de 60 de zile de la ultimul tratament la recoltarea sfeclei pentru consum.

Tabelul 10.37

Erbicide la cultura de sfeclă roșie
(*Beta vulgaris ssp. vulgaris var. conditiva*)

Nr. crt.	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1.	BETTIX WG	metamitron	700 g/kg	3,0 kg/ha 1,7 kg/ha	Preemergent Postemergent, până la 8 frunze	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotiledonate anuale
2.	GOLTIX 700 SC	metamitron	700g/l	4,0-5,0 l/ha 5,0 l/ha 5,0 l/ha	Preemergent Postemergent 3 tratamente (1,0+2,0+2,0=5,0 l sau 1,65+1,65+1,65 + adjuvant) Preemergent și Postemergent (2l/ha preem și 1,5 + 1,5 l/ha post.+ adjuvant)	Buruieni dicotiledonate anuale

10.19.15 COMBATEREA BURUIENILOR DIN CULTURILE DE TUTUN (*Nicotiana tabacum*)

Actualmente, în România tutunul se cultivă pe suprafețe restrânse, în special în zone din sudul, estul și vestul țării. Este îmburuienat cu o varietate de specii anuale și perene, mono și dicotiledonate. Cel mai adesea se aplică tratamente la sol, înainte de plantarea răsadurilor (ppi) și în vegetație, pentru controlul gramineelor perene (tabelul 10.38).

Tabelul 10.38

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de tutun (*Nicotiana tabacum*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	AGIL 100 EC	propaquizafop	100 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
2.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	1,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
3.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	4,0-5,0 l/ha 1 %	Preemergent (înaintea transplantării) Postemergent (BBCH 59)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale Inhibarea creșterii lăstarilor laterali
4.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	2,0-3,0 l/ha	Preemergent (înaintea transplantării)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
5.	WISH TOP	quizalofop-p-etil	120 g/l	0,83-1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene

10.19.16 COMBATEREA BURUIENILOR DIN CULTURILE DE IN (*Linum usitatissimum*)

Deși se seamănă în rânduri dese, cultura de in pentru fibre sau ulei este extrem de sensibilă la prezența buruienilor. Plantele de in cresc foarte încet în primele faze de vegetație, ajungând la faza de brădișor, când au înălțimea de 8-12 cm, abia după 4-5 săptămâni de la răsărire. În acest interval de timp, plântuțele pot fi foarte ușor copleșite de buruieni, ajungându-se până la compromiterea în totalitate a culturii. În tabelul 10.39 sunt prezentate produsele erbicide omologate și utilizate la cultura de in.

Tabelul 10.39

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de in (*Linum usitatissimum*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	AGIL 100 EC	propaquizafop	100 g/l	1,0-1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
2.	BASAGRAN SL	bentazona	480g/l	2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotile anuale
3.	CLINIC XPERT	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha 4,0 l/ha	Preemergent Postemergent ca desicant, cu 14 zile înainte de recoltare	Buruieni mono și dicotiledonate anuale Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
4.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	1,6-3,3 l/ha	Postemergent	Desicant, înaintea recoltării
5.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	1,0-1,5 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotile anuale și unele dicotile anuale
6.	FINY	metsulfuron-metil	200 g/l	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
7.	GALLUP SUPER 360	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent, ca desicant, cu 14 zile înainte de recoltare	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
8.	GLEAN 75 DF	clorsulfuron	75%	10-15 g/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
9.	GLISTER ULTRA	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha 3,0-4,0 l/ha	Preemergent (înainte de înființare sau răsărire) Postemergent ca desicant, cu 14 zile înainte de recoltare	Buruieni mono și dicotiledonate anuale Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
10.	MISSION	diquat	200 g/l	3,0 l/ha	Postemergent	Desicant pentru buruienile mono și dicotiledonate anuale și perene
11.	RIVAL 75 GD (FG)	clorsulfuron	75%	10-15 g/ha	Postemergent	Buruieni dicotile anuale și perene
12.	ROUNDUP ADVANCE	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent ca desicant, cu 14 zile înainte de recoltare	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

13.	ROUNDUP CLASIC PRO	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha 4,0 l/ha	Preemergent (înainte de înființare sau răsărire) Postemergent, ca desicant	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
14.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent ca desicant, cu 14-21 zile înainte de recoltare	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
15.	SELECT SUPER	cletodim	120 g/l	0,8-1,0 l/ha 1,5-2,0 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale (<i>Sorghum halepense</i>)
16.	WISH TOP	quizalofop-p- etil	120 g/l	0,83-1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
ERBICIDE COMPUSE						
1.	BASAGRAN FORTE (EC)	bentazon + wettol (muiant)	480 g/l 150 g/l	2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale

10.19.17 COMBATerea BURUIENILOR DIN UNELE CULTURI FURAJERE (LUCERNĂ, TRIFOI, PAJIȘTI CULTIVATE)

Lucerna și trifoiul, ca și pajiștile cultivate, sunt culturi perene, semănate în rânduri dese și care se cosesc în mod repetat, ceea ce ar trebui să le facă relativ tolerante la concurența buruienilor. Totuși, în primul an de viață, după răsărire, plăntuțele au un ritm lent de creștere, fiind foarte ușor înăbușite de buruieni. Prin urmare, este recomandată folosirea unor erbicide preemergente, care să mențină cultura curată de buruieni încă de la început. La trifoliene o atenție deosebită trebuie acordată și unor buruieni specifice, ca *Rumex obtusifolus*, *Cuscuta* sp., *Sorghum halepense* etc., care pot invada culturile în anii următori.

În continuare sunt prezentate produsele erbicide utilizate (omologate) în controlul buruienilor la culturile menționate (tabelele 10.40, 10.41, 10.42).

Tabelul 10.40

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de lucernă (*Medicago sativa*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	AGIL 100 EC	propaquizafop	100 g/l	0,8-1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
2.	BASAGRAN SL	bentazona	480g/l	2,0 l/ha	Postemergent (2-4 frunze)	Buruieni dicotiledonate anuale
3.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	1,6-3,3 l/ha	Postemergent	Desicant, înaintea recoltării
4.	KERB 50 W	propizamid	50 %	4,0-5,0 kg/ha	Preemergent sau Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
5.	LEOPARD 5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	0,7 l/ha 1,5-1,75 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale Buruieni monocotile perene
6.	LENTAGRAN 45 WP	piridat	450 g/l	2,0 l/ha	Postemergent (BBCH 13)	Buruieni dicotiledonate anuale
7.	PANTERA 40 EC	quizalofop-p-tefuril	40 g/l	0,75 l/ha 1,5-1,75 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale Buruieni monocotile perene
8.	PULSAR 40 (EC)	imazamox	40 g/l	1,0-1,2 l/ha	Postemergent timpuriu	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotile anuale
9.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-4,0 l/ha 4,0-10,0 l/ha	Preemergent (înainte de înființare) Preemergent (înainte de înființare)	Buruieni anuale și bienale Buruieni perene
10.	SELECT SUPER	cletodim	120 g/l	0,6-1,0 l/ha 1,5-2,0 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale <i>Sorghum halepense</i>
11.	SHYFO	glifosat	360 g/l	0,5-0,7 l/ha (0,2-0,3%)	Postemergent (la 5-7 zile după cosire)	<i>Cuscuta sp.</i>
12.	STRATOS ULTRA	cicloxidim	100 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
13.	WISH TOP	quizalofop-p-etil	120 g/l	0,83-1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene

ERBICIDE COMPUSE						
1.	BASAGRAN FORTE (EC)	bentazon + wettol (muiant)	480 g/l 150 g/l	2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale

Tabelul 10.41

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de trifoi (*Trifolium* sp.)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	AGIL 100 EC	propaquizafop	100 g/l	0,5-1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotile anuale și perene
2.	BASAGRAN SL	bentazona	480g/l	2,0 l/ha	Postemergent (2-4 frunze)	Buruieni dicotile anuale
3.	KERB 50 W	propizamid	50 %	4,0-5,0 kg/ha	Preemergent/ Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
4.	LENTAGRAN 45 WP	piridat	450 g/l	2,0 l/ha	Postemergent (BBCH 13)	Buruieni dicotile anuale
5.	MISSION	diquat	200 g/l	2,0-3,0 l/ha	Postemergent	Desicant pentru buruienile mono și dicotiledonate anuale și perene (trifoi pt. sămânță)
6.	WISH TOP	quizalofop-p-etil	120 g/l	0,83-1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.42

Erbicide utilizate (omologate) pe pajiști cultivate și pășuni

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	CERLIT (EC)	fluroxipir	250 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotile anuale și perene din pajiști cu loturi semincere
2.	CLINIC EXPERT	glifosat	360 g/l	6,0 l/ha	Postemergent (cu 5 zile înainte de pășunat, cosit sau discuit)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	ESTET	acid 2,4-D	600 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotile anuale și perene
4.	FLUROSTAR 200	fluroxipir	200 g/l	1,0-2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotile anuale și perene
5	GALLUP SUPER 360	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Pășuni (cu 5 zile înainte de pășunat, cosit sau semănat)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

6.	GLISTER ULTRA	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Pășuni, (cu 5 zile înainte de pășunat, cosit sau discuit)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
7.	HELOSATE 450 TF	glifosat	450 g/l	4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
8.	HUDSON	fluroxipir	200 g/l	0,75- 1,0 l/ha	Postemergent (primăvara sau toamna)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
9.	ROUNDUP ADVANCE	glifosat	360 g/l	5,0-6,0 l/ha	Pășuni și pașiști (pentru regenerare)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
10.	ROUNDUP CLASIC PRO	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Pășuni, (cu 5 zile înainte de pășunat sau cosit)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
11.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	5,0-6,0 l/ha	Pășuni și pașiști (pentru regenerare)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
12.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Pășuni și pașiști (cu cl puțin 48 ore înainte de semănat sau după recoltat)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
13.	SHYFO	glifosat	360 g/l	4,0-6,0 l/ha	Postemergent (înainte de înființare)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
14.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	4,0-5,0 l/ha	Postemergent (BBCH 14)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
15.	VIVENDI 200	clopiralid	200 g/l	1,0 l/ha	Postemergent (cu cel puțin 7 zile înainte de pășunat, cosit și însilozare)	Buruieni dicotiledonate anuale și ciulini
ERBICIDE COMPUSE						
1.	KYLEO	2,4D + glifosat	160 g/l 240 g/l	3,0-5,0 l/ha	(pășuni pentru reînnoire)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

10.19.18 COMBATERICA CHIMICĂ A BURUIENILOR DIN CULTURILE DE LEGUME

Legumele se numără printre culturile cele mai afectate de concurența buruienilor iar în lipsa aplicării unor minime măsuri de control a buruienilor, inclusiv chimice, producția este compromisă. Abundența foarte mare a buruienilor din culturile de legume este determinată, în cea mai mare parte, de fertilizarea chimică și organică și de aprovizionarea optimă cu apă prin irigare.

Un număr considerabil și asemănător de specii de buruieni se regăsesc în toate zonele cultivate de legume. Buruienile hibernante, efemere și de primăvară cu germinație timpurie, sunt mai frecvente în culturile semănate direct (rădăcinoase, ceapă, usturoi), în timp ce speciile cu germinație târzie se regăsesc, cu precădere, în culturile provenite din răsaduri (tomate, ardei, vinete etc.). Buruienile perene sunt o prezență permanentă în toate culturile legumicole.

Controlul eficient și de durată al buruienilor din culturile de legume este posibil doar printr-un sistem rațional de combatere integrată, în care combaterea chimică reprezintă o componentă esențială, dar nu singura.

În continuare sunt prezentate produsele erbicide utilizate (omologate) la culturile legumicole (tabelele 10.43, 10.44 - 10.63).

Tabelul 10.43

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de tomate (*Lycopersicon esculentum*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	AGIL 100 EC	propaquizafop	100 g/l	0,8-1,0 l/ha	Postemergent (tomate transplantate)	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
2.	BUZZIN	metribuzin	700 g/kg	0,5 kg/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotile anuale
3.	DEVRINOL 45 F	napropamid	45 g/l	3,0-4,0 l/ha	tomate semănate direct în câmp Preemergent (cu încorporare)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
4.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	1,0-1,5 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotile anuale și unele dicotile anuale
5.	METRIPHAR 70 WG	metribuzin	700 g/kg	0,3 kg/ha	Postemergent (tomate transplantate)	Buruieni dicotile anuale și unele monocotile anuale
6.	PANTERA 40 EC	quizalofop-p-tefuril	40 g/l	0,75 l/ha	Postemergent (tomate transplantate)	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
7.	PENDIGAN 330 EC	pendimetalin	330 g/l	4,0-5,0 l/ha	Ppi (înainte de transplantare)	Buruieni monocotile anuale și unele dicotile anuale
8.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Postemergent: înainte de semănat sau după recoltat	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene

9.	SENCOR LIQUID 600 SC	metribuzin	600 g/l	0,45 l/ha 0,35 l/ha 0,6 l/ha	Tomate semănate Preemergent Postemergent Tomate transplantate Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotile anuale
10.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	4,0-5,0 l/ha	Preplant - înainte de transplantare	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
11.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	1,0-3,0 l/ha	Preplant (înainte de transplantare)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
12.	STRATOS ULTRA	cicloxdim	100 g/l	1,0-3,0 l/ha	Postemergent (tomate semănate direct)	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
13.	TARGA MAX 10 EC	quizalofop-p-etil	100 g/l	0,4-0,6 l/ha 0,6-1,0 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale Buruieni monocotile perene
14.	TARGA SUPER 5 EC	quizalofop-p-etil	100 g/l	1,0 l/ha	Postemergent (tomate transplantate)	Buruieni monocotile anuale și perene
15.	TITUS 25 DF	rimsulfuron	250 g/kg	0,03-0,06 kg/ha + 0,1% Trend 90	Postemergent (tomate transplantate)	Buruieni monocotiledonate anuale
16.	WISH TOP	quizalofop-p-etil	120 g/l	0,83-1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.44

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de ardei (*Capsicum annuum*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	AGIL 100 EC	propaquizafop	100 g/l	0,8-1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
2.	DEVRIOL 45 F	napropamid	45 g/l	3,0-4,0 l/ha	Preemergent (cu încorporare)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
3.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	1,0-1,5 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
4.	LEOPARD 5 EC	quizalofop-p- etil	50 g/l	0,75-1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
5.	PANTERA 40 EC	quizalofop-p- tefuril	40 g/l	1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene

6.	PENDIGAN 330 EC	pendimetalin	330 g/l	5,0 l/ha	Preplant (înainte de transplantare)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
7.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	1,5-3,0 l/ha	Ppi (înainte de transplantare)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale

Tabelul 10.45

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de vinete (*Solanum melongena*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	1,2 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
2.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Ppi sau după recoltat Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
3.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	2,0-3,0 l/ha	Ppi - înainte de transplantare	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
4.	WISH TOP	quizalofop-p- etil	120 g/l	0,83-1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.46

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de castraveți (*Cucumis sativus*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	PANTERA 40 EC	quizalofop-p- tefuril	40 g/l	1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.47

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de pepeni verzi (*Citrullus lanatus*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	0,8-1,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledo- nate anuale și unele dicotile anuale
2.	LEOPARD 5 EC	quizalofop-p- etil	50 g/l	0,75-1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocoti- ledonate anuale și perene
3.	PANTERA 40 EC	quizalofop-p- tefuril	40 g/l	0,75-1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.48

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de varză (*Brassica oleracea*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	BUTISAN S	metazaclor	500 g/l	1,5 l/ha	Preemergent/ Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	1,2 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
3.	LENTAGRAN 45 WP	piridat	450 g/l	2x1,0 kg/ha 1/ha sau 2,0 kg/ha	Postemergent (BBCH 16-18)	Buruieni dicotiledonate anuale
4.	LEOPARD 5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	0,75-1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
5.	PENDIGAN 330 EC	pendimetalin	330 g/l	5,0 l/ha	Ppi (înainte de transplantare)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
6.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	4,0-5,0 l/ha	Ppi (înainte de transplantare)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
7.	SULTAN 50 SC	metazaclor	500 g/l	1,5 l/ha	Preemergent/ Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.49

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de conopidă (*Brassica oleracea* var. *botrytis*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	1,2 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
2.	LENTAGRAN 45 WP	piridat	450 g/l	2x1,0 kg/ha 1/ha sau 2,0 kg/ha	Postemergent (BBCH 16-18)	Buruieni dicotiledonate anuale
3.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	4,0-5,0 l/ha	Preplant (înainte de transplantare)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
4.	SULTAN 50 SC	metazaclor	500 g/l	1,5 l/ha	Preemergent/ Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.50

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de gulie
(*Brassica oleracea* var. *gongyloides*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	LENTAGRAN 45 WP	piridat	450 g/l	2,0 kg/ha	Postemergent (la 2-3 săpt. după plantare)	Buruieni dicotiledonate anuale
2.	ROUNDUP CLASIC PRO	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha	Preemergent (după semănat sau înainte de răsărit)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.51

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de morcov (*Daucus carota*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	BOXER 800 EC	prosulfocarb	800 g/l	3,0-3,5 l/ha	Preemergent	Buruieni mono și dicotiledonate
2.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	3,0-3,5 l/ha	Postemergent	Desicant, înaintea recoltării
3.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	0,8-1,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotile anuale și unele dicotile anuale
4.	IPIRON 45 SC	linuron	450 g/l	1,5-2,0 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotile anuale și unele monocotile anuale
5.	LINUREX 50 SC	linuron	500 g/l	1,5-2,0 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotile anuale și unele monocotile anuale
6.	KERB 50 W	propizamid	500 g/kg	4,0 kg/ha	Preemergent/ Postemergent	<i>Cuscuta sp.</i>
7.	PENDIGAN 330 EC	pendimetalin	330 g/l	5,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotile anuale și unele dicotile anuale
8.	REGLONE FORTE (EC)	diquat	150 g/l	3,0-3,5 l/ha	Postemergent	Desicant, înaintea recoltării
9.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Ppi Postemergent După recoltat	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
10.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	4,0-5,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
11.	TARGA MAX 10 EC	quizalofop-p-etil	100 g/l	0,4-0,6 l/ha 0,6-1,0 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale Buruieni monocotile perene
12.	TARGA SUPER 5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	1,0 l/ha 2,0 l/ha	Postemergent Postemergent	Buruieni monocotile anuale+ perene

Tabelul 10.52

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de pătrușel (*Petroselinum crispum*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	4,0-5,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale

Tabelul 10.53

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de țelină (*Apium graveolens*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	LINUREX 50 SC	linuron	500 g/l	1,5-2,0 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotile anuale
2.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	4,0-5,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale

Tabelul 10.54

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de ceapă (*Allium cepa*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	AGIL 100 EC	propaquizafop	100 g/l	0,8-1,0 l/ha	Postemergent (ceapă semănată direct)	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
2.	BOXER 800 EC	prosulfocarb	800 g/l	3,0-3,5 l/ha	Preemergent (ceapă semănată direct)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate
3.	CERLIT (EC)	fluroxipir	250 g/	0,6 l/ha	Postemergent (ceapă semănată direct)	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
4.	CLINIC XPERT	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha	Postemergent (înainte de semănat sau de răsărit)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
5.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	3,0-3,5 l/ha	Postemergent	Desicant, înaintea recoltării
6.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	0,8-1,0 l/ha	Preemergent (ceapă semănată direct și arpagic)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
7.	FUSILADE FORTE (EC)	fluazifop-p-butil	150 g/l	0,8-1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotile anuale și perene

8.	GALIGAN 240 EC	oxifluorfen	240 g/l	1,0 l/ha	Postemergent (ceapă semănată direct)	Buruieni dicotiledonate și monocotile anuale
9.	GLISTER ULTRA	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha	Postemergent (înainte de răsărit)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
10.	GOAL 4 F	oxifluorfen	480 g/l	0,5 l/ha	Postemergent (ceapă semănată direct și arpagic)	Buruieni dicotiledonate și monocotile anuale
11.	IPIRON 45 SC	linuron	450 g/l	1,5-2,0 l/ha	Preemergent (ceapă din arpagic)	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotile anuale
12.	LENTAGRAN 45 WP	piridat	450 g/l	2,0 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotile anuale
13.	LINUREX 50 SC	linuron	500 g/l	1,5-2,0 l/ha	Preemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și unele monocotile anuale
14.	LONTREL 300 (EC)	clopiralid	300 g/l	0,5 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
15.	PANTERA 40 EC	quizalofop-p-tefuril	40 g/l	1,5 l/ha	Postemergent (ceapă semănată direct)	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
16.	PENDIGAN 330 EC	pendimetalin	330 g/l	6,0 l/ha	Preemergent (ceapă semănată direct și arpagic)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
17.	PLEDGE 50 WP	flumioxazin	50 %	0,08 kg/ha 0,08 kg/ha	Preemergent Postemergent timpuriu	Buruieni dicotiledonate anuale
18.	REGLONE FORTE (EC)	diquat	150 g/l	3,0-3,5 l/ha	Postemergent	Desicant, înaintea recoltării
19.	ROUNDUP CLASIC PRO	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha	Postemergent (înainte de semănat sau de răsărit)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
20.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	4,0-5,0 l/ha	Preemergent/ Postemergent (ceapă din arpagic)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
21.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	1,5-4,0 l/ha	Preemergent (ceapă semănată direct și arpagic)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale

Tabelul 10.55

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de usturoi (*Allium sativum*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	GALIGAN 240 EC	oxifluorfen	240 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate și monocotile anuale
2.	GOAL 4 F	oxifluorfen	480 g/l	0,5 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate și monocotile anuale
3.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	4,0-5,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
4.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	2,0-4,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale

Tabelul 10.56

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de praz (*Allium porum*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	CLINIC XPERT	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha	Ppi, sau Preemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
2.	GLISTER ULTRA	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha	Preemergent (înainte de răsărit)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	LENTAGRAN 45 WP	piridat	450 g/l	2,0 kg/ha 2 x 1,0 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
4.	ROUNDUP CLASIC PRO	glifosat	360 g/l	1,5 l/ha	Ppi, sau Preemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
5.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	4,0-5,0 l/ha	Preemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale

Tabelul 10.57

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de anghinare (*Cynara scolymus*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	LENTAGRAN 45 WP	piridat	450 g/l	2 x 0,75 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotile anuale

Tabelul 10.58

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de chimen (*Carum carvi*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	LENTAGRAN 45 WP	piridat	450 g/l	2 x 0,75 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotile anuale

Tabelul 10.59

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de fenicul (*Foeniculum vulgare*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	LENTAGRAN 45 WP	piridat	450 g/l	2 x 0,75 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotile anuale

Tabelul 10.60

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de mărar (*Anethum graveolens*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	LENTAGRAN 45 WP	piridat	450 g/l	2 x 0,75 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotile anuale

Tabelul 10.61

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de salată (*Lactuca sativa*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	KERB 50 W	propizamid	500 g/kg	2,0-3,0 kg/ha	Preemergent/ Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	PROPYZAMIDE SAPEC 40 SC	propizamid	400 g/l	3,75 kg/ha	Preemergent/ Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	WISH TOP	quizalofop-p-etil	120 g/l	0,83-1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene

abelul 10.62

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de mac (*Papaver sp.*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	LENTAGRAN 45 WP	piridat	450 g/l	2 x 0,75 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotile anuale

Tabelul 10.63

Erbicide utilizate (omologate) la cultura de sparanghel (*Asparagus officinalis*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	CLINIC XPERT	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Preem (înainte de răsărirea culturii)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	2,0-4,0 l/ha	Postemergent	Desicant, înaintea recoltării
3.	LENTAGRAN 45 WP	piridat	450 g/l	2,0 kg/ha 2 x 1,0 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale

10.19.19 COMBATAREA BURUIENILOR DIN PLANTAȚIILE DE POMI, PEPINIERE POMICOLE, ARBUȘTI FRUCTIFERI, VIȚĂ DE VIE ȘI SILVICULTURĂ

În livezile tinere, pepinierele pomicole, plantațiile de arbuști fructiferi și de căpșun, spectrul de buruieni este de regulă cel întâlnit în culturile de câmp și de legume din zonă. Cu timpul, în livezile și viile pe rod se diferențiază o vegetație segetală specifică, în care predomină buruienile dicotiledonate perene și monocotiledonate perene. Controlul buruienilor din pepinierele și plantațiile silvice prezintă o serie de particularități, legate în primul rând de spectrul de buruieni specifice zonelor forestiere, dar și de condițiile pedoclimatice particulare.

În practica combaterii buruienilor la culturile menționate, tendința este de a se reduce tot mai mult numărul lucrărilor de cultivare și al prașilelor manuale, în favoarea folosirii erbicidelor. Pentru controlul eficient și de durată al buruienilor, există în prezent la dispoziția utilizatorilor, o gamă foarte largă de erbicide omologate, pe care le prezentăm în continuare (tabelele 10.64, 10.65 - 10.78).

Tabelul 10.64

Erbicide utilizate (omologate) în livezile de măr (*Malus domestica*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	AGRO-GLYFO 360	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	BARCLAY GALLUP HI-ACTIV	glifosat	490 g/l	3,7 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	BASTA 14 SL	glufosinat de amoniu	150 g/l	5,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
4.	CERLIT (EC)	fluroxipir	250 g/l	1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
5.	CLINIC XPERT	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
6.	COSMIC (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
7.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	3,3-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
8.	FUSILADE FORTE (EC)	fluazifop-p-butil	150 g/l	1,0-1,3 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
9.	GALIGAN 240 EC	oxifluorfen	240 g/l	5,0 l/ha	Preemergent/ Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
10.	GALLUP SUPER 360	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
11.	GLISTER ULTRA	glifosat	360 g/l	1,5-12,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
12.	GLYFOS ULTRA	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
13.	HELOSATE 450 TF	glifosat	450 g/l	4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
14.	OXALIS (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
15.	ROUNDUP ADVANCE	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
16.	ROUNDUP CLASIC PRO	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

17.	ROUNDUP EVOLUTION	glifosat	480 g/l	2,25-3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
18.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
19.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
20.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	5,0-6,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărirea buruienilor)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
21.	SHYFO	glifosat	360 g/l	2,0-6,0 l/ha	Postemergent (vârsta pomilor peste 3 ani)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
22.	STRATOS ULTRA	cicloxidim	100 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent (măr pe rod)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
23.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	2,0-4,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărirea buruienilor)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
24.	TOUCHDOWN SYSTEM 4 (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
25.	WISH TOP	quizalofop-p-etil	120 g/l	0,83-1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
ERBICIDE COMPUSE						
1.	CHIKARA DUO	flazasulfuron+ glifosat	6,7 g/kg 288 g/l	3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	KYLEO	2,4D+ glifosat	160 g/l 240 g/l	4,0-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.65

Erbicide utilizate (omologate) în livezile de păr (*Pyrus communis*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	BARCLAY GALLUP HI-ACTIV	glifosat	490 g/l	3,7 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	BASTA 14 SL	glufosinat de amoniu	150 g/l	5,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	CLINIC XPERT	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

4.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	3,3-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
5.	GALIGAN 240 EC	oxifluorfen	240 g/l	5,0 l/ha	Preemergent/ Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
6.	GALLUP SUPER 360	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
7.	GLISTER ULTRA	glifosat	360 g/l	1,5-12,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
8.	GLYFOS ULTRA	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
9.	HELOSATE 450 TF	glifosat	450 g/l	4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
10.	ROUNDUP ADVANCE	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
11.	ROUNDUP CLASIC PRO	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
12.	ROUNDUP EVOLUTION	glifosat	480 g/l	2,25-3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
13.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
14.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
15.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	5,0-6,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărirea buruienilor)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
16.	SHYFO	glifosat	360 g/l	2,0-6,0 l/ha	Postemergent (vârsta pomilor peste 3 ani)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
17.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	2,0-4,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărirea buruienilor)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
18.	TOUCHDOWN SYSTEM 4 (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
19.	WISH TOP	quizalofop-p- etil	120 g/l	0,83-1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
ERBICIDE COMPUSE						
1.	CHIKARA DUO	flazasulfuron+ glifosat	6,7 g/kg 288 g/l	3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.66

Erbicide utilizate (omologate) în livezile de gutui (*Cydonia oblonga*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	BASTA 14 SL	glufosinat de amoniu	150 g/l	5,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	3,3-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	GALIGAN 240 EC	oxifluorfen	240 g/l	5,0 l/ha	Preemergent/ Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
4.	HELOSATE 450 TF	glifosat	450 g/l	4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
5.	ROUNDUP ADVANCE	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
6.	ROUNDUP EVOLUTION	glifosat	480 g/l	2,25-3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
7.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
8.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	5,0-6,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărirea buruienilor)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
9.	SHYFO	glifosat	360 g/l	2,0-6,0 l/ha	Postemergent (vârsta pomilor peste 3 ani)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
10.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	2,0-4,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărirea buruienilor)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale

Tabelul 10.67

Erbicide utilizate (omologate) în livezile de prun (*Prunus domestica*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	BASTA 14 SL	glufosinat de amoniu	150 g/l	5,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	3,3-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	CLINIC XPERT	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene



4.	GALIGAN 240 EC	oxifluorfen	240 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
5.	GALLUP SUPER 360	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
6.	GLISTER ULTRA	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
7.	GLYFOS ULTRA	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
8.	HELOSATE 450 TF	glifosat	450 g/l	4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
9.	ROUNDUP ADVANCE	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
10.	ROUNDUP CLASIC PRO	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
11.	ROUNDUP EVOLUTION	glifosat	480 g/l	2,25-3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
12.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
13.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
14.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	5,0-6,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărirea buruienilor)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
15.	SHYFO	glifosat	360 g/l	2,0-6,0 l/ha	Postemergent (vârsta pomilor peste 3 ani)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
16.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	2,0-4,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărirea buruienilor)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
17.	TAIFUN 360 SL	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
18.	TOUCHDOWN SYSTEM 4 (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
ERBICIDE COMPUSE						
1.	KYLEO	2,4D+ glifosat	160 g/l 240 g/l	4,0-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.68

Erbicide utilizate (omologate) în livezile de cais (*Prunus armeniaca*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	BASTA 14 SL	glufosinat de amoniu	150 g/l	5,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	3,3-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	GALIGAN 240 EC	oxifluorfen	240 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
4.	GLYFOS ULTRA	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
5.	HELOSATE 450 TF	glifosat	450 g/l	4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
6.	ROUNDUP ADVANCE	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
7.	ROUNDUP EVOLUTION	glifosat	480 g/l	2,25-3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
8.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
9.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
10.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	5,0-6,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărirea buruienilor)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
11.	SHYFO	glifosat	360 g/l	2,0-6,0 l/ha	Postemergent (vârsta pomilor peste 3 ani)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
12.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	2,0-4,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărirea buruienilor)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
13.	TAIFUN 360 SL	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
14.	TOUCHDOWN SYSTEM 4 (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
ERBICIDE COMPUSE						
1.	KYLEO	2,4D+ glifosat	160 g/l 240 g/l	4,0-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.69

Erbicide utilizate (omologate) în livezile de piersic (*Prunus persica*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	BASTA 14 SL	glufosinat de amoniu	150 g/l	5,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	3,3-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	GALIGAN 240 EC	oxifluorfen	240 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
4.	GLYFOS ULTRA	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
5.	HELOSATE 450 TF	glifosat	450 g/l	4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
6.	ROUNDUP ADVANCE	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
7.	ROUNDUP EVOLUTION	glifosat	480 g/l	2,25-3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
8.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
9.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
10.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	5,0-6,0 l/ha	Preemergent- înainte de răsărire buruieni	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
11.	SHYFO	glifosat	360 g/l	2,0-6,0 l/ha	Postemergent (vârsta pomilor peste 3 ani)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
12.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	2,0-4,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărirea buruienilor)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
13.	TAIFUN 360 SL	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
14.	TOUCHDOWN SYSTEM 4 (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono. și dicotiledonate anuale și perene
15.	WISH TOP	quizalofop-p-etil	120 g/l	0,83-1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
ERBICIDE COMPUSE						
1.	KYLEO	2,4D+ glifosat	160 g/l 240 g/l	4,0-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.70

Erbicide utilizate (omologate) în livezile de cireș (*Prunus avium*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	BASTA 14 SL	glufosinat de amoniu	150 g/l	5,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	CLINIC XPERT	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	3,3-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
4.	GALIGAN 240 EC	oxifluorfen	240 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
5.	GALLUP SUPER 360	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
6.	GLISTER ULTRA	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
7.	GLYFOS ULTRA	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
8.	HELOSATE 450 TF	glifosat	450 g/l	4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
9.	ROUNDUP ADVANCE	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
10.	ROUNDUP CLASIC PRO	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
11.	ROUNDUP EVOLUTION	glifosat	480 g/l	2,25-3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
12.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
13.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
14.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	5,0-6,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărirea buruienilor)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

15.	SHYFO	glifosat	360 g/l	2,0-6,0 l/ha	Postemergent (vârsta pomilor peste 3 ani)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
16.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	2,0-4,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărirea buruienilor)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
17.	TAIFUN 360 SL	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
18.	TOUCHDOWN SYSTEM 4 (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
ERBICIDE COMPUSE						
1.	KYLEO	2,4D+ glifosat	160 g/l 240 g/l	4,0-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.71

Erbicide utilizate (omologate) în livezile de vișin (*Prunus cerasus*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	BASTA 14 SL	glufosinat de amoniu	150 g/l	5,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
2.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	3,3-5,0 l/ha	Postemergent	
3.	GALIGAN 240 EC	oxifluorfen	240 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	
4.	GLYFOS ULTRA	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	
5.	HELOSATE 450 TF	glifosat	450 g/l	4,0 l/ha	Postemergent	
6.	ROUNDUP ADVANCE	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	
7.	ROUNDUP EVOLUTION	glifosat	480 g/l	2,25-3,0 l/ha	Postemergent	
8.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	
9.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Postemergent	

10.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	5,0-6,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărirea buruienilor)	Buruieni monocotile anuale și unele dicotile anuale
11.	SHYFO	glifosat	360 g/l	2,0-6,0 l/ha	Postemergent pomi >3 ani	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
12.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	2,0-4,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărirea buruienilor)	Buruieni monocotile anuale și unele dicotile anuale
13.	TAIFUN 360 SL	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
14.	TOUCHDOWN SYSTEM 4 (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
ERBICIDE COMPUSE						
1.	KYLEO	2,4D+ glifosat	160 g/l 240 g/l	4,0-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.72

Erbicide utilizate (omologate) în plantațiile de alun (*Corylus avellana*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	3,3-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	HELOSATE 450 TF	glifosat	450 g/l	4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.73

Erbicide utilizate (omologate) în plantațiile de nuc (*Juglans regia*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	3,3-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	GLYFOS ULTRA	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent (nuc și migdal)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	HELOSATE 450 TF	glifosat	450 g/l	4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
4.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.74

Erbicide utilizate (omologate) în pepinierele pomicole

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	FUSILADE FORTE (EC)	fluazifop-p-butil	150 g/l	1,0-1,3 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
2.	GALIGAN 240 EC	oxifluorfen	240 g/l	5,0 l/ha	Preemergent/ Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
4.	SELECT SUPER	cletodim	120 g/l	1,0-2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.75

Erbicide utilizate (omologate) în plantațiile de arbuști fructiferi

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	1,2 l/ha	Preemergent (afin, coacăz, mur, zmeur)	Buruieni monocotile anuale și unele dicotile anuale
2.	FUSILADE FORTE (EC)	fluazifop-p-butil	150 g/l	1,0-1,3 l/ha	Postemergent (afin, coacăz, mur, zmeur)	Buruieni monocotiledonate anuale și perene

3.	LEOPARD 5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
4.	SELECT SUPER	cletodim	120 g/l	1,0-2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
5.	WISH TOP	quizalofop-p-etil	120 g/l	0,83-1,25 l/ha	Postemergent (afin, coacăz, zmeur)	Buruieni monocotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.76

Erbicide utilizate (omologate) în plantațiile de căpșun (*Fragaria x ananassa*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	DUAL GOLD 960 EC	s-metolaclor	960 g/l	1,2 l/ha	Preemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale
2.	FUSILADE FORTE (EC)	fluazifop-p-butil	150 g/l	1,0-1,3 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
3.	LEOPARD 5 EC	quizalofop-p-etil	50 g/l	1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
4.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Ppi Preemergent- min 48 ore înainte de plantat	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
5.	SELECT SUPER	cletodim	120 g/l	1,0-2,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
6.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	5,0-6,0 l/ha	Ppi Preemergent- înainte de răsărirea buruienilor	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotiledonate anuale
7.	STRATOS ULTRA	cicloxidim	100 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
8.	SULTAN 50 SC	metazaclor	500 g/l	0,5 l/ha	Preemergent/ Postemergent	Buruieni mono și dicotile anuale
9.	WISH TOP	quizalofop-p-etil	120 g/l	0,83-1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.77

Erbicide utilizate (omologate) în plantațiile de viță de vie (*Vitis vinifera*)

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	AGIL 100 EC	propaquizafop	100 g/l	1,5 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
2.	AGRO-GLYFO 360	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	BASTA 14 SL	glufosinat de amoniu	150 g/l	5,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
4.	CHIKARA (EG)	flazasulfuron	250 g/kg	0,2 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
5.	COSMIC (SL)	glifosat	360 g/l	4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
6.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	3,3-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
7.	FUSILADE FORTE (EC)	fluazifop-p-butil	150 g/l	1,3 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
8.	GLIFOTIM (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
9.	GLYFOS ULTRA	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
10.	GOAL 4 F	oxifluorfen	480 g/l	2,5 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene din sămânță
11.	HELOSATE 450 TF	glifosat	450 g/l	4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
12.	LONTREL 300 (EC)	clopiraliid	300 g/l	0,5 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
13.	OXALIS (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
14.	ROUNDUP ADVANCE	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
15.	PANTERA 40 EC	quizalofop-p-tefuril	40 g/l	3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
16.	REGLONE FORTE (EC)	diquat	150 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Desicant pentru distrugerea lăstarilor de la baza plantelor

17.	ROUNDUP EVOLUTION	glifosat	480 g/l	2,25-3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
18.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
19.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
20.	SHARPEN 33 EC	pendimetalin	330 g/l	5,0-6,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărirea buruienilor)	Buruieni monocotiledonate anuale și unele dicotile anuale
21.	SHYFO	glifosat	360 g/l	2,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
22.	TAIFUN 360 SL	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
23.	STOMP AQUA	pendimetalin	455 g/l	2,0-4,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărirea buruienilor)	Buruieni monocotile anuale și unele dicotile anuale
24.	TOUCHDOWN SYSTEM 4 (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
25.	WISH TOP	quizalofop-p-etil	120 g/l	1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
ERBICIDE COMPUSE						
1.	CHIKARA DUO	flazasulfuron+ glifosat	6,7 g/kg 288 g/l	3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.78

Erbicide utilizate (omologate) în silvicultură

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	AGIL 100 EC	propaquizafop	100 g/l	1,5-2,0 l/ha	Pepiniere și culturi silvice Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
2.	CLINIC XPERT	glifosat	360 g/l	10,0 l/ha	Păduri și pepiniere Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	GALIGAN 240 EC	oxifluorfen	240 g/l	3,0-4,0 l/ha	Pepiniere silvice Preemergent/ Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
4.	GALLUP SUPER 360	glifosat	360 g/l	4,0-8,0 l/ha	Păduri Postemergent (cu 7 zile înainte de plantare)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

5.	GLISTER ULTRA	glifosat	360 g/l	4-10,0 l/ha	Păduri și pepiniere Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
6.	KERB 50 W	propizamid	50 %	5,0 kg/ha	Pepiniere de molid Preemergent/ Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
7.	LEOPARD 5 EC	quizalofop-p- etil	50 g/l	1,75-2,0 l/ha	Pepiniere silvice Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
8.	LONTREL 300 (EC)	clopiraliid	300 g/l	0,5 l/ha	Pepiniere de molid, răchitării Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
9.	PANTERA 40 EC	quizalofop-p- tefuril	40 g/l	1,5-2,0 l/ha	Pepiniere silvice de foioase Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene
10.	ROUNDUP ADVANCE	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Plantații forestiere Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
11.	ROUNDUP CLASIC PRO	glifosat	360 g/l	10,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
12.	ROUNDUP EVOLUTION	glifosat	480 g/l	3,75-4,0 l/ha	Păduri de pin Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
13.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	5,0-5,3 l/ha	Plantații forestiere Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
14.	ROUNDUP POWER MAX 720	glifosat	720 g/l	1,5-3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
15.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha 1,5-10,0 l/ha	Pepiniere silvice și păduri-Preemergent Plantații de plop- Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
16.	SHYFO	glifosat	360 g/l	3,0-5,0 l/ha 3,0-5,0 l/ha	Molid, pin duglas (vârsta peste 2 ani) Toate speciile silvice (înainte de împădurire)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
17.	WISH TOP	quizalofop-p- etil	120 g/l	0,83- 1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene

10.19.20 COMBATEREA BURUIENILOR DIN CULTURILE DE PLANTE MEDICINALE ȘI ORNAMENTALE

Cele mai multe dintre plantele medicinale sau ornamentale pot fi caracterizate ca foarte sensibile la îmburuienare, deoarece au un ritm lent de creștere în primele faze de vegetație.

Marea diversitate botanică a plantelor medicinale sau ornamentale impune o abordare specifică a fiecărei culturi, dar oricare ar fi aceasta, înființată prin semănat direct sau prin transplantare, premisa pentru o cultură reușită este ca terenul pe care se va înființa cultura să fie curat de buruieni, mai cu seamă de specii perene. Aceasta se poate obține prin lucrarea adâncă a solului și prin aplicarea unor erbicide totale înainte de semănat/plantat, sau de răsărit. Pentru buruienile monocotiledonate sau dicotiledonate anuale și perene se pot face tratamente în vegetație, cu unul dintre erbicidele disponibile (tabelele 10.79 și 10.80).

Tabelul 10.79

Erbicide utilizate (omologate) la plantele medicinale

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	LENTAGRAN 45 WP	piridat	450 g/l	2 x 1,0 kg/ha 3 x 0,5 kg/ha	Mentă, Pătlagină, Sunătoare, Valeriană Postemergent Barba caprei Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale
2.	WISH TOP	quizalofop-p-etil	120 g/l	0,83-1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.80

Erbicide utilizate (omologate) la plantele ornamentale

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	BENTA 480 SL	bentazon	480 g/l	3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate
2.	BUTISAN S	metazaclor	500 g/l	1,5 l/ha	Postemergent (arbori și arbuști)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate

3.	DESSICASH 200 SL	diquat	200 g/l	3,3-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
4.	MISSION	diquat	200 g/l	1,5-2,0 l/ha	Preemergent (înainte de răsărire/ transplantare)	Desicant pentru buruienile mono și dicotiledonate anuale și perene
5.	VIVENDI 200	clopiralid	200 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotile și ciulini
6.	WISH TOP	quizalofop- p-etil	120 g/l	0,83-1,25 l/ha	Postemergent	Buruieni monocotiledonate anuale și perene

10.19.21 COMBATEREA BURUIENILOR DIN GRĂDINI, GAZON, MIRIȘTI, TERENURI NECULTIVATE

Grădinile, spațiile verzi, terenurile necultivate din perimetrul diverselor amenajări de utilitate publică, se află sub presiunea permanentă a îmburuienării cu numeroase și variate specii segetale și ruderales. În lupta cu acestea dispunem de o gamă foarte largă de produse erbicide, extrem de eficiente. De remarcat că cea mai mare parte a lor sunt erbicide cu acțiune totală, pe bază de glifosat, fapt care se explică prin multiplele avantaje ale acestei substanțe erbicide.

În continuare sunt prezentate produsele erbicide utilizate (omologate) în domeniile menționate (tabelele 10.81, 10.82 – 10.85).

Tabelul 10.81

Erbicide utilizate (omologate) în grădini și zone libere de vegetație

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	ROUNDUP CLASIC PRO	glifosat	360 g/l	4,0-5,0 l/ha 5,0-6,0 l/ha	Suprafețe dure; Suprafețe permeabile deasupra solului Vegetație de agreement (cu 24 de ore înainte de cultivare)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
2.	ROUNDUP GEL	glifosat	7,2 g/l	1-2 click-uri	Casă și grădină: (se aplică cu un aplicator direct pe frunzele buruienilor)	Buruieni monocotiledonate și dicotiledonate anuale și perene
3.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	10 ml /30 m ² 15 ml /30 m ²	Postemergent (în faza de creștere activă a buruienilor)	Buruieni anuale Buruieni perene.

				20 ml /30 m ² 30 ml/ 30m ²		puieti de: fag, paltin, stejar etc. Tufisuri Rododendron
4.	ROUNDUP OPTIM	glifosat	360 g/l	30 ml /30 m ² 45 ml /30 m ² 90 ml /30 m ²	Postemergent (în faza de creștere activă a buruienilor)	Buruieni anuale Tufisuri, puieti de fag, paltin, stejar, salcie etc Buruieni perene Rododendron
5.	SHYFO	glifosat	360 g/l	2,0-3,0 l/ha 4,0-6,0 l/ha	Grădini și zone de locuit Postemergent (în faza de creștere activă a buruienilor)	Buruieni anuale Buruieni perene

Tabelul 10.82

Erbicide (omologate) utilizate pentru gazon

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	BARCLAY GALLUP HI-ACTIV	glifosat	490 g/l	4,4 l/ha	Ppi (cu 24 de ore înainte de înfiișarea culturii)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	20 ml/ 30 m ²	Ppi (cu min. 48 de ore înainte de reînfiișarea gazonului)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	ROUNDUP OPTIM	glifosat	360 g/l	45 ml/ 30 m ²	Ppi (cu min. 48 ore înainte de reînfiișarea gazonului)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
4.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Ppi (cu min. 48 de ore înainte de înfiișare)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
5.	SDMA SUPER (XX)	Acid 2,4 D	600 g/l	1,0 l/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
6.	SHYFO	glifosat	360 g/l	2,0-6,0 l/ha	Ppi - cu cel pușin 48 de ore înainte de înfiișare	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

7.	VIVENDI 200	clopiralid	200 g/l	1,0 l/ha	Postemergent (cu 7 zile înainte de cosit)	Buruieni dicotiledonate și ciulini
ERBICIDE COMPUSE						
1.	KYLEO	2,4D + glifosat	160 g/l 240 g/l	5,0 l/ha	Postemergent (cu 5 zile înainte de desființare sau semănatul altei culturi)	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.83

Erbicide (omologate) utilizate pe miriști

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	AGRO-GLYFO 360	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	BARCLAY GALLUP HI-ACTIV	glifosat	490 g/l	1,1-2,9 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	BOOM EFEKT (SL)	glifosat	498 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
4.	CLINIC XPERT	glifosat	360 g/l	1,5-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
5.	COSMIC (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
6.	GALLUP SUPER 360	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
7.	GLISTER ULTRA	glifosat	360 g/l	1,5-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
8.	GLIFOTIM (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

9.	GLYFOS ULTRA	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
10.	HELOSATE 450 TF	glifosat	450 g/l	4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
11.	OXALIS (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
12.	ROUNDUP ADVANCE	glifosat	360 g/l	3,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
13.	ROUNDUP ENERGY	glifosat	450 g/l	2,4-3,2 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
14.	ROUNDUP EVOLUTION	glifosat	480 g/l	2,25-3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
15.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	1,5-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
16.	ROUNDUP POWER MAX 720	glifosat	720 g/l	1,0-2,5 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
17.	SHYFO	glifosat	360 g/l	2,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
18.	TAIFUN 360 SL	glifosat	360 g/l	3,0-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
19.	TOUCHDOWN SYSTEM 4 (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
ERBICIDE COMPUSE						
1.	KYLEO	2,4D + glifosat	160 g/l 240 g/l	3,0-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.84

Erbicide utilizate (omologate) pe terenurile necultivate

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	ACCURATE	metsulfuron-metil	200 g/l	0,02 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
2.	AGRO-GLYFO 360	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
3.	BARCLAY GALLUP HI-ACTIV	glifosat	490 g/l	4,4 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
4.	BOOM EFEKT (SL)	glifosat	498 g/l	3,0-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
5.	COSMIC (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
6.	FINY	metsulfuron-metil	200 g/l	0,03 kg/ha	Postemergent	Buruieni dicotiledonate anuale și perene
7.	GALLUP SUPER 360	glifosat	360 g/l	6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
8.	GLIFOTIM (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
9.	GLYFOS ULTRA	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
10.	OXALIS (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
11.	ROUNDUP ADVANCE	glifosat	360 g/l	4,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
12.	ROUNDUP CLASIC PRO	glifosat	360 g/l	4,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
13.	ROUNDUP ENERGY	glifosat	450 g/l	4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
14.	ROUNDUP EVOLUTION	glifosat	480 g/l	3,0-4,5 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
15.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	4,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

16.	ROUNDUP POWER MAX 720	glifosat	720 g/l	2,5-3,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
17.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Preemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
18.	SHYFO	glifosat	360 g/l	5,0-7,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
19.	TOUCHDOWN SYSTEM 4 (SL)	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
ERBICIDE COMPUSE						
1.	KYLEO	2,4D + glifosat	160 g/l 240 g/l	3,0-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	PISTOL FLEX 37 WG	diflufenican+ iodosulfuron- metil-Na	360 g/kg 10 g/kg	0,5 kg/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

Tabelul 10.85

Erbicide utilizate (omologate) pe terasamentele de cale ferată

Nr. crt	Denumirea produsului	Substanța activă	Conținut în s.a.	Doza	Epoca de aplicare	Buruieni combătute
1	2	3	4	5	6	7
1.	CHIKARA (EG)	flazasulfuron	250 g/kg	0,2 kg/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	AGRO- GLYFO 360	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
4.	BOOM EFEKT (SL)	glifosat	498 g/l	3,0-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
5.	COSMIC (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
7.	GALLUP SUPER 360	glifosat	360 g/l	6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
8.	GLIFOTIM (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
9.	GLYFOS ULTRA	glifosat	360 g/l	5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
10.	OXALIS (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
14.	ROUNDUP EVOLUTION	glifosat	480 g/l	3,0-4,5 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

15.	ROUNDUP MAX	glifosat	360 g/l	4,0-6,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
16.	ROUNDUP POWER MAX 720	glifosat	720 g/l	1,0-2,5 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
17.	SATELITE	glifosat	360 g/l	1,5-10,0 l/ha	Preemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
18.	SHYFO	glifosat	360 g/l	5,0-7,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
19.	TOUCHDOWN SYSTEM 4 (SL)	glifosat	360 g/l	3,0-4,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
ERBICIDE COMPUSE						
1.	KYLEO	2,4D + glifosat	160 g/l 240 g/l	3,0-5,0 l/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene
2.	PISTOL FLEX 37 WG	diflufenican+ iodosulfuron- metil-Na	360 g/kg 10 g/kg	0,5 kg/ha	Postemergent	Buruieni mono și dicotiledonate anuale și perene

BIBLIOGRAFIE

1. XXX - *Enciclopedia Britanică*, 1996.
2. Budoii, Gh., Penescu, A., 1996 – *Agrotehnică*, Editura Ceres, București.
3. Guș, P., Lăzureanu, A., Săndoiu, D.I., Jităreanu, G., Stancu, I., 1998 – *Agrotehnică*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
4. Henegar, C., Henegar, Monika, Andru, Monica, 2013 - *Codexul produselor de protecție a plantelor omologate pentru utilizare în România*, S.C. Andagra S.R.L., Arad.
5. Manea, D.N., Henegar, Monika, Andru, Monica, Ienciu Anișoara Aurelia, 2017 - *Codexul produselor de protecție a plantelor omologate pentru utilizare în România*, S.C. Andagra S.R.L., Arad.
6. Lăzureanu, A. și colab., 1994 – *Agrotehnică*. Editura Helicon Banat S.A., Timișoara.
7. Onisie, T., Jităreanu, G., 1999 – *Agrotehnică*. Editura „Ion Ionescu de la Brad, Iași.
8. Berca, M., 2004 – *Managementul integrat al buruienilor*. Editura Ceres, București.
9. Ghinea, L. și colab., 1987 – *Efectele reziduale ale erbicidelor*, Editura Academiei Române, București.
10. Penescu, A., 1991 – *Cercetări privind combaterea buruienilor dicotiledonate cu erbicide nepoluante și influența lor asupra producției de grâu și a culturilor postmergătoare*, Teză de doctorat, IANB, București.
11. *Ghid pentru utilizarea în siguranță a produselor de protecția plantelor*. Ministerul Agriculturii și Dezvoltării Rurale, Autoritatea Națională Fitosanitară, Direcția Fitosanitară, Var. 1/2016.
12. Penescu, A., Ionescu, N., 2013 – *Combaterea biologică a buruienilor*, Editura Ceres, București.
13. Penescu, A., Ionescu, N., Georgescu, Mihaela, Săvulescu, Elena, Nichita, Mihaela, Ionescu, S., 2017 – *Compendiu de botanica buruienilor*, Editura Ceres, București.
14. Pintilie, C., Romoșan, Șt., Pop, L., Timariu, Gh., Sebok, P., Guș, P., 1985 – *Agrotehnică*, Editura Didactică și Pedagogică, București.
15. Penescu, A., 1991 – *Teză de doctorat*, USAMV București.
16. Totman, C., 1982 - *Agricultural History*. Vol. 56, No. 2, p. 415-425.

17. Totman, D.R., 1978 - *The effects of a dicamba herbicide mixture on the grain yield components of winter wheat*. Annals of Applied Biology, Vol. 90.
18. Duval, D.M., 1971 - *A note on the acceptability of various weeds as food for Agriolimax reticulatus (Müller)*. Journal of Conchology, 27, p. 249–251.
19. Popa, F., Șarpe, N., Tapor, I., Beraru, C., 1987 - *Selectivity and efficacy of some herbicides in control of annual and perennial weeds in flax for oil cultivated on a slightly-moderate leached soil*. Probleme de Agrofitotehnie, vol. 6.
20. Eliade, G., Ghinea, L., Stefanic G., 1975 - *Soil microbiology*. Editura Ceres, București.
21. Chirilă, C. și colab., 2002 - *Considerații generale asupra îmburuienării culturilor agricole din România cu specii din familia Gramineae*. Al XIII-lea Simpozion de Herbologie, București, p. 19-26.
22. Bîlteanu, Gh., Bîrnaure, V., 1979 – *Fitotehnie*, Editura Ceres, București.
23. Șarpe, N., Strejan, Gh., 1981 – *Combaterea chimică a buruienilor din culturile de câmp*. Editura Ceres, București.
24. Penescu, A., Ciontu, C., 2001 – *Agrotehnica*, Editura Ceres, București.
25. Benea, B., 2017 - *Amenajarea teritoriului fermei SC Agroind SA Tâsnad, Lucrare de Disertație*, USAMV- Cluj Napoca.



CAPITOLUL 11

ASOLAMENTE

11.1 ORGANIZAREA TERITORIULUI ȘI A ASOLAMENTELOR

Organizarea teritoriului și introducerea asolamentelor au în vedere utilizarea mai rațională a terenului, a mașinilor agricole și a forței de muncă.

Rolul asolamentului este de a dirija succesiunea culturilor în așa fel ca fiecare plantă să găsească în sola repartizată cele mai bune condiții de creștere și dezvoltare, să îmbunătățească fertilitatea solului și să reducă infestarea cu buruieni, patogeni și dăunători.

Gheorghe Ionescu-Șișești (1) considera că asolamentul și rotația sunt învățăminte ale naturii. Avantajele asolamentelor constau în folosirea rațională a apei, a substanțelor nutritive, regenerarea humusului din materia organică rămasă în sol, combaterea buruienilor, bolilor și a dăunătorilor.

Distribuția culturilor pe sole și rotația acestora în timp se realizează după anumite principii științifice, date de cerințele tehnologice și de condițiile de vegetație ale tuturor culturilor din rotație.

Elaborarea asolamentelor se face concomitent cu lucrările de organizare a teritoriului.

În prima etapă, la întocmirea proiectelor de organizare a teritoriului, se fac studiile privind condițiile pedoclimatice, tehnice, economice și organizatorice din zonă, pentru stabilirea celor mai bune soluții privind categoriile de folosință, structura culturilor, metodele agrotehnice și pedoameliorative necesare. Pentru valorificarea eficientă a terenului, a factorilor tehnici și tehnologici se fac studii topografice (planuri de situație la

scara 1:10 000, cu echidistanța curbilor de 10 m, 1:5000, cu echidistanța de 5 m sau mai recent 1:2000, cu echidistanța de 2 m), geomorfologice (rețeaua hidrografică, versanții, roca), pedologice (proprietățile fizice, apa freatică, exces de umiditate, sărături), studii agrochimice (pH-ul, conținutul de humus, NPK, microelemente, harta agrochimică), studii climatice (precipitațiile, temperaturile), hidrologice (coeficientul de scurgere, debitele solide și lichide scurse), studiul vegetației (vegetația spontană și cultivată), studiul eroziunii solului (gradele de eroziune a orizonturilor, ravene, alunecări), la care se adaugă studiile social-economice (forța de muncă, dotarea tehnică, planul de dezvoltare în perspectivă a zonei) și organizatorice (amplasarea centrelor, secțiilor, lucrările hidro-ameliorative).

Pe baza acestor studii se stabilesc categoriile de folosință ale terenurilor și soluțiile necesare pentru sporirea fertilității solului și pentru valorificarea eficientă a terenurilor. Pentru suprafețele de teren arabil se stabilesc numărul de asolamente, suprafața acestora și se delimitează solele, parcelele de lucru și căile de acces.

Centrul de producție cuprinde suprafața de teren și construcțiile aferente unde se efectuează procesele de producție agricole. Pentru proiectarea centrelor de producție trebuie respectate anumite cerințe și condiții specifice:

- respectarea distanțelor între zonele de locuit și de producție (sanitare, de incendiu etc.);
- amplasarea zonei de producție pe forme de relief astfel ca apele de scurgere și mirosul neplăcut să nu pătrundă în zona de locuit;
- drumurile pentru transportul nutrețului, gunoiului și deplasarea animalelor să nu treacă prin zone de locuit;
- pe teritoriul fermelor nu trebuie să se întretaie căile de transport a laptelui, nutrețului și gunoiului.

Scopul organizării terenurilor agricole constă în intensificarea folosirii acestora pentru obținerea unor producții agricole mai mari, în condițiile creșterii fertilității solului și ameliorării factorilor de mediu.

Eficiența lucrărilor de organizare a teritoriului crește când direcțiile pentru transformarea categoriilor de folosință au în vedere următoarele:

- extinderea suprafeței terenurilor agricole pe baza terenurilor cu tufărișuri, mlaștini, terenurile cu ravene etc.;

- îmbunătățirea configurației terenului prin îndreptarea hotarelor și comasarea suprafețelor mici, care determină micșorarea productivității mașinilor agricole, reducerea producției, răspândirea buruienilor etc.;

- organizarea și aplicarea lucrărilor antierozionale și de ocrotire a naturii pentru asigurarea posibilității de trecere a terenurilor la o categorie de folosință mai productivă;

- extinderea suprafețelor arabile prin aplicarea lucrărilor agropedoameliorative - fertilizare ameliorativă, amendare, afânare adâncă, drenaje etc.;

- reducerea la minim a pierderilor de teren arabil și găsirea căilor pentru a compensa aceste reduceri de suprafețe a terenurilor arabile;

- stabilirea și organizarea sistemelor de cultură caracteristice zonei.

Lucrările de amenajare a teritoriului se fac în funcție de condițiile naturale și de factorii socio - economici. Proiectarea elementelor solelor și a fâșiilor de lucru, omogene din punctul de vedere al fertilității solului și a pericolului de eroziune, se face în complex cu amplasarea perdelor forestiere, a drumurilor și a celorlalte lucrări antierozionale.

Scopul organizării teritoriului constă în optimizarea folosirii fondului funciar pentru a permite:

- obținerea de producții mari cu costuri reduse;
- folosirea eficientă a terenului;
- folosirea cât mai eficientă a sistemelor de mașini agricole;
- păstrarea fertilității solului;
- înlăturarea consecințelor eroziunii și a proceselor de degradare a solului;
- crearea condițiilor pentru introducerea tehnologiilor noi;
- păstrarea și transportarea producției la beneficiari fără pierderi.

Datorită existenței pericolului de eroziune, mai întâi se proiectează fâșiile de protecție, drumurile și solele. Sola, ca unitate de producție, trebuie să fie omogenă în ce privește pericolul de eroziune și se amplasează cu latura lungă paralelă cu direcția curbelor de nivel.

Sola este veriga de bază în organizarea teritoriului, în executarea lucrărilor agricole și în organizarea procesului de producție.

La delimitarea solelor din fiecare asolament trebuie să se îndeplinească următoarele cerințe:

- fiecare solă să cuprindă terenuri cât mai omogene din punct de vedere al fertilității și al favorabilității pentru culturi, pentru a putea aplica tehnologii asemănătoare pe întreaga suprafață;

- solele să fie egale ca suprafață sau cu abateri care să nu depășească 1-3% față de suprafața medie a acestora;

- forma și dimensiunile sozelor trebuie să permită folosirea cu randament a tractoarelor și agregatelor la executarea lucrărilor agricole, să permită mutarea mecanizată a aripilor de udare și aplicarea lucrărilor pentru prevenirea și combaterea eroziunii solului.

Pe terenurile în pantă sola este formată din mai multe fâșii și trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

- fiecare solă și fâșie cultivată trebuie să fie uniformă din punct de vedere al gradului de eroziune și a calității solului;

- laturile lungi ale sozelor trebuie să fie orientate pe direcția generală a curbelor de nivel;

- forma unităților teritoriale de lucru trebuie să fie pe cât posibil dreptunghiulară pentru a se asigura o bună productivitate a utilajelor;

- lățimea fâșiilor cultivate trebuie să fie corelată cu panta, lungimea versantului, lucrările antierozionale și cu ceilalți factori care influențează eroziunea;

- solele și fâșiile de lucru trebuie să aibă legături cu drumurile magistrale sau cu centrele de producție.

Pentru realizarea mărimii sozelor în cadrul asolamentelor se însumează mai multe parcele de lucru, care prezintă condiții omogene din punct de vedere al potențialului productiv. În situațiile când în teritoriu nu există limite obligate, suprafața de teren se parcelează în funcție de mărimea sozelor asolamentelor.

Organizarea terenului arabil și amplasarea asolamentelor cuprind următoarele etape:

- stabilirea centrului administrativ al fermei;

- stabilirea numărului de asolamente, în funcție de pretabilitatea terenului și condițiile socio-economice ale zonei;

- delimitarea sozelor și a parcelelor de lucru în cadrul fiecărui asolament;

- stabilirea structurii și a rotației culturilor în asolament;

- delimitarea drumurilor tehnologice;

- stabilirea lucrărilor antierozionale și a celor pedoameliorative.

Sola poate fi formată din una sau mai multe parcele de lucru.

Parcela de lucru este cea mai mică unitate în exploatarea eficientă a terenurilor agricole. De regulă, parcela de lucru este delimitată de drumuri,



canale, căi ferate, râuri, limite de categorii de folosință și de alte limite obligate în teren.

Când numărul de ani ai rotației este egal cu numărul de sole și în situația când toate culturile trec pe toate solele, rotația este definită ca o *rotație ciclică*, iar când în fiecare an trebuie să găsim, pentru fiecare cultură, cele mai bune premergătoare, se vorbește de *rotație aciclică*.

Când pe o solă se amplasează 2-3 culturi, aceasta este o *solă mixtă*. Condiția de bază este ca pe aceeași solă, să se amplaseze culturi care fac parte din aceeași grupă agrobiologică, adică plante care au aceleași cerințe tehnologice și aceeași perioadă de vegetație, pentru a se putea efectua toate lucrările în aceeași perioadă.

11.1.1 NORME TEHNICE DE ÎNTOCMIRE A PROIECTELOR DE ORGANIZARE A TERITORIULUI EXPLOATAȚIILOR AGRICOLE

Normele tehnice de întocmire a proiectelor de organizare a teritoriului sunt prevăzute în Ordinul Nr. 212/145 din 15 mai 2002 , Reg. UE 1307/2013, art. 43 și OUG. nr. 3/2015.

În Ordin se arată că documentațiile de organizare a teritoriului se întocmesc de instituțiile de specialitate de la nivel central, județean și local, la cererea consiliilor locale și a consiliilor județene, cu acordul proprietarilor.

În prima etapă se obține planul topografic al teritoriului administrativ la scara 1:5000, completată cu toate datele tehnice rezultate în urma aplicării prevederilor legilor fondului funciar.

Planul cadastral, pe baza căruia se elaborează documentația de organizare a teritoriului exploatațiilor agricole, completat cu elementele care au rezultat în urma aplicării legilor fondului funciar, se obține de la Oficiul județean de cadastru, geodezie și cartografie (OJCGC).

Pentru fiecare exploatație agricolă se completează o fișă tehnică care să cuprindă următoarele date:

- suprafețele terenurilor pe sole și parcele;
- numele și prenumele proprietarilor (persoană fizică/ juridică);
- domiciliul și sediul proprietarilor;
- actele de proprietate în baza cărora sunt deținute terenurile;
- date referitoare la amplasamentul exploatației agricole;
- tipul de proprietate;

- modul de deținere;
- mențiuni privind arendările, concesiunile etc.

Planul cadastral va cuprinde și rețeaua lucrărilor hidroameliorative, precum și lucrările pentru combaterea eroziunii solului (CES).

Potrivit planului cadastral se întocmește situația centralizatoare a fondului funciar, conform cu anexa nr. 1 din normele tehnice.

În conformitate cu Reg. UE 1307/2013 și OUG. nr. 3/2015 fermierii care au dreptul la plata unică pe suprafață, denumită „plata pentru înverzire”, trebuie să aplice în mod obligatoriu pe toate suprafețele lor eligibile următoarele practici agricole benefice pentru climă și mediu:

- diversificarea culturilor;
- menținerea pajiștilor permanente existente;
- prezența unei zone de interes ecologic pe suprafața agricolă.

O practică agricolă benefică pentru climă și mediu și implicit una dintre condițiile obligatorii pentru încasarea plății pe înverzire, în perioada 2015 -2020, este diversificarea culturilor.

Pentru fermele cu suprafața cuprinsă între 10 și 30 ha fermierul trebuie să cultive cel puțin două culturi diferite, din care cultura preponderentă trebuie să acopere maximum 75% din terenul arabil.

Fermierii care utilizează suprafețe de teren arabil de peste 30 ha trebuie să asigure minim trei culturi, din care cultura preponderentă trebuie să acopere maximum 75% din suprafață, respectiv două culturi preponderente să acopere împreună maximum 95% din terenul arabil.

Pentru stabilirea judicioasă a structurii culturilor se analizează factorii naturali, care pot influența producțiile, în corelare cu amenajările hidroameliorative existente și cu posibilitățile de valorificare a produselor.

Împreună cu unitățile de exploatare / prelucrare a produselor și cu beneficiarii se stabilesc culturile, care se grupează și se repartizează pe asolamente, urmărindu-se ca:

- terenurile cu cea mai bună fertilitate să fie destinate culturilor de la care se pot obține cele mai mari producții;
- sfecla pentru zahăr, porumbul și soia să fie amplasate în asolamente organizate pe terenurile irigate;
- cartoful să se cultive în asolamente speciale, de câmp și în asolamente pentru legume, la irigat;
- cultura de căpșun să se includă în asolamente pentru legume.

Pe terenurile în pantă, în cadrul complexului de măsuri și lucrări antierozionale, trebuie stabilit un raport optim între culturile cu un grad ridicat de protecție și cele slab protectoare pentru sol. Pentru stabilirea structurii culturilor, în raport cu panta terenurilor, odată cu creșterea pantei se reduce procentul de culturi prășitoare, care nu acoperă și nu protejează bine terenul.

În raport cu panta terenului, proporția diferitelor culturi trebuie să contribuie la prevenirea și combaterea eroziunii solului și păstrarea sau refacerea fertilității acestuia.

Pentru fiecare exploatare agricolă și pe total teritoriu administrativ se centralizează numărul asolamentelor și al solelor, pe tipuri de asolamente, respectiv, asolamente de câmp, furajere, pentru protecția solului, pentru culturile legumicole etc.

În ordinul nr. 212/2002 sunt prezentate și elementele tehnice pentru organizarea teritoriului pentru celelalte categorii de folosință, respectiv, plantații pomicole, viță de vie, pășuni etc.

Plantațiile pomicole și viticole sunt mijloace fixe și se amplasează în concordanță cu programele de dezvoltare a pomiculturii și viticulturii în podgorii și bazine pomicole consacrate, organizate și amenajate pentru exploatare îndelungată și intensivă.

Organizarea și amenajarea terenului se realizează după cerințele speciilor și a soiurilor stabilindu-se distanțele de plantare și formele de conducere, cu stabilirea unităților teritoriale de lucru - masive, sole, parcele, drumuri, poteci, zone de întoarcere, cu o dimensionare optimă, în funcție de condițiile de relief, amenajare, sistem de plantare, sistem de susținere, care să asigure condiții optime pentru mecanizarea lucrărilor și transport în condiții de eficiență economică și de protecție a mediului.

Organizarea terenului pentru plantațiile viticole constă în stabilirea formei, dimensionarea și amplasarea unităților teritoriale de lucru, amplasarea rețelei de circulație, zone de întoarcere, rampe de trecere și acces în deplină dependență cu măsurile pentru îmbunătățirea fertilității solului, combaterea eroziunii și cu evacuarea dirijată a surplusului de apă.

Parcela viticolă este unitatea cea mai mică de lucru cu mijloace mecanizate și manuale și se delimitează perpendicular pe direcția rândurilor.

Prin introducerea în lucrările de amenajare a teritoriului a zonelor pentru biodiversitate, unde se creează un mediu favorabil (hrană și adăpost) pentru dușmanii naturali ai dăunătorilor, se favorizează protecția biologică a

culturilor și reducerea necesarului de tratamente fitosanitare. Prin diversificarea vegetației în jurul zonelor cultivate se favorizează creșterea abundenței și diversității organismelor prădătoare și parazite.

Metodele utilizate pentru creșterea rolului artropodelor parazite și prădătoare prin creșterea biodiversității / heterogenității vegetației sunt:

- culturi intercalate sau culturi în benzi, (intercropping /strip cropping), când două sau mai multe specii de plante sunt cultivate împreună pe același teren în benzi paralele sau în parcele alăturate;

- subînsămânțatul (undersowing), când o a doua cultură este însămânțată în prima cultură, în același timp sau mai târziu;

- insule de conservare (conservation headlands), care cuprind o fâșie de 6 m în afara parcelelor unde se fac doar stropiri selective cu pesticide cu spectru redus de acțiune sau fără tratamente;

- benzi îmbruieniate în cultură (weed strips within the crops), ce se realizează prin însămânțarea unor fâșii apropiate cu flori sau ierburi neinvazive, la anumite intervale, transversal față de zona cultivată, pentru creșterea abundenței insectelor prădătoare pentru afide;

- margini de cultură și zone de carabide (field margins and beetle banks) formate din raigras, cu rol important pentru pradători și parazitoizi în vederea iernării, reproducerii și hrănirii, intensificându-se astfel potențialul protecției biologice a culturilor agricole;

- plantele insectar adăugate în cultură, ca benzi intercalate sau printre rândurile de plante, asigură nectar și polen pentru dușmanii naturali. Polenul se asigură de la speciile din familiile *Apiaceae* (pătrunjel), *Cruciferae* (muștar), *Lamiaceae* (mentă) și *Compositae* (coada șoricelului).

Modelele de asolamente ale viitorului trebuie să asigure o diversitate cât mai mare de specii, care să cuprindă culturi de câmp, legume, plante furajere, medicinale și chiar specii forestiere integrate condițiilor de climă și sol din zonă. Leguminoasele amelioratoare asigură proteinele de origine vegetală și includerea lor în asolamente determină reducerea dozelor de azot sintetizat chimic.

Monocultura și rotațiile scurte determină formarea de substanțe toxice prin adăugarea acelorași resturi vegetale, distrug micorizele și sistemele de fixare biologică a azotului.

Asolamentele trebuie să asigure acoperirea permanentă a solului prin folosirea unor culturi intercalate între culturile principale pentru a asigura refacerea materiei organice și protejarea solului. Pe terenurile în pantă

asolamentele trebuie să reducă cât mai mult pierderile de sol, apă și elemente minerale prin eroziune. Asolamentele moderne, diversificate, trebuie să conducă la refacerea humusului și a populațiilor de microorganisme prin introducerea în sol a unor cantități cât mai mari de resturi vegetale. Asolamentele vor prelua astfel și alte funcții ale agroecosistemului, având rolul de sechestrare a carbonului, reconstrucția compoziției atmosferei, reglarea climei, conservarea solului și a apei.

În asolamentele complexe lucrările solului vor fi reduse, prin renunțarea la arătură iar resturile vegetale lăsate pe suprafața solului vor asigura protecția și refacerea materiei organice. Asolamentele diversificate contribuie la stimularea activității bacteriene și formarea micorizelor, stimulează fixarea azotului și refacerea circuitelor naturale ale substanțelor nutritive.

11.1.2 ASOLAMENTUL - DEFINIȚIE, ISTORIC, PERSPECTIVE

Asolamentul constă în succesiunea culturilor în timp și spațiu, într-un sistem integrat de organizare și amenajare a teritoriului, însoțită de un sistem tehnologic optimizat, privind lucrările solului, fertilizarea, combaterea buruienilor, dăunătorilor și patogenilor, care să asigure creșterea producției și ameliorarea resurselor de apă, sol și aer.

Cuvântul “*assolement*” din limba franceză înseamnă repartizarea culturilor pe solele sau parcelele unei unități agricole. *Repartiția culturilor pe sole se numește asolament, iar succesiunea lor în timp, în ciclul stabilit, se numește rotație* (2).

Amilcar Vasiliu (3), arăta că “*Asolamentul reprezintă împărțirea terenului în sole și repartizarea rațională a plantelor pe aceste sole*”.

Deci, *asolamentul se referă la distribuirea culturilor pe sole, iar rotația la succesiunea lor, în timp, pe aceeași solă*. Adeseori, aceste două noțiuni se întrebuițează incorect, una în locul celeilalte.

Asolamentul este măsura/veriga agrotehnică de bază a sistemului de cultură a plantelor care nu poate fi înlocuită prin nici o altă măsură. Asolamentul influențează eficiența lucrărilor agricole, diversificarea producției, fertilitatea și sănătatea solului, frumusețea și funcțiile peisajului agricol, biodiversitatea și calitatea factorilor de mediu.

Rotația culturilor este definită ca modul de succesiune a plantelor, în timp, pe aceeași parcelă, însoțită de sistemele tehnologice specifice culturilor.

Noțiunea de rotație include și succesiunea pe aceeași solă a lucrărilor solului, fertilizării și a măsurilor pentru protecția culturilor împotriva buruienilor, bolilor și a dăunătorilor (rotația pesticidelor).

Datorită efectelor pozitive complexe și de lungă durată a rotației culturilor aceasta este cheia succesului la toate sistemele agricole. Rotația, pe lângă efectele benefice asupra fertilității și sănătății solului este principalul mijloc pentru optimizarea consumului de materiale și de forță de muncă, datorită reducerii semnificative a atacului de buruieni, patogeni și dăunători care, în timp, contribuie și la reducerea numărului de lucrări agricole.

În literatura de specialitate se găsesc multe definiții pentru asolamente, dintre care, pentru agricultura modernă, intensivă, care a inclus extinderea și diversificarea producției de îngrășăminte, insecto-fungicide, erbicide, mai potrivită a părut a fi cea care definea asolamentul ca *“succesiunea în timp și spațiu a culturilor agricole în condițiile aplicării în complex a tuturor măsurilor de creștere a producției agricole, de ameliorare și conservare a solului (4)”*.

Odată cu dezvoltarea agriculturii, noțiunea de asolament a căpătat un sens mai larg și ca atare acesta a presupus *„succesiunea culturilor în timp și în spațiu, însoțită de un sistem corespunzător de lucrare și fertilizare, care asigură creșterea fertilității solului și sporirea cantitativă și calitativă a producției” (5)*.

Preocupările la nivel internațional pentru conservarea și managementul integrat al zonelor agricole au în vedere realizarea unei legături funcționale între factorii de mediu și consumurile tehnologice, prin promovarea unor asolamente cu tehnologii conservative.

Rezultatele cercetărilor din domeniul asolamentelor au demonstrat că rotația culturilor își păstrează importanța și în condițiile unor tehnologii intensive, fiind principala măsură pentru ameliorarea solului, pentru protecția fitosanitară a culturilor și pentru valorificarea eficientă a tuturor celorlalți factori tehnologici [Staicu, Ir. (6); Budoii, Gh. (7); Dincu, I. (8); Sin, Gh. (9); Pintilie, C. (10); Popa, A. (11); Săndoiu, D. (12); Guș, P. (13); Lăzureanu, A. (14); Neamțu, T. (15); Catargiu, D. (16); Onisie, T. (17) ș.a.]

Cercetări privind asolamentele și sistemul de fertilizare a culturilor au fost executate și în Câmpia Moldovei datorită condițiilor foarte variate de climă și sol din această zonă, unde 60% din suprafața arabilă se găsește pe terenuri în pantă [Dumitrescu, N. (18); Onisie, T. (19, 5); Jităreanu, G. (20, 21); Ailincăi, C. (22, 23, 24)] ș.a.



Asolamentul rămâne și pentru perioada viitoare una dintre cele mai importante componente ale sistemului tehnologic agricol, care contribuie la raționalizarea consumului de combustibil, apă, îngrășăminte și alte consumuri tehnologice, utilizate în tehnologiile de cultură a plantelor.

Acesta constituie principalul mijloc pentru gestionarea științifică a resurselor de apă, sol și a biodiversității, prin diversificarea structurii culturilor cu genotipuri adaptate condițiilor zonale și prin tehnologii conservative specifice. Dacă este stabilit corect, asolamentul constituie cel mai bun sistem de cultură.

În ultima perioadă, datorită deprecierei calității mediului, cercetările pentru studiul asolamentelor au fost intensificate, pentru că în interiorul lor, acționează întregul complex de factori care determină formarea, cantitatea și calitatea recoltei precum și parametrii fertilității solului.

Cunoștințele acumulate în țările cu agricultură avansată dau posibilitatea ca aprecierea nivelului de performanță a unui asolament să se facă atât prin evaluarea aportului fiecărui factor implicat în realizarea producției, cât mai ales pe baza cuantificării relației dintre componentele acestui “ansamblu”, complex care a devenit el însuși obiect de cercetare [Meynard J.M. (25); Catherine Laurent (26)].

Elaborarea unui sistem de cultură, care să asigure valorificarea întregului potențial de producție al zonei, în condițiile folosirii eficiente a bazei tehnico-materiale și a conservării fertilității solului, reprezintă una din problemele prioritare ale științelor agricole contemporane.

Controlul și modelarea proceselor de formare a recoltelor în cadrul asolamentelor presupune cunoașterea tuturor intrărilor și ieșirilor din sistemul sol - plantă - atmosferă pe un anumit interval de timp, funcție de componentele sistemului, ciclurile de rotație, perioadele climatice, resursele tehnice și umane.

Asolamentele moderne trebuie să găsească și să folosească toate căile care îmbunătățesc eficiența utilizării azotului și a celorlalte consumuri tehnologice, pentru a micșora costurile, a reduce poluarea și a ameliora fertilitatea solului.

Pierderile de nitrați pot fi reduse prin adaptarea cantităților aplicate la cerințele plantelor pe faze de vegetație, folosirea asolamentelor cu leguminoase și graminee perene, a culturilor de acoperire și pentru îngrășământ verde.

În UE, structura culturilor și consumurile tehnologice au redus impactul asupra mediului în special după reforma din 2000 (The Rural Development Regulation, Council Regulation EC No 1257/1999, Agenda 2000), pentru că structura culturilor a fost constantă, datorită suprafețelor impuse în programul UE. Utilizat pe scară largă în alimentația omului, în furajarea animalelor și ca materie primă în industrie, porumbul a trecut pe primul loc ca importanță economică și suprafață ocupată, depășind grâul și orezul, care sunt următoarele două plante de cultură a omenirii.

Pentru anul 2020 și în continuare, asolamentele cu leguminoase pentru boabe, grâu, porumb și plante bioenergetice (rapiță, floarea-soarelui ș.a.) vor fi extinse pe suprafețe mari, datorită cerințelor pentru energie și hrană.

11.1.3 PRINCIPII CARE STAU LA BAZA ORGANIZĂRII ASOLAMENTELOR

Cultivarea unei plante în monocultură, adică mai mulți ani pe același teren, determină o serie de neajunsuri, cum sunt:

- scăderea producției și infestarea solului cu buruieni, patogeni și dăunători;
- extragerea unilaterală din sol a anumitor substanțe nutritive, cu impact asupra levigării acestora;
- sărăcirea unor straturi în anumite substanțe și concentrarea în altele;
- favorizarea înmulțirii și răspândirii buruienilor specifice, a patogenilor și a dăunătorilor;
- apariția fenomenului de *oboseală a solului* și alte procese dăunătoare.

Monocultura constă în cultivarea unei plante după ea însăși, mai mult de 3 - 6 ani, situație cu riscuri mari de apariție a efectelor negative privind producția și fertilitatea solului, infestarea acestuia cu buruieni, patogeni și dăunători.

Cultura repetată se referă la plantele care se cultivă pe aceeași solă 2-3 ani consecutiv, pentru că se autosuportă, cum este porumbul.

Un *asolament cu orientare tehnică* cuprinde un număr de 6-7 culturi, din care nu lipsesc leguminoasele care fixează azotul, iar diversitatea culturilor permite rădăcinilor explorarea unor orizonturi diferite și reducerea compactării.

Această variabilitate mai mare a culturilor împiedică înmulțirea patogenilor și a plantelor gazdă și se evită apariția rezistenței fitosanitare.

Strategia de *asolament economic* cuprinde un număr redus de culturi, cu producții și cerințe pe piață mari, care aduc venituri consistente, însă această alegere este anuală sau de scurtă durată pentru că prezintă un risc ridicat.

Deoarece nimeni nu se poate desprinde de avantajele agronomice dar nu poate ignora nici impactul economic, stabilirea unei combinații între culturile cu venituri mari și cele care aduc avantaje agroecologice în rotație este obligatorie și benefică.

Stabilirea unui asolament rațional se bazează pe cel puțin trei grupe de factori și principii: factorii naturali, principiile economico-organizatorice și cerințele agrobiologice ale plantelor.

11.1.3.1 FACTORII NATURALI

La introducerea asolamentelor în unități agricole este absolut necesar să se țină seama de *condițiile pedoclimatice* din zonă.

Condițiile naturale, de sol și climă, influențează însușirile de fertilitate a solului și producția culturilor. Tipul de sol, prin aprovizionarea sa cu elemente nutritive, prin relief, expoziție, nivelul apei freactice, asigură anumite condiții pentru creșterea și dezvoltarea plantelor.

Condițiile climatice, prin elementele de temperatură, presiune și umiditatea aerului, vânt, nebulozitate și precipitații, asigură condițiile de creștere și dezvoltare pentru anumite soiuri și hibrizi. Numărul mare de soiuri și hibrizi de plante cu perioade diferite de vegetație, cu grade diferite de rezistență la boli și dăunători, secetă etc., impune alegerea soiurilor și a hibrizilor care sunt pretabile pentru condițiile din fermă.

La amplasarea culturilor în funcție de condițiile naturale trebuie avut în vedere că unele sole pot avea condiții naturale care nu pot fi schimbate (panta terenului, textura, expoziția, grosimea stratului fertil, volumul edafic util) iar cele privind conținutul de apă și elemente minerale, pH-ul solului, fertilitatea naturală, tasarea etc. pot fi corectate, dar cu cheltuieli materiale mari, prin lucrări de drenaj, desecări, amenajări pentru irigații, amendare, fertilizare organică și minerală sau prin lucrări de subsolaj și de afânare adâncă a solului.

Pe terenurile în pantă cu expoziție sudică, primăvara zăpada se topește mai repede, solul se zvântă și se încălzește mai devreme, avantaj care trebuie valorificat prin semănatul mai timpuriu în comparație cu terenurile cu expoziție nordică, unde zăpada, înghețul, persistă mai mult și condițiile bune pentru semănat se vor realiza ceva mai târziu.

Spre deosebire de textură, structura solului poate fi ameliorată prin aplicarea de îngrășăminte organice sau prin cultivarea plantelor amelioratoare de lucernă, trifoi și graminee perene.

11.1.3.2 PRINCIPIILE ECONOMICO-ORGANIZATORICE

Amplasarea culturilor după criteriile economico-organizatorice este necesară la cele care necesită un volum mare de transport.

La culturile de sfeclă pentru zahăr și cartof datorită numărului mare de lucrări mecanice și a volumului mare de transport, este indicată amplasarea lor cât mai aproape de centrul gospodăresc, de depozite sau de locurile de expediere și valorificare a producției.

Asolamentul trebuie să cuprindă culturi care să asigure îndeplinirea obiectivelor planificate, atât din punct de vedere cantitativ, cât și în ceea ce privește sortimentul produselor necesare pentru membrii asociați. Alegerea plantelor de cultură depinde de factorii social-economici locali.

Principalele principii economico-organizatorice, care stau la baza organizării asolamentelor sunt următoarele:

1. Volumul de transport și perisabilitatea produselor.

Plantele care dau producții mari la hectar și cele ale căror produse nu se pot păstra în unitățile agricole (sfecla pentru zahăr, legumele etc.) se vor amplasa în apropierea căilor de comunicație și mai aproape de fabricile prelucrătoare sau de centrele de desfacere. Pe suprafețele situate la distanțe mai mari se vor amplasa culturile ale căror produse se pot păstra o perioadă mai lungă de timp în unitate, cum sunt cerealele, leguminoase pentru boabe etc.

Datorită particularităților biologice și a faptului că producția se formează în sol, cartoful și sfecla sunt deosebit de pretențioase față de sol și astfel principalele criterii pentru amplasarea acestor culturi sunt textura și structura solului, fertilitatea, regimul de apă și panta terenului, care trebuie să asigure mecanizarea tuturor lucrărilor.

Pentru că necesită un volum mare de transport și sunt supuse proceselor de degradare este indicat ca amplasarea culturilor și a centrului de

prelucrare și depozitare, pe cât posibil, să se facă cât mai aproape de șoselele principale sau de calea ferată.

Culturile de cartof și sfeclă pentru zahăr se recomandă să se amplaseze pe soluri cu textura ușoară sau mijlocie, cu un conținut de argilă sub 25-30%, care nu se tasează și nu formează crustă, cu fertilitate cât mai ridicată, cu un strat arabil profund, de peste 30 cm, afânat; acestea trebuie să fie pe cât posibil plane, sau cu o pantă redusă și uniformă de până la 12-14% și să aibă un grad cât mai redus de infestare cu buruieni și dăunători.

2. Asigurarea cu forță de muncă manuală.

În zonele cu forță de muncă manuală disponibilă, se vor cultiva speciile care necesită un volum mare de muncă manuală, cum sunt legumele, sfecla pentru zahăr, tutunul, plantele medicinale etc. În zonele cu forță de muncă puțină se vor cultiva rapița, cerealele păioase, mazărea, soia și plantele furajere pentru autoconsum.

3. Eșalonarea cheltuielilor de producție și a veniturilor.

Structura culturilor trebuie să asigure realizarea de venituri eșalonate pe toată perioada anului, pentru buna derulare a activităților de producție.

4. Asigurarea cerințelor de muncă și de plată a personalului pe toată durata anului.

5. Păstrarea unui echilibru între culturile vândute, cele pentru consum intern sau furajare și cele care asigură restituirea nutrienților și a materiei organice în sol.

6. Forma și dimensiunile solelor trebuie să permită folosirea cu randament a tractoarelor și agregatelor la executarea lucrărilor agricole, să permită mutarea mecanizată a aripilor de udare pe terenurile irigate și aplicarea lucrărilor pentru combaterea eroziunii solului.

7. Planificarea structurii culturilor trebuie să îndeplinească cerințele de recoltare, depozitare și comercializare a produselor. Atacul bolilor și dăunătorilor nu se oprește odată cu recoltarea și depozitarea produselor și pentru a reduce cât mai mult sau elimina folosirea pesticidelor după recoltare, cele mai susceptibile de a lăsa reziduuri în produse, trebuie planificat un sistem de rotație corelat cu capacitatea de depozitare, capacitatea de muncă pentru recoltare, mai ales în toamnele umede, cu atac mai intens al organismelor dăunătoare.

Gestionarea integrată a culturilor constă în stabilirea unor asolamente diversificate, care să mențină fertilitatea solului, controlul patogenicilor,



dăunătorilor și buruienilor, să utilizeze în condiții optime resursele naturale, să realizeze produse sănătoase, cu consumuri de pesticide și îngrășăminte reduse.

8. *Adaptarea rotației culturilor la cerințele legislative și mediu.*

Schimbările climatice din România se încadrează în contextul global unde creșterea temperaturii va fi mai pronunțată în timpul verii, în timp ce în nord-vestul Europei creșterea cea mai pronunțată se așteaptă în timpul iernii.

Rezultatele și observațiile științifice privind schimbările climatice și impactul pe termen scurt, mediu și lung al acestora, realizate cu diferite modele climatice globale, au prognozat o creștere a temperaturii medii globale până la sfârșitul secolului XXI (2090-2099), față de perioada 1980-1990, între 1,8 °C și 4,0 °C, în funcție de scenariul privind emisiile de gaze cu efect seră.

Majoritatea modelelor climatice prognozează pentru perioada 2090-2099 secete pronunțate în timpul verii în zona României, în special în sud și sud-est, cu abateri negative față de perioada 1980-1990 mai mari de 20%.

La nivelul Europei Centrale și de Est, prognozele prezintă o evidentă descreștere a precipitațiilor, îndeosebi în anotimpul de vară, deci un deficit pluviometric care va afecta toate domeniile de activitate, dar în principal culturile anuale de grâu și porumb la care deficitul de apă din vară coincide cu perioada cerințelor maxime pentru apă.

Reducerea resurselor de apă cu 10-30% și creșterea temperaturii aerului impun reorientarea în structura culturilor agricole, respectiv folosirea de genotipuri cu o toleranță ridicată față de temperaturile ridicate și stresul hidric. Totodată, se impune adaptarea tehnologiilor agricole la resursele de apă și conservarea apei din sol prin utilizarea sistemului de lucrări minime. De asemenea, în aceste condiții trebuie luate măsuri sporite privind calitatea și conservarea resurselor de sol și apă.

Pentru a reduce impactul elementelor tehnologice asupra mediului și a climei, stabilirea culturilor și utilizarea terenului trebuie să urmărească următoarele măsuri de adaptare:

- stabilirea unor asolamente și rotații cu o pondere echilibrată între culturile anuale și cele perene, care să valorifice eficient elementele minerale din sol și să combată buruienile;

- cultivarea în fiecare an agricol, a unui număr mai mare de soiuri și hibrizi, cu perioada de vegetație diferită, pentru a valorifica mai bine condițiile climatice;

- protejarea solurilor împotriva formării crustei, a eroziunii și a scurgerii de suprafață;
- organizarea de asolamente cu îngrășăminte verzi, în scopul ameliorării proprietăților fizice, chimice și biologice ale solurilor degradate;
- alegerea soiurilor și a hibrizilor cu toleranță la condițiile limitative de vegetație, respectiv la secetă, arșiță, temperaturi ridicate, ger etc.;
- stabilirea unor sisteme alternative de lucrări ale solului și de întreținere a culturilor care să reducă pierderile de apă din sol;
- amenajarea bazinelor în zonele de formare a scurgerilor prin lucrări de ameliorare a torenților și creștere a suprafețelor împădurite;
- includerea în planurile de amenajare a bazinelor hidrografice a lacurilor de acumulare cu regim special de exploatare pentru a suplimenta resursele de apă;
- utilizarea unor asolamente care cuprind în structura culturilor specii cu efect ameliorativ asupra proprietăților fizice (structura și stabilitatea structurală), chimice (conținutul de elemente nutritive) și biologice (cantitatea de materie organică) ale solului;
- gestionarea eficientă a resurselor de apă pentru irigat, respectiv o mai bună utilizare a rezervelor de umiditate din sol pe parcursul perioadei de vegetație și stabilirea perioadelor de semănat în funcție de gradul de aprovizionare cu apă al solurilor;
- identificarea și evaluarea permanentă a elementelor tehnologice necesare pentru adaptarea la efectele schimbărilor climatice.

Uniunea Europeană, în comunicarea intitulată „PAC în perspectiva anului 2020: Cum răspundem provocărilor viitorului legate de alimentație, resurse naturale și teritorii” prin Directiva (COM (2010) 0672) propune extinderea plantelor proteice în rotația culturilor. Deficitul de proteine în UE este o veche problemă și se propun soluții pentru stimularea introducerii rotațiilor cu plante proteice. Pentru că plantele proteice ocupă în prezent numai 3% din suprafața arabilă a UE și furnizează doar 30% din cantitatea de proteine consumate ca furaje, iar tendința în ultimul deceniu a fost de creștere a acestui deficit, s-au propus unele măsuri legislative pentru reducerea deficitului.

Extinderea culturilor pentru furajele proteice în asolamente oferă avantaje majore pentru agricultură, mediu și pentru atenuarea schimbărilor climatice. În privința schimbărilor climatice, speciile de leguminoase, cum sunt mazărea, fasolea, lupinul, lintea, năutul, dar și lucerna sau trifoiul, pot

reduce substanțial emisiile de gaze cu efect de seră, prin asimilarea și stocarea azotului în sol și prin reducerea dozelor de îngrășămintă minerale cu azot cu până la 100 kg N s.a./ha.

Printr-un procent mai mare de culturi proteaginoase în rotația culturilor se ameliorează fertilitatea și structura solului, conservarea substanțelor nutritive, sănătatea culturilor și a produselor agricole.

Combi-națiile de graminee perene și trifoi cu cele de cereale și plante proteice acoperă și protejează mai bine solul și reduc astfel levigarea substanțelor nutritive până în pânza freatică. Aceste asolamente reduc necesarul de lucrări pentru protecția culturilor, deci reduc cantitățile de pesticide și contribuie la conservarea fertilității solului.

În regulamentul COM (2011) 625, privind stabilirea normelor pentru plățile directe acordate fermierilor prin scheme de sprijin în cadrul Politicii Agricole Comune (PAC), în perioada până în 2020, se arată că dacă terenul agricol al unui fermier este mai mare de trei hectare, nu este acoperit în întregime cu pășune cultivată sau spontană și nu este lăsată pârloagă suprafața arabilă, acesta trebuie cultivat cu cel puțin trei culturi diferite. Niciuna dintre aceste trei culturi nu trebuie să acopere mai puțin de 5% din terenul arabil, iar cultura principală nu trebuie să depășească 70% din terenul arabil total.

11.1.3.3 PRINCIPIILE AGROBIOLOGICE PENTRU ORGANIZAREA ASOLAMENTELOR

Principiile agrobiologice pentru organizarea asolamentelor s-au dezvoltat permanent, odată cu dezvoltarea cercetărilor din domeniul agrotehnicii, a nutriției și protecției plantelor, agrochimiei și mecanizării în agricultură.

Rezultatele obținute în dispozitivele experimentale cu asolamente de lungă durată, privind cantitatea și calitatea recoltei, gradul de infestare cu buruieni, patogeni și dăunători, starea de aprovizionare cu macro și microelemente a plantelor, efectul elementelor tehnologice asupra eroziunii, a levigării nitraților și a mobilizării metalelor grele, au oferit date și informații importante pentru studierea fertilității solului, a stabilității producției și a problemelor privind protecția mediului.

Rezultatele obținute în experiențele cu asolamente pe cicluri de rotație, privind cantitatea și calitatea input-urilor și output-urilor din sistemele

agricole, constituie baza de date pentru întocmirea bilanțului consumurilor productive și neproductive, energetice, financiare și stabilirea sistemului de cultură cel mai performant pentru zona testată.

Principalele principii agrobiologice care stau la baza organizării asolamentelor sunt următoarele:

1. *Evitarea succesiunii culturilor care sunt atacate de aceiași patogeni și dăunători.*

Sucesiunea a două culturi, care au patogeni și dăunători comuni, creează condiții optime de dezvoltare și înmulțire a acestora. Combaterea manei (*Plasmopara helianthi*) la floarea-soarelui se realizează prin asolamente de 6-7 ani, perioadă în care rezerva de agenți patogeni din sol se epuizează.

În monocultura de grâu, atacul de *Fusarium* sp., *Cercospora herpotrichoides* și *Erysiphe graminis* este mai puternic, comparativ cu grâul cultivat în asolament. Nerespectarea asolamentului determină creșterea atacului de cercosporioză (*Cercospora beticola*) la sfecla pentru zahăr.

Nematozii produc pagube importante la culturile de sfeclă pentru zahăr, ovăz, cartof, varză, muștar, ridichi, rapiță, iar puricii de pământ la sfeclă, în și cânepă, dacă aceste culturi nu sunt bine încadrate în asolamente.

2. *Alternarea plantelor cu consumuri specifice diferite de apă și substanțe nutritive.*

Floarea-soarelui nu trebuie să urmeze după sfeclă, pentru că ambele culturi sunt mari consumatoare de apă. În zonele secetoase, grâul de toamnă nu trebuie amplasat după lucernă sau sorg pentru că acestea consumă cantități mari de apă și lasă solul uscat pe adâncime mare. După leguminoasele pentru boabe se vor cultiva plante cu un consum ridicat de azot, cum sunt cerealele.

Culturile de sfeclă, cartof, floarea-soarelui, care consumă mult potasiu, vor alterna cu cele care au un consum mai redus în acest element, cum sunt majoritatea cerealelor păioase.

Culturile de secară, ovăz, lupin, hrișcă, care pot folosi fosforul din compușii greu solubili, vor alterna cu plantele de grâu, fasole ș.a., care folosesc pentru nutriție substanțe ușor solubile.

3. *Alternarea plantelor cu adâncimi diferite ale sistemului radicular,* pentru a valorifica resursele nutriționale și de apă de pe adâncimi diferite ale solului.

4. *Încadrarea în rotație a culturilor care lasă în sol cantități mai mari de resturi vegetale.* Sfecla pentru zahăr și inul, care lasă cantități mici

de resturi vegetale, vor alterna cu cerealele și leguminoasele perene, care lasă în sol cantități mai mari de materie organică, ce asigură refacerea humusului.

5. *Încadrarea în rotație a plantelor care contribuie la îmbunătățirea structurii solului.*

Plantele prășitoare, porumb, sfeclă pentru zahăr, floarea-soarelui, cartof ș.a., datorită prașilelor mecanice repetate, determină degradarea structurii solului, iar leguminoasele și cerealele păioase contribuie la îmbunătățirea însușirilor fizice ale solului și la refacerea structurii.

6. *Alternarea culturilor care concurează bine cu buruienile cu cele care sunt sensibile la îmburuienare.*

Dintre culturile neprășitoare, datorită fenomenelor de alelopatie, seara de toamnă luptă mai bine cu buruienile, în comparație cu cerealele de primăvară. În cultura repetată de cereale păioase se înmulțesc puternic unele buruieni specifice ca *Polygonum convolvulus*, *Sisymbrium sophia*, *Veronica* sp.

La prășitoare, mai ales în monocultura de porumb, se răspândesc speciile din grupa gramineelor: *Sorghum halepense*, *Digitaria sanguinalis*, *Setaria* sp., *Panicum capillare* ș.a.

Prin asolament se combat buruienile parazite cum este lupoaia (*Orobanche* sp.), care parazitează pe rădăcinile de floarea-soarelui, tutun și alte culturi. Rotația culturilor determină alternarea folosirii erbicidelor, încât buruienile rezistente la un erbicid pot fi distruse prin folosirea altora.

7. *Perioada dintre recoltarea plantei premergătoare și epoca optimă de semănat a noii culturi, să asigure timp suficient pentru efectuarea unor lucrări de calitate.*

Pentru cerealele de toamnă, alternarea culturilor trebuie efectuată în așa fel încât între data recoltării plantei premergătoare și semănatul acestora să rămână timp suficient pentru aplicarea îngrășămintelor, executarea lucrărilor de bază și pregătire a patului germinativ.

8. *Evitarea succesiunii culturilor cu acțiune alelopativă reciprocă.*

S-a semnalat că reziduurile de la floarea-soarelui sunt fitotoxice pentru orz și trifoi, cele de la orz și varză sunt fitotoxice pentru muștar, iar cele de linte pentru grâu.

Acțiunea alelopativă a unor culturi poate fi folosită și pentru inhibarea germinării semințelor de buruieni. Benzoxazinoidele (DIBOA și DIMBOA) prezente în culturile de grâu, porumb și seară sunt cunoscute ca inhibitori pentru speciile de buruieni *Digitaria* spp., *Panicum miliaceum* și *Avena fatua*.



Sorgoleonele, care se găsesc în exudatele rădăcinilor de sorg sunt produse chimice care aparțin clasei benzochinonelor și pot fi folosite ca erbicid pre și post-emergent, fiind fitotoxice pentru un număr mare de specii de buruieni.

Optimizarea și zonarea agroecologică a celor mai potrivite sisteme de cultură se poate realiza numai dacă se cunosc: starea terenului (fertilitatea apreciată prin indicatorii fizici, chimici și biologici, gradul de infestare cu buruieni și paraziți), condițiile climatice (pretabilitatea culturilor și agresivitatea factorilor de mediu), resursele biologice și nebiologice (capitalul tehnic, biologic, gradul de uzură, durata de funcționare etc.), perspectivele economice (cerințele pieței, cursul valutar) și nu în ultimul rând, criteriile și restricțiile de ordin calitativ (aptitudini manageriale, pregătirea personalului, educația pentru marketing, sensibilitatea la riscuri datorită condițiilor climatice și cerințele pieței).

Rotației culturilor trebuie să asigure alternarea plantelor din familii diferite, precum cerealele, leguminoasele, oleaginoasele etc. și să alterneze speciile care se seamănă toamna cu cele care se seamănă primăvara.

Alte principii care stau la baza organizării asolamentelor și a rotației culturilor au în vedere următoarele:

- organizarea de asolamente cu îngrășăminte verzi pentru îmbunătățirea rezervei minerale a solului, acoperirea și protecția acestuia;
- plantele exigente față de elementele nutritive, care lasă solul sărac și degradat ca urmare trecerilor utilajelor agricole cu masă mare, cum sunt sfecla pentru zahăr și porumbul, vor fi cultivate după plante pentru îngrășământ verde semănate toamna, după pajiști temporare sau lucernă;
- organizarea asolamentelor cu menținerea unui echilibru între plantele care aduc un aport mare de carbon organic în sol, cele cu aport de azot, cele care lasă cantități mari de materie organică și plantele prășitoare care permit combaterea eficientă a buruienilor perene;
- utilizarea asolamentelor cu pajiști temporare, care ameliorează structura solului sau cu pajiști permanente, ca zone pentru biodiversitate și conservare, chiar dacă ele nu intră efectiv în sistemul de rotație.
- folosirea *culturilor pentru îngrășământ verde* constituie un mijloc ecologic de fertilizare și de protecție a solului. Culturile pentru îngrășământ verde se încorporează în sol, când se acumulează o cantitate maximă de substanță uscată, de regulă în faza de înflorire, pentru a ameliora solul. În plus, aceste culturi au rolul de a proteja suprafața solului care, în intervalul

dintre două culturi, rămâne neacoperită de covor vegetal și este expusă proceselor de eroziune hidrică și eoliană.

Culturile pentru îngrășăminte verzi înființate la sfârșitul verii sau în toamnă, sunt denumite și *culturi acoperitoare* pentru că protejează solul împotriva eroziunii și împiedică levigarea nitraților.

Culturile pentru îngrășăminte verzi au următoarele avantaje:

- încorporarea materiei organice proaspete, determină înmulțirea microorganismelor din sol și contribuie la formarea structurii solului;
- reduc fenomenele de eroziune a solului;
- contribuie la menținerea și creșterea conținutului de humus din sol, încorporând circa 15% din resturile de materie vegetală uscată; s-a calculat că prin încorporarea în sol a 3 t/ha resturi vegetale s.u. rezultă 450 kg/ha humus;
- covorul vegetal format de cultura pentru îngrășământ verde menține umiditatea solului, protejează suprafața solului împotriva impactului ploilor torențiale și formarea crustei;
- reduc drenarea apei și levigarea azotului iar azotul neutilizat de la cultura precedentă este recuperat și restituit solului prin încorporarea îngrășămintelor verzi;
- ameliorează capacitatea de infiltrație a apei în sol.

Plantele folosite pentru îngrășământ verde cuprind specii din familiile *Fabaceae* (lucerna, lupinul, trifoiul, mazăricea), *Brassicaceae* (muștarul), *Hydrophyllaceae* (facelia), *Polygonaceae* (hrișca), *Gramineae* (secara, raigrasul) ș.a.

Culturile ascunse, sub o cultură anuală sau perenă, reduc creșterea buruienilor, reduc eroziunea și favorizează infiltrarea apei. Supraînsămânțarea cu mazărice la ultima cultivație la porumb sau înființarea culturilor perene în plantațiile pomicole, viticole sau în pepiniere, asigură un mulci care protejează terenul împotriva eroziunii.

11.1.4 LOCUL GRUPELOR DE PLANTE ÎN ASOLAMENT

Pentru a ușura executarea lucrărilor agricole este de preferat ca fiecare solă să fie ocupată cu o singură plantă, însă datorită structurii culturilor din asolament, acest lucru este rareori posibil. Plantele care se cultivă pe solele mixte, pe care se seamănă mai multe culturi, trebuie să aibă cerințe agrobiologice comune.

Prin asolamente și rotația culturilor se urmărește crearea unor condiții mai favorabile pentru plante privind factorii de vegetație, o aprovizionare bună cu apă și nutrienți și prevenirea pagubelor provocate de buruieni, boli și dăunători.

Rotația culturilor este măsura cea mai eficientă pentru protecția mediului, ameliorarea fertilității și a sănătății solului. Totodată, rotația culturilor rămâne măsura agrotehnică cea mai importantă pentru raționalizarea consumurilor tehnologice de îngrășăminte, combustibili, pesticide, apă de irigat și alte produse folosite în tehnologiile de cultură.

Prin asolament și rotația culturilor resursele nutriționale și de apă ale solului trebuie să se reducă cât mai puțin iar riscul de apariție a bolilor și dăunătorilor să fie minim.

Plantele tehnice sunt bune premergătoare pentru culturile de primăvară și se cultivă după cerealele păioase și plantele prășitoare. Rapița și muștarul contribuie la reducerea patogenilor și a insectelor dăunătoare din sol, datorită glucozinolaților produși însă au o contribuție redusă la translocarea în sol a carbonului fotosintetizat.

Elementele tehnologice specifice fiecărei culturi influențează rezerva de patogeni, dăunători și buruieni din sol. Prin asolament și prin dirijarea după principii științifice a rotației culturilor se poate menține sub control rezerva de agenți de dăunare și se valorifică mai bine resursele nutriționale și de apă din sol și se folosesc mai eficient inputurile tehnologice. Asolamentele se organizează în funcție de cerințele economice ale exploatației agricole și de cerințele față de climă și sol ale plantelor.

Speciile de plante au consumuri diferite, din punct de vedere cantitativ și calitativ, de elemente minerale și prin dirijarea rotației acestea sunt valorificate mai eficient. Cerealele consumă mai mult azot și fosfor, sfecla pentru zahăr și floarea-soarelui mai mult potasiu, iar leguminoasele consumă mai mult fosfor și calciu. Cerințele privind raportul între N:P:K este de 2,5:1:2,3 la grâu, 1,5:1:7,5 la floarea-soarelui, 2,8:1:2 la porumb și 2,8:1:3 la sfecla pentru zahăr. După plantele leguminoase, care lasă în sol cantități mari de elemente nutritive, se amplasează plante mari consumatoare de azot și fosfor, cum sunt sfecla pentru zahăr, porumbul, grâul și floarea-soarelui.

Unele culturi, cum sunt secara, cânepa, rapița și prășitoarele bine întreținute, lasă terenul curat de buruieni dar în monocultură și rotațiile scurte se dezvoltă rapid buruienile specifice.

Lucrările solului, erbicidele și îngrășămintele aplicate sunt specifice fiecărei culturi iar stabilirea corectă a dozelor pentru întreaga durată a rotației determină creșterea eficienței lor. Plantele prășitoare, prin lucrările repetate aplicate solului, determină degradarea structurii, pe când gramineele și leguminoasele perene contribuie la ameliorarea structurii solului.

Practicarea monoculturii și a rotațiilor scurte determină epuizarea resurselor de apă și elemente nutritive din anumite straturi de sol și înmulțirea anumitor specii de buruieni, patogeni și dăunători.

Prin rotația culturilor se schimbă permanent mediul natural de înmulțire al buruienilor, patogenilor și dăunătorilor iar prin alternanța lucrărilor agrotehnice se împiedică dezvoltarea acestora. Prin rotația culturilor se alternează erbicidele specifice buruienilor din culturi și se evită astfel fenomenele de remanență sau persistență, care pot deveni fitotoxice.

Perechile de culturi care nu trebuie să urmeze una după alta, pentru că au boli și dăunători comuni, sunt grâul după orz, inul după mazăre, floarea-soarelui după soia, leguminoase perene după leguminoase anuale, sfecla pentru zahăr după rapiță ș.a.

Asolamentele și rotația culturilor reprezintă mijloacele cele mai puțin costisitoare pentru controlul buruienilor, bolilor și dăunătorilor plantelor, pentru a se obține producții mari și pentru a proteja solul și mediul înconjurător. Tipul de sol, relieful, expoziția, cantitatea de precipitații, temperatura, adâncimea apei freatice ș.a. sunt factorii principali de care trebuie să se țină seama când se stabilesc speciile ce se vor cultiva într-o anumită zonă, cât și hibrizii sau soiurile acestor specii.

1. Cerealele păioase de toamnă sunt pretențioase față de plantele premergătoare, pentru că este necesar ca acestea să elibereze terenul cât mai devreme pentru a fi timp suficient pentru pregătirea terenului și pentru a efectua în condiții bune și celelalte lucrări agricole.

Cele mai bune premergătoare sunt leguminoasele anuale pentru boabe, care se recoltează devreme și lasă în sol azot, ca mazărea, fasolea, linte, borceagurile.

Bune premergătoare sunt culturile care se recoltează devreme, cum sunt rapița de toamnă, cartoful timpuriu, inul, porumbul siloz etc.

Datorită faptului că suprafața ocupată cu grâu de toamnă și cu porumb reprezintă circa 65% din suprafața arabilă, o parte din suprafața cultivată cu grâu de toamnă se seamănă după porumb, deși cele două culturi au peste 10 boli comune. Pe aceste suprafețe trebuie aplicate unele măsuri

agrotehnice care pot face din porumb o mai bună premergătoare pentru grâu și anume: să se folosească hibridi timpurii, să se fertilizeze solul pentru porumb cu gunoi de grajd și să se pregătească bine terenul pentru ca solul să rămână curat de buruieni și afânat.

Grâul de toamnă nu se recomandă să se cultive în monocultură.

În cultură repetată, cultivat doi ani după el însuși, poate da rezultate mulțumitoare numai dacă solul este bine lucrat din vară, dacă inițial s-a cultivat după o premergătoare bună și dacă terenul nu este infestat cu dăunători ca *Zabrus tenebrioides*, *Anoxia villosa* sau cu patogeni ca *Gibberella zeae*, *Septoria tritici*, *Fusarium graminearum*, *Ophiobolus graminis*.

La INCDA Fundulea la grâu, în monocultură s-au determinat 525 de buruieni/m², după porumb 183 de buruieni/m², iar în rotația de 3 ani 67 de buruieni/m². La porumb, în monocultură, s-au înregistrat 163 de buruieni/m², după grâu 88 de buruieni iar în rotația de 3 ani 45 de buruieni/m².

Grâul de toamnă se recomandă a se amplasa în asolamente de 4-5 ani, după plante premergătoare, care în ordinea favorabilității sunt leguminoasele anuale pentru boabe, rapița de toamnă, soia, floarea-soarelui și porumbul timpuriu. Dirijarea rotației trebuie să conducă la reducerea rezervei de patogeni și dăunători specifici unor grupe de culturi.

Prin dirijarea rotației culturilor se poate realiza un aport de resturi vegetale din care se obțin substanțele minerale și humusul. Din rădăcinile și miriștea de la cerealele păioase rezultă un aport de materie organică de 2-3 t/ha, de la porumb 4-6 t/ha, din coletele și frunzele de sfeclă 4-5 t/ha iar la lucernă 8-10 t/ha.

Cerealele păioase de toamnă contribuie la refacerea materiei organice din sol însă au nevoie de premergătoare timpurii, de apă pentru a germina și de mult azot pentru formarea recoltei.

Cele mai bune producții se obțin când au fost amplasate după leguminoasele anuale. Cerealele păioase eliberează terenul devreme și sunt premergătoare bune din acest punct de vedere atât pentru culturile de toamnă cât și pentru cele de primăvară.

2. *Cerealele păioase de primăvară*, orzul și secara de primăvară, ovăzul, grâul de primăvară și meiul.

Cerealele de primăvară se cultivă în general după plante prășitoare. Deoarece se îmburuiează ușor, se recomandă ca acestea să urmeze după

culturi la care s-au aplicat măsuri eficiente de combatere a buruienilor, în special prășitoare, ca porumb, sfeclă pentru zahăr, cartof și floarea-soarelui.

Valorificarea eficientă a substanțelor nutritive și a apei pe profilul solului se face prin alternarea plantelor cu sistemul radicular dezvoltat la diferite adâncimi. Cerealele păioase au sistemul radicular fasciculat, răspândit în stratul superior al solului, iar porumbul, cu care intră frecvent în rotație, își dezvoltă rădăcina până la 2 m. Lucerna are o rădăcină pivotantă, care se dezvoltă până la 5-10 m, de unde aduce la suprafața solului fosforul și calciul necesar pentru nutriția plantelor și pentru formarea structurii solului. La stabilirea rotației culturilor trebuie avută în vedere și capacitatea sistemului radicular de la unele culturi, cum sunt leguminoasele, secara și ovăzul, de a solubiliza substanțele nutritive greu solubile din sol.

3. *Leguminoasele anuale*, mazărea, soia, fasolea și mazăricea pentru boabe și sub formă de borceaguri, ameliorează solul, asigură azotul și condiții foarte bune în rotație pentru cerealele de toamnă.

Leguminoasele anuale, din care fac parte și fasolița, lintea, lupinul, latirul, năutul și bobul, îmbogățesc solul în azot fixat biologic, eliberează terenul devreme și determină reducerea rezervei de patogeni, dăunători și buruieni din sol.

Leguminoasele anuale se cultivă, de regulă, după cereale păioase și după prășitoare și sunt, la rândul lor, foarte bune premergătoare pentru cerealele păioase de toamnă.

4. *Culturile prășitoare*, porumbul, sfecla pentru zahăr, floarea-soarelui, cartoful, bumbacul, sorgul etc. ocupă peste 50% din totalul suprafețelor arabile și se seamănă sau plantează primăvara. Majoritatea acestor culturi preferă arături normale sau adânci și necesită în sistemul convențional de agricultură prașile mecanice în timpul vegetației, ceea ce impune stabilirea unor asolamente cu structuri de culturi care să asigure aceste cerințe.

Prășitoarele urmează după cerealele păioase de toamnă și după cele de primăvară. După cerealele păioase se asigură timpul necesar pentru executarea arăturilor și administrarea îngrășămintelor organice, a gunoii de grajd, care este foarte bine utilizat de către prășitoare în primul an și de cereale în cel de-al doilea.

Plantele prășitoare se pot cultiva și după leguminoasele furajere perene, după care se trebuie executată inițial o arătură superficială la

18-20 cm, de decoletare, urmată de arătura efectuată la adâncimea specifică fiecărei culturi.

Prin arătura adâncă și prașilele mecanice, plantele prășitoare determină reducerea rezervei de buruieni și pentru că sunt eficiente din punct de vedere fotosintetic, contribuie la refacerea humusului din sol.

Porumbul se poate cultiva după numeroase culturi, însă de obicei se seamănă după cerealele păioase, deseori după plante prășitoare (sfeclă pentru zahăr, cartof etc.) și de multe ori după el însuși. Porumbul nu este pretențios față de cultura premergătoare, în special pe solurile bogate în humus, însă reacționează foarte bine când este amplasat după o premergătoare bună.

Sunt contraindicate ca premergătoare iarba de Sudan, sorgul și meiul iar rotația inevitabilă grâu-porumb trebuie întreruptă după 3-4 cicluri pentru că ambele culturi sunt mari consumatoare de elemente nutritive și au multe boli comune (fuzarioza).

Principiile științifice pentru dirijarea rotației culturilor au în vedere că fiecare specie de plante are propriul regim de hrană și cerințe specifice privind factorii de vegetație. Consumul de apă pe parcursul perioadei de vegetație este diferit, ajungând la culturile mari consumatoare de apă la 600 mm la porumb și 750 mm la sfecla pentru zahăr.

Sfecla pentru zahăr nu se poate cultiva după ea însăși. Experiențele au arătat că după 2 ani de cultivare pe aceeași suprafață, producția a scăzut cu 15% și după 4 ani, cu 40%. Datorită nematozilor, a patogenilor și a dăunătorilor, aceasta trebuie amplasată în asolamente de 4-6 ani.

Floarea-soarelui nu trebuie să fie cultivată după ea însăși datorită, în principal, patogenilor și buruienilor parazite. Aceasta nu va reveni pe aceeași suprafață la intervale mai mici de 5-6 ani, atât datorită epuizării solului, cât mai ales datorită înmulțirii puternice a lupoaiei (*Orobanche cumana*), putregaiului alb (*Sclerotinia sclerotiorum*) și a manei (*Plasmopara helianthi*).

În zonele cu primăveri calde și umede, riscurile mari în organizarea asolamentelor sunt date de ciuperca putregaiului alb (*Sclerotinia sclerotiorum*), care rezistă în sol 7-12 ani și atacă mai multe culturi, cum sunt floarea-soarelui, soia, mazărea, muștarul, cartoful, sfecla pentru zahăr, lucerna și legumele rădăcinoase.

Sclerotinia sclerotiorum (putregaiul alb), *Alternaria* sp. (alternarioza) sunt agenți patogeni comuni pentru floarea-soarelui, soia și rapiță iar când solul este infestat cu scleroți, care rezistă în sol 5 până la 10



ani, intervalul de revenire este de minim 6-7 ani. *Tanymecus* sp. care atacă porumbul și sfecla pentru zahăr atacă și floarea-soarelui.

Floarea-soarelui nu se cultivă după soia, fasole, în și rapiță, datorită bolilor comune și nici după cânepă sau tutun care sunt atacate de *Orobanche*.

Odată cu creșterea suprafețelor cultivate cu rapiță în ultimii ani, pe fondul menținerii suprafețelor cultivate cu floarea-soarelui, s-a extins asolamentul de trei ani floarea-soarelui – grâu/orz – rapiță care a determinat extinderea suprafețelor infestate cu scleroți de la *Sclerotinia sclerotiorum* (putregaiul alb).

Cartoful se autosuportă, însă datorită înmulțirii virozelor, manei (*Phytophthora infestans*) și gândacului de Colorado (*Leptinotarsa decemlineata*) este indicat să urmeze în rotație cu alte plante.

După cartof și în special după cartoful timpuriu, se cultivă cu rezultate bune cerealele păioase.

În ceea ce privește formarea tuberculilor, cartoful se comportă ca o plantă de zi scurtă iar în ceea ce privește formarea semințelor se comportă ca o plantă de zi lungă. La unele soiuri de cartof, formarea tuberculilor este indusă de fotoperioada scurtă iar la alte soiuri formarea tuberculilor are loc numai în timpul zilelor lungi și cu temperatură scăzută.

Din cercetările efectuate privind influența fotoperioadei asupra formării stolonilor și a tuberculilor la cartof în condițiile geografice din România, între Zimnicea, Teleorman (43°37'07"N 25°22'5"E) și Horodiștea Botoșani (48°15'0"N 26°43'0"E) s-a constatat că în condițiile fotoperioadei lungi din România, plantarea trebuie să se facă în așa fel încât tuberizarea să aibă loc la începutul lunii mai, atunci când sunt disponibile 14,5 ore de lumină pe zi. Durata zilei mai mare de 14,5 ore în timpul inițierii formării tuberculilor este pragul peste care numărul de tuberculi pe plantă se reduce semnificativ. Numărul de tuberculi mai mari de 30 mm, formați la 45 de zile de la începutul tuberizării a fost cuprins între 3-5,33 când durata zilei a fost de 14,5 ore, 1,33-2,66 când fotoperioada a fost de 15 ore și 1,33-2,33 atunci când durata de iluminare a zilei a fost de 15,5 ore. La toate soiurile experimentate fotoperioada a influențat numărul de tuberculi formați pe plantă, diferențele dintre variante înregistrând valori foarte semnificative (tabelul 11.1) (27).

Culturile de graminee și leguminoase perene reprezintă o componentă esențială a ecosistemelor agricole, în special în zonele cu

terenuri în pantă. Leguminoasele perene, reprezentate de lucernă, trifoi, golomăț, ghizdei și sparcetă, au rol în ameliorarea solurilor și îmbogățesc solul în azot fixat biologic.

Gramineele și leguminoasele perene, care se amplasează în sola săritoare, urmează după o cultură prășitoare când semănatul se face fără plantă protectoare și după o cereală păioasă când se seamănă cu plantă protectoare. După desființarea culturii de graminee perene, sola respectivă se cultivă cu grâu de toamnă sau porumb.

Stabilirea amestecurilor de leguminoase și graminee perene se face în funcție de condițiile climatice ale zonei și cerințele ecologice ale plantelor.

Tabelul 11.1

Influența fotoperioadei asupra numărului de tuberculi pe plantă la diferite soiuri de cartof (2011-2012) (27)

Nr. zile de la inițierea tuberizării	Soiul	Fotoperioada ore	Număr tuberculi/pl.	Diferența Nr./ semnif.	Diferența %
25	Trezor timpuriu	14,5	14,2	-	100
		15,0	8,2	-6,0 ⁰⁰⁰	58
		15,5	6,0	-8,0 ⁰⁰⁰	42
	Christian semi-timpuriu	14,5	15,6	-	100
		15,0	10,2	-5,4 ⁰⁰⁰	65
		15,5	7,2	-8,4 ⁰⁰⁰	46
	Cumidava semitardiv	14,5	11,6	-	100
		15,0	5,0	-6,6 ⁰⁰⁰	43
		15,5	6,2	-5,4 ⁰⁰⁰	53
45	Trezor timpuriu	14,5	15,4	-	100
		15,0	8,2	-7,2 ⁰⁰⁰	53
		15,5	4,6	-10,8 ⁰⁰⁰	30
	Christian semi-timpuriu	14,5	13,8	-	100
		15,0	7,8	-6,0 ⁰⁰⁰	57
		15,5	5,6	-8,2 ⁰⁰⁰	41
	Cumidava semitardiv	14,5	12,4	-	100
		15,0	4,0	-8,4 ⁰⁰⁰	32
		15,5	4,0	-8,0 ⁰⁰⁰	32
DL 5%				2,95	
DL1%				3,93	
DL 0,1%				5,09	

Trifoiul (*Trifolium pratense*), raigrasul (*Lolium perenne*, *Lolium italicum*), timoftica (*Phleum pratense*) au cerințe mai mari față de apă în comparație cu lucerna (*Medicago sativa*), obsiga (*Bromus inermis*) și pirul

crestat (*Agropyrum cristatum*), care sunt adaptate pentru zonele mai puțin umede.

Lucerna (*Medicago sativa*) este leguminoasa perenă cea mai importantă pentru sola săritoare, în cultură pură sau în amestec cu graminee perene. Are o mare rezistență la ger și secetă, capacitate ridicată de producție, calitate foarte bună pentru nutriția animalelor, longevitate bună (4-6 ani) și o capacitate mare de a îmbogăți solul în azot.

Pe terenurile în pantă, cu soluri uscate și erodate, rezultate foarte bune, privind producția și gradul de protecție a solului, se obțin prin folosirea amestecului din sparčetă (*Onobrychis viciifolia*) și obsigă nearistată (*Bromus inermis*).

Golomățul (*Dactylis glomerata*) este rezistent la secetă, are o longevitate de 5-6 ani și se utilizează pentru furaj prin cosit, pășunat și mixt.

Pe terenurile în pantă, din zonele unde cantitatea medie anuală de precipitații este mai mică de 500 mm, se recomandă amestecul format din lucernă 60% + golomăț 40% pe terenurile mai puțin degradate și sparčetă 60% + obsigă nearistată 40% pe solurile puternic degradate.

În zonele cu precipitații anuale de peste 500 mm sunt recomandate amestecurile formate din lucernă 60% + golomăț 40% pe terenurile moderat erodate și sparčetă 60% + obsigă nearistată 40% pe solurile puternic degradate de eroziune.

Sola săritoare reface structura, îmbogățește solul în humus și elemente minerale, intensifică procesele microbiologice din sol, reduce eroziunea și determină valorificarea mai bună a apei, a îngrășămintelor și a celorlalți factori tehnologici.

La evaluarea plantelor premergătoare se iau în considerare următorii parametri:

- intervalul de timp de la recoltarea plantei premergătoare până la semănatul postmergătoare, care să asigure efectuarea lucrărilor în condiții optime;

- însușirile plantei premergătoare privind consumul de apă și substanțe nutritive, cerințele față de căldură și lumină care pot prelungi perioada de vegetație;

- substanțele alelopatiche lăsate în sol de plantele premergătoare împiedică practicarea monoculturii sau succesiunea, chiar și o singură dată, a unei culturi după ea însăși; un exemplu este trifoiul, care prin substanțele eliminate favorizează înmulțirea exagerată a unor ciuperci (*Fusarium*), care la

rândul lor elimină substanțe din grupa cumarinelor, ce se găsesc și în rizosfera de la *Melilotus officinalis*, foarte toxice pentru rădăcinile tinere de trifoi.

Un alt exemplu este inul, care cultivat al doilea an în monocultură, determină înmulțirea ciupercilor din genul *Colletotrichum* și apariția unor substanțe care inhibă dezvoltarea altor microorganisme.

La monocultura de grâu prin descompunerea paielor rezultă acizi toxici care afectează cultura. Dacă la descompunerea paielor se adaugă resturi vegetale de rapiță descompunerea acestor acizi are loc mult mai rapid, un motiv în plus ca rapița să fie o premergătoare foarte bună pentru grâu.

Plantele amelioratoare, prin cultivarea lor în asolament, aduc avantaje de natură nutrițională, biologică și ecologică. Leguminoasele anuale și perene prin procesele de simbioză cu speciile de *Rhizobium* aduc un aport de azot iar rădăcinile lor lasă în sol substanțe liante care contribuie la formarea structurii. Lucerna, sparceta și lupinul solubilizează fosforul din zona radiculară prin intermediul unor acizi și îl aduc la suprafață din profunzime. Pentru zona din sudul țării se recomandă asolamentul de 5 ani soia-porumb-floarea-soarelui-grâu-rapiță /cultura intermediară (27).

Cultura intermediară urmează după o cultură principală timpurie (orz, grâu, rapiță) și poate fi folosită pentru obținerea de furaj, energie și îngrășământ verde sau pentru protejarea și îmbogățirea solului în elemente nutritive (27).

Amestecurile de culturi intermediare folosite în mod frecvent în Europa pentru aportul de azot cuprind:

- 50% trifoi încarnat, 20% mazărice, 20 % ovăz;
- 30% facelia, 50% trifoi de Alexandria, 20% ovăz;
- borceag cu 50% mazăre și 50% ovăz;
- mazărice 50% și camelină 50%.

Amestecurile de culturi intermediare pentru acoperirea solului includ:

- facelia 60%, trifoi încarnat 30%, sulfina 20%;
- rapiță 60%, trifoi încarnat 30%, sulfina 10%;

Amestecurile de culturi intermediare cu rol mixt, cel mai frecvent utilizate sunt:

- muștar 50%, mazărice 50%;
- mazărice de toamnă 50%, seară 50%.

11.2 CLASIFICAREA ASOLAMENTELOR

11.2.1 ASOLAMENTE AGRICOLE (DE CÂMP)

Asolamentele agricole, sau de câmp, ocupă cea mai mare suprafață a terenurilor arabile și cuprind, în ordinea importanței lor economice, culturi de cereale (grâu, porumb, secară, orz, orzoaică, ovăz etc.), leguminoase pentru boabe (mazăre, fasole, soia), plante tehnice (sfecălă pentru zahăr, floarea-soarelui, cartof ș.a.).

Culturile în cadrul unui asolament agricol se prezintă în cadrul asolamentelor în ordinea succesiunii lor, ca în exemplul următor, pentru un asolament de 5 ani:

1. Mazăre + fasole + mazărice pentru sămânță
2. Grâu de toamnă
3. Porumb pentru boabe
4. Orz de primăvară
5. Porumb pentru boabe

Pe prima solă s-au amplasat trei culturi, care fac parte din aceeași grupă agrobiologică, deci este vorba de o solă mixtă.

Folosirea intensivă a asolamentelor cerealiere determină înmulțirea exagerată a buruienilor (ovăzul sălbatic, coada vulpii, pirul târâtor) și a patogenilor care cauzează septorioza (*Septoria tritici*), fuzarioza spicelor (*Fusarium* spp.), mălura comună (*Tilletia* spp.), îngenuncherea cerealelor (*Ophiobolus graminis*). Pentru a elimina aceste neajunsuri trebuie introduse în asolament leguminoasele pentru boabe, plantele furajere și rapița de toamnă.

Tipul de asolament exemplificat anterior corespunde schemei:

1. Leguminoase pentru boabe
2. Cereale de toamnă
3. Prășitoare
4. Cereale de primăvară
5. Prășitoare

Schema de asolament are avantajul că permite mai ușor unităților agricole să introducă în asolament schimbări în structura culturilor cerute de nevoile proprii și cerințele pieței, fără a schimba durata rotației stabilită inițial.

11.2.2 ASOLAMENTE FURAJERE

Tipurile de asolamente furajere se stabilesc în funcție de categoriile de animale din fermă, condițiile pedoclimatice din zonă și de posibilitățile de irigare. Asolamentele furajere au cea mai mare parte din suprafața lor ocupată cu plante de cultivate pentru masă verde, fân și boabe.

În zonele secetoase din sudul Moldovei structura plantelor furajere va cuprinde: sorg pentru boabe, borceag de toamnă + mei boabe, iarbă de Sudan sau hibridii de sorg x Sudan, porumb siloz sau masă verde, orz de toamnă sau sparcetă în amestec cu obsigă, ca solă săritoare cu leguminoase și graminee perene care se menține 3-4 ani.

În zonele colinare și de câmpie, mai bogate în precipitații, structura culturilor furajere va cuprinde lucernă în amestec cu golomăț, porumb boabe, soia boabe, porumb siloz sau masă verde, borceag de toamnă + iarbă de Sudan masă verde sau siloz și orz de toamnă.

În zonele colinare umede și reci și pe podzoluri, în loc de lucernă se va cultiva trifoi roșu în cultură pură sau în amestec cu păiuș de livezi.

Compoziția covorului vegetal pentru pajiștile semănate în zonele de deal, cu soluri acide, cuprinde leguminoase perene în proporție de 30-40%, din care trifoiul alb (*Trifolium repens*) este cel mai recomandat, împreună cu gramineele specifice speciilor de erbivore: păiuș înalt (*Festuca arundinacea*), păiuș de livezi (*Festuca pratensis*), golomăț (*Dactylis glomerata*), raigras peren (*Lolium perenne*) și timoftică (*Phleum pratense*).

11.2.2.1 ASOLAMENTE DE FERMĂ (DE LÂNGĂ FERMĂ)

Culturile care produc o cantitate mare de masă verde, cum sunt porumbul pentru siloz și masă verde, borceagul pentru masă verde, lucerna, sfecla furajeră, culturile pentru pășunatul vacilor gestante etc. se amplasează în apropierea fermelor de creștere a animalelor și se numesc *asolamente de fermă* sau *de lângă fermă*.

Combi-națiile dintre speciile de graminee perene, în amestec simplu sau cu 30-50% leguminoase perene (trifoi, lucernă, sparcetă), se stabilesc în funcție de condițiile pedoclimatice și cerințele din fermă.

Pentru zona de nord a Moldovei, cele mai productive graminee perene cultivate s-au dovedit a fi golomățul (*Dactylis glomerata*), timoftica (*Phleum pratense*), firuța (*Poa pratensis*) și păiușul de livezi (*Festuca*

pratensis). În tehnologia tradițională semănatul acestora se face primăvara însă în primul an de vegetație producția este foarte mică, motiv pentru care s-au efectuat cercetări pentru a stabili tehnologii specifice diferitelor zone, în vederea semănatului de vară-toamnă. Cercetări efectuate la INCDA Fundulea (28) și SCDA Suceava (29) au stabilit elementele tehnologice pentru semănatul acestor specii în luna august sau septembrie, cu obținerea unor producții normale începând din primul an de cultură. Prin această tehnologie s-au remarcat cu producții foarte bune raigrasul aristat (*Lolium multiflorum*) și raigrasul hibrid (*Lolium hybridum*). La S.C.D.A. Suceava, gramineele furajere (raigras aristat, golomăț, timoftică și păiuș de livezi), semămate la sfârșitul verii, au realizat producții de furaj mai mari cu 50-100% față de semănatul în primăvară.

Semănatul speciilor furajere în toamnă prezintă următoarele avantaje:

- plantele își încep mai devreme creșterea la ieșirea din iarnă și valorifică mai bine rezervele de apă acumulate în timpul iernii;
- speciile furajere semămate toamna se recoltează mai devreme de apariția secetei din vară și producția nu este afectată;
- în perioada 10 august - 20 septembrie se poate asigura un interval mai mare de timp pentru pregătirea patului germinativ și semănat comparativ cu semănatul în primăvară;
- borceagurile de toamnă, rapița furajeră și culturile furajere perene de lucernă și pajiști semămate din toamnă, dau producții mai mari și asigură mai devreme în anul următor, furajele verzi în cadrul conveierului verde;
- recoltarea plantelor furajere de toamnă mai devreme, favorizează înființarea, prin semănat direct sau prin sistemul de lucrare convențional, a culturilor duble sau succesive cu alte plante furajere, ca porumb siloz și masă verde, mei, sorg, iarba de Sudan, culturi mixte de porumb cu soia etc.;
- la culturile de lucernă, trifoi roșu și la pajiștile semămate în toamnă se obțin producții ridicate, încă din primul an de vegetație;
- producțiile mai mari și gradul de îmburuienare foarte scăzut la culturile furajere de toamnă determină o eficiență economică mai mare;

Pentru realizarea unor culturi furajere de toamnă reușite trebuie îndeplinite următoarele condiții:

- stabilirea și folosirea speciilor de plante furajere care sunt adaptate condițiilor pedoclimatice din zonă;
- testarea și stabilirea soiurilor rezistente la temperaturile scăzute din iarnă și la fenomenul de „descălțare” din primăvară;
- alegerea soiurilor de graminee perene tolerante la bolile specifice din perioada de iernare, cum este mucegaiul de zăpadă;
- respectarea epocii optime de semănat, astfel încât la intrarea în iarnă plantele să posede o bună dezvoltare și suficiente substanțe de rezervă pentru a rezista la temperaturile scăzute;
- de la răsărirea plantelor și până la intrarea în iarnă să se asigure necesarul de umiditate și de căldură în funcție de cerințele speciei.

11.2.2.2 ASOLAMENTE DE PĂȘUNE ȘI FÂNEAȚĂ

Plantele pentru producerea de fân, furaje concentrate (boabe), deseori plante anuale sau leguminoase perene pentru pășunat etc., care nu necesită un volum mare de transport, se pot amplasa mai departe de fermă și se numesc *asolamente de pășune și fâneată*.

În fermele agricole cu profil mixt, asigurarea bazei furajere se realizează, de obicei, prin asolamente mixte, agricole și furajere. În unitățile mixte, foarte frecvent se întâlnesc asolamente cu solă săritoare.

Prin *asolament cu solă săritoare* se înțelege un asolament în care o solă este scoasă în afara rotației pentru 3 până la 5 ani, fiind cultivată cu leguminoase perene sau amestecuri de ierburi perene. În perioada respectivă, rotația culturilor anuale pe celelalte sole din asolament se produce ca în orice asolament agricol. În tabelul 11.2 se prezintă un asolament de 6 ani cu solă săritoare cu lucernă: 1 – porumb siloz; 2 – grâu de toamnă; 3 – sfeclă pentru zahăr; 4 – orz de primăvară; 5 – porumb boabe; 6 – lucernă.

După trecerea perioadei de folosință a solei săritoare, aceasta se desțelenește, se însămânțează cu o cultură valoroasă din cadrul asolamentului și o altă solă, cu fertilitate scăzută, este scoasă în afara rotației ca solă săritoare. Pe lângă producerea de furaje necesare animalelor sola săritoare contribuie și la refacerea stării de fertilitate a solului. Asolamentele furajere de fermă, de pășuni și de fânețe, asolamentele mixte, precum și producerea furajelor prin culturi duble stau la baza elaborării *conveierului verde*.

Tabelul 11.2

Rotația culturilor la un asolament de 6 ani cu solă săritoare cu lucernă

Sola / Anul	I	II	III	IV	V	VI
An 1	Pb. s.	Gr. t.	Sf. z.	Orz pr.	Pb.	Luc.
An 2	Gr. t.	Sf. z.	Orz pr.	Pb.	Ps.	Luc.
An 3	Sf. z.	Orz pr.	Pb.	Ps.	Gr. t.	Luc.
An 4	Orz pr. (Luc.)	Pb.	Ps.	Gr. t.	Sf. z.	Luc.
An 5	Luc.	Ps.	Gr. t.	Sf. z.	Orz pr.	Pb.
An 6	Luc.	Gr. t.	Sf. z.	Orz pr.	Pb.	Ps.
An 7	Luc.	Sf. z.	Orz pr. (Luc.)	Pb.	Ps.	Gr. t.
An 8	Sf. z.	Orz pr.	Luc.	Ps.	Gr. t.	Pb.

*Pb. s.= porumb siloz; Gr. t. = grâu de toamnă; Sf. z. = Sfeclă pentru zahăr; Orz pr. = Orz de primăvară; Pb. = porumb pentru boabe; Luc. = lucernă.

Conveierul verde presupune organizarea și planificarea producerii furajelor verzi, folosite de animale prin pășunat sau ca masă verde în stabulație, în așa fel încât de primăvara timpuriu și până toamna târziu acestea să aibă la dispoziție, fără întrerupere, masă verde.

După sursele de furaj folosite, tipurile de conveier verde sunt:

a. *Conveierul verde natural*, asigură masa verde necesară animalelor cu iarba produsă pe pășuni și de otava fânețelor.

Combi-națiile dintre speciile de graminee perene, în amestec simplu cu 30% trifoi alb, pentru conveierul verde la care semănatul se poate efectua diferit pe parcele cuprind, în ordinea precocității gramineelor și a pășunatului, *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Lolium perenne*, *Festuca pratensis* și *Phleum pratense*.

b. *Conveierul verde artificial*, este alcătuit numai din plante de nutreț cultivate, anuale sau perene. Se organizează în regiunile secetoase, unde nu sunt pășuni și fânețe naturale.

c. *Conveierul verde mixt*, cuprinde atât culturi anuale și perene pentru furaj, dar include și pășuni și pajiști naturale.

Pentru alcătuirea unui conveier verde eficient, pe lângă alegerea culturilor și stabilirea balanței de furaje verzi, este necesar să se precizeze pentru fiecare cultură epoca optimă de însămânțare, producția de masă verde planificată la unitatea de suprafață (ha), suprafața totală necesară pentru

ferma respectivă, perioadele de folosire a furajelor obținute, precum și unele date referitoare la modul de utilizare în hrana animalelor, proaspete sau însilozate.

Organizarea producerii neîntrerupte a furajelor verzi, de primăvara timpuriu până toamna târziu, se realizează fie prin însămânțarea unor culturi ca borceagul de toamnă și de primăvară, porumbul furajer și iarba de Sudan, la două sau trei epoci diferite, pentru a ajunge eșalonat la maturitate sau prin însămânțarea unor culturi ca porumbul, sorgul, meiul și iarba de Sudan în miriștea secarei de toamnă, borceagului de toamnă și a borceagului de primăvară (culturi duble, succesive).

11.2.3 ASOLAMENTE MIXTE

Asolamentele mixte se realizează prin asocierea culturilor de câmp cu cele furajere sau cu plante medicinale ș.a. Un asolament cu plante de câmp și plante medicinale cu sole săritoare este *asolamentul special pentru plante medicinale* din zonele de stepă și silvostepă:

1. Leguminoase pentru boabe și plante anuale de nutreț
2. Plante medicinale bienale
3. Plante medicinale bienale
4. Cereale de toamnă
5. Prășitoare
6. Plante medicinale anuale
7. Prășitoare
8. Cereale de toamnă
9. Plante medicinale perene (solă săritoare).

Asolamentele pentru căpșun pot fi organizate cu plante legumicole. Cele mai bune premergătoare pentru cultura căpșunului sunt legumele (varza, morcovul, ridichea de lună) și cerealele păioase (orzul, grâul, ovăzul).

Căpșunul reacționează foarte bine la fertilizarea cu gunoi de grajd în cantități de 50 - 60 t/ha, mai ales în situația în care fertilizarea se aplică la cultura premergătoare. Se poate reveni cu o cultură de căpșun, pe aceeași suprafață de teren, numai după o perioadă de minimum 4 ani. Terenul poate

fi pregătit corespunzător pentru plantarea căpșunului după cultura de varză timpurie.

Pentru sudul țării, se poate utiliza un asolament agricol și o rotație de 8 ani, folosite și la ICCPT Fundulea (30):

1. Amestec de plante furajere perene
2. Amestec de plante furajere perene
3. Amestec de plante furajere perene
4. Amestec de plante furajere perene
5. Grâu + îngrășământ verde (trifoi de Alexandria)
6. Porumb
7. Floarea-soarelui
8. Mazăre, fasole sau năut.

11.2.4 ASOLAMENTE SPECIALE

Asolamentele speciale se organizează în afara asolamentelor de câmp sau furajere, în unitățile agricole care cultivă plante cu particularități tehnologice speciale sau specii pentru protecția solului împotriva eroziunii.

Aceste asolamente sunt de mai multe tipuri, specifice pentru orezării, cultura legumelor, a plantelor medicinale, asolamente de pepinieră, pentru protecția solului ș.a.

11.2.4.1 ASOLAMENTE PENTRU PROTECȚIA SOLULUI

La alegerea și amplasarea culturilor pe terenurile în pantă se are în vedere modul cum plantele acoperă și protejează solul împotriva eroziunii, lungimea perioadei de vegetație, epoca când se seamănă și se recoltează etc.

În funcție de gradul de acoperire și protecție al solului, cantitatea medie de sol erodat și panta terenului, plantele de cultură se clasifică în patru grupe (28):

1. *foarte bune protectoare* - leguminoasele și gramineele perene, începând cu anul doi de vegetație, care asigură un grad de acoperire al solului de 90 – 75%;
2. *bune protectoare* - cerealele păioase, cu un grad de acoperire al solului de 75 - 50%;

3. *mijlociu protectoare* - leguminoasele și plantele furajere semănate în rânduri dese, cu 50 - 25% grad de acoperire al solului;

4. *slab protectoare* - plantele prășitoare, cu un grad de acoperire al solului sub 25%.

Pe terenurile în pantă, solele vor fi orientate cu latura lungă pe direcția generală a curbelor de nivel și toate lucrările mecanice se vor executa pe această direcție, iar lățimea soarel sau parcelelor de lucru va scădea odată cu creșterea pantei.

Pe pante mai mari de 4-5% până la circa 16% se folosesc asolamente de câmp, în care odată cu creșterea pantei, se reduce procentul de culturi prășitoare.

Când eroziunea este accentuată și în special pe pante mai mari de 18- 20%, se vor introduce asolamente pentru protecția solului. Aceste asolamente cuprind 3 până la 5 sole ocupate cu leguminoase și graminee perene.

Pe terenurile cu panta de peste 10% se aplică sistemele de cultură în fâșii și cu benzi înierbate.

Rotația culturilor în asolamentele pentru protecția solului poate fi:

1 - ierburi perene	1 - lucernă
2 - ierburi perene	2 - lucernă
3 - ierburi perene	3 - lucernă
4 - ierburi perene	4 - lucernă
5 - cereale de primăvară	5 - in fibre
6 - plante furajere anuale	6 - leguminoase pentru boabe
7 - cereale de toamnă.	7 - cereale de toamnă.

Pe terenurile cu pante mari (18–25%), afectate de eroziune, asolamentele cu solă săritoare, cu leguminoase și graminee perene, pe lângă avantajele economice ale acestor culturi, îmbunătățesc valoarea peisagistică a zonei, diversifică flora și fauna sălbatică și ameliorează condițiile generale ale mediului.

Reabilitarea condițiilor de mediu din zona în care se află ferma se poate realiza prin următoarele măsuri:

- organizarea de asolamente cu un anumit număr de sole săritoare cu leguminoase și graminee perene, în funcție de panta terenului;

- înființarea sistemelor de cultură cu benzi permanent înierbate care filtrează scurgerile de apă și sol prin eroziune;

- semănatul unor pajiști permanente în zonele cu pante mari sau în cele care constituie căi naturale de concentrare a scurgerilor de apă și sol prin eroziune (debușee);

- înființarea de benzi permanente înierbate sau plantate cu arbori și arbuști, care vor acționa ca filtre naturale, de-a lungul terenurilor agricole adiacente cursurilor de apă, pe o lățime de cel puțin 2 metri.

Utilizarea îndelungată a asolamentelor cu leguminoase anuale și perene determină în timp uniformizarea fertilității și a capacității de producție a solului, se reduce necesarul de azot cu 30-40% iar cel de fosfor și potasiu cu 20-30%, se reduc necesarul de pesticide și costurile de producție cu 30%.

Înființarea culturilor de acoperire în toamnă cu facelia, muștar, sau măzăriche asigură protejarea solului în intervalul dintre culturile comerciale principale și ajută la diminuarea eroziunii, reducerea levigării nitraților și pesticidelor. Păstrarea acoperită a suprafeței terenurilor cultivate cu vegetație este principala măsură pentru reducerea proceselor de degradare a solului prin eroziune, destructurare, crustificare, pierdere a nutrienților și a materiei organice.

Verificarea terenurilor agricole după ploile torențiale, pentru a observa starea de degradare a solului prin eroziune, trebuie să reprezinte o regulă de bază în activitatea curentă a fermierilor, pentru a identifica procesele negative ale degradării și a lua măsurile corespunzătoare.

Principalele observații care trebuie efectuate de fermier în teren, pentru evaluarea stării solului sunt:

- prezența șiroirilor, rigolelor și a ogașelor formate la suprafața terenurilor agricole după ploi;

- gradul de colmatare a apelor, a sanțurilor și a canalelor de drenare din vecinătatea terenurilor agricole;

- pierderile de semințe, plante, fertilizanți și pesticide;

- apariția unor procese nedorite, cum sunt inundarea și colmatarea podețelor, drumurilor și a altor zone din fermă;

- formarea crustei și apariția fenomenelor de tasare a solului;

- colmatarea văilor și poluarea apelor de suprafață sau subterane.

Pentru realizarea culturilor protectoare pe terenurile cu potențial erozional trebuie respectate următoarele condiții:

- după recoltarea cerealelor, terenul nearat, rămas cu miriște peste iarnă, poate asigura un anumit grad de protecție a solului iar dacă sunt condiții se poate seamăna rapiță de toamnă;

- pe solurile cu risc erozional ridicat, cultivate cu cereale de toamnă, după recoltarea acestora se va efectua reînsămânțarea cu ierburi, nu mai târziu de mijlocul sau sfârșitul lunii septembrie, pentru a se asigura un grad de acoperire a suprafeței solului înainte de sosirea iernii de minimum 25%;

- după recoltarea culturilor târzii, dacă se pot realiza în timp optim lucrările de arat, desființare a rigolelor și creștere a capacității de drenare a solului, cerealele de toamnă sunt preferate în locul culturilor de primăvară;

- sub culturile de grâu se pot semăna diferite plante furajere perene, ca trifoi, lucernă sau lolium, numite culturi ascunse, care își continuă vegetația după recoltarea grâului și protejează solul împotriva eroziunii;

- pe terenurile în pantă, după recoltarea oricărei culturi, se vor înființa alte culturi timpurii de acoperire, cu secară, borceaguri sau alte plante furajere utilizate pentru obținerea de furaje și protejare a solului;

- pe terenurile cu textură nisipoasă, culturile principale și cele de acoperire se pot înființa prin lucrări minime ale solului, într-un pat germinativ acoperit cu vegetație tocată sau cu un mulci viu;

- pe versanții cu pantă și lungime mare, pe lângă sistemele de cultură antierozionale specifice se pot utiliza perdelele forestiere de protecție din specii adaptate condițiilor pedoclimatice locale, combinate cu zone permanente înierbate, care reduc procesele de scurgere și eroziunea.

După plantele leguminoase, care lasă în sol cantități mari de elemente nutritive, se amplasează plante mari consumatoare de azot și fosfor, cum sunt sfecla pentru zahăr, porumbul, grâul și floarea-soarelui.

În acest sens, tipurile de asolament recomandate pot fi:

Asolament de 3 ani

1. Leguminoase pentru boabe - mazăre, fasole, soia
2. Cereale păioase - orz și grâu de toamnă
3. Porumb.

Asolament de 4 ani

1. Leguminoase pentru boabe - mazăre, fasole, soia
2. Cereale păioase-orz și grâu de toamnă
3. Porumb
4. Floarea-soarelui.

Asolament de 5 ani

1. Leguminoase pentru boabe - mazăre, fasole, soia
2. Cereale păioase - orz și grâu de toamnă
3. Porumb
4. Porumb
5. Floarea-soarelui.

Asolament de 6 ani

1. Leguminoase pentru boabe - mazăre, fasole, soia
2. Cereale păioase - orz și grâu de toamnă
3. Floarea-soarelui
4. Cereale păioase - orz și grâu de toamnă
5. Porumb
6. Porumb.

11.2.4.2 ASOLAMENTE LEGUMICOLE

11.2.4.2.1 Grupele agrobiologice la culturile legumicole

Plantele legumicole cuprind mai multe grupe agrobiologice: vărzoase, cucurbitacee, solanacee-fructoase, păstăioase, bulboase, rădăcinoase, tuberculifere etc. Pentru a respecta principiile care stau la baza rotației culturilor, trebuie să se țină cont de locul în asolament al fiecărei grupe de culturi. Cucurbitaceele și frunzoasele sunt pretențioase la îngrășăminte și se vor cultiva după mazăre și fasole pentru păstăi, pe terenuri fertilizate cu gunoi de grajd sau după solanacee fructoase, bulboase, cartof timpuriu etc. După lucerniere, trifoiști sau pajiști naturale ce urmează a se lua în cultură, rezultate foarte bune se obțin la cucurbitacee, care valorifică foarte bine terenul. Bulboasele se recomandă să fie cultivate după solanaceele fructoase, cucurbitacee, rădăcinoase sau tuberculifere.

În funcție de locul în asolament al principalelor grupe de culturi legumicole, principala schemă de rotație este următoarea:

1. Păstăioase
2. Vărzoase și cucurbitacee
3. Solanacee fructoase
4. Bulboase
5. Rădăcinoase și tuberculifere.

11.2.4.2.2 Culturile succesive și asociate

Culturile succesive sunt cele care urmează una după alta, în același an, pe aceeași suprafață de teren.

Culturile asociate se cultivă una lângă alta, asocierea putând fi făcută la începutul, la sfârșitul perioadei de vegetație sau în același timp. Un exemplu de asociere la începutul perioadei de vegetație, este cea dintre tomate timpurii și salată timpurie. Asocierea la sfârșitul perioadei de vegetație poate cuprinde tomate timpurii și conopidă iar asocierea în același timp poate fi făcută cu fasolea semănată între cuiburile de castraveți.

Cultura secundară se amplasează printre rândurile culturii de bază sau pe rândurile acesteia și rămâne în vegetație o anumită perioadă, timp în care cultura de bază nu este stânjenită.

Primele legume care pot fi semănate sunt spanacul, salata, ridichea și ceapa verde. Acestea au o perioadă scurtă de vegetație și sunt rezistente la temperaturi scăzute. După recoltarea lor se pot planta ardei, vinete, tomate.

Trebuie avut în vedere și faptul că unele plante nu se suportă în vecinătate, cum sunt ceapa și usturoiul.

Speciile care se asociază și cele care urmează în rotație nu trebuie să aibă boli sau dăunători comuni, nu trebuie să aibă aceleași cerințe față de elementele nutritive, nu trebuie să se stânjenească reciproc sau să producă efecte alelopatiche.

Exemple de culturi succesive:

- după cartofi timpurii și mazăre urmează varză, conopidă, castraveți;
- după varză și conopidă timpurie se poate semăna fasole pentru păstăi;
- tomatele, vinetele și ardeii pot fi cultivate după spanac și salată;
- după ridichi, se plantează castraveți din răsad, spanac și gulii;
- ceapa de stufat poate fi urmată de tomate timpurii, salată și spanac.

11.2.5 METODICA ELABORĂRII ASOLAMENTELOR

Elaborarea asolamentelor în unitățile agricole se face concomitent cu lucrările de organizare a teritoriului care cuprind următoarele lucrări:

- stabilirea modului de folosință al terenului, a măsurilor și lucrărilor necesare pentru realizarea suprafeței agricole și arabile planificate;
- stabilirea numărului, mărimii și delimitarea teritorială a asolamentelor;
- delimitarea soarel și a parcelelor de lucru în cadrul fiecărui asolament;
- stabilirea structurii și rotației culturilor pe asolamente;
- stabilirea lucrărilor antierozionale și agropedoameliorative pe terenurile arabile.

Principalele etape de lucru în vederea introducerii asolamentelor raționale în fermele agricole sunt:

1. Stabilirea structurii culturilor și a suprafeței ocupate de fiecare cultură, în hectare și în procente.
2. Stabilirea grupelor de culturi, numărului și a suprafeței soarel.
3. Repartizarea culturilor pe sole.
4. Stabilirea tipului și a schemei de asolament.
5. Alcătuirea planului de rotație, în timp și spațiu, pentru cel puțin un ciclu de rotație.

La stabilirea suprafeței unei sole se pornește de la plantele cele mai bune premergătoare pentru cerealele păioase de toamnă și de la suprafața culturilor “amelioratoare” care vor fi cultivate cu lucernă sau ierburi perene.

De exemplu, în rotația fixă de 5 ani, tip fasole - grâu de toamnă – porumb - grâu de toamnă - rapiță, începând chiar din primul an se stabilesc și alte variante cu structuri de culturi posibil de a fi introduse în rotație, fără a modifica durata și a influența prea mult principiile agronomice ale asolamentului. Astfel, pot fi introduse variantele: fasole, soia sau mazăre - grâu sau orz - porumb, floarea-soarelui sau sfeclă pentru zahăr - grâu de toamnă, orz de toamnă sau orz de primăvară, dacă se întârzie recoltatul sfeclei, rapiță de toamnă sau borceag de toamnă.

Culturile speciale în cadrul rotației sunt cele pentru îngrășămintele verzi și culturile de acoperire.

Culturile pentru îngrășămintele verzi reprezintă un mijloc ecologic de fertilizare și de protecție a solului. Plantele utilizate ca îngrășămintele verzi sunt culturi speciale, care se încorporează în sol la atingerea unui maximum de substanță uscată acumulată, adeseori în faza de înflorire, pentru a ameliora solul.

Cultura pentru îngrășământ verde are rolul de a proteja suprafața solului în intervalul dintre două culturi considerate ca principale, când aceasta rămâne neacoperită și este expusă factorilor climatici, în special ploilor torențiale, care determină eroziunea, spălarea și levigarea nitrăților. Culturile pentru îngrășăminte verzi contribuie la îmbunătățirea structurii solului, înmulțirea microorganismelor, reducerea eroziunii și a levigării nutrienților și determină creșterea conținutului de carbon organic din sol.

Plantele folosite pentru îngrășăminte verzi sunt lucerna (*Medicago sativa*) și facelia (*Phacelia tanacetifolia*), care produc o cantitate mare de biomasă într-un timp foarte scurt, trifoiul roșu (*Trifolium pratense*), care ameliorează fertilitatea solului prin fixarea unor cantități mari de azot (120 - 200 kg/ha/an) și prin sistemul radicular care contribuie la formarea structurii solului. Alte plante folosite pentru îngrășământ verde sunt muștarul (*Sinapis alba*) care are o creștere rapidă și produce cantități mari de masă verde care se încorporează în sol la îmbobocire și seara (*Secale cereale*), care produce o cantitate mare de biomasă.

11.2.5.1 PLANUL DE TRANZIȚIE AL ASOLAMENTELOR

Aplicarea efectivă a asolamentului stabilit într-o fermă agricolă se face în decurs de 2-3 ani datorită următoarelor cauze:

- pe unele din sole s-au cultivat anterior plante care nu corespund ca premergătoare pentru culturile care ar urma în succesiunea noii rotații;
- pe unele sole fertilitatea solului sau starea lui culturală nu este potrivită pentru cultura planificată conform rotației;
- fertilitatea solului și starea culturală a unor sole, nu sunt uniforme ca urmare a reorganizării suprafeței acestora;
- unele sole nu se pot fertiliza și lucra în timp corespunzător conform cerințelor plantelor care ar urma în rotație.

Pentru că și în perioada de tranziție trebuie să se realizeze producții corespunzătoare se impune respectarea, pe cât este posibil, a cerințelor de rotație, utilizarea îngrășămintelor la nivelul cerințelor și folosirea unor lucrări agrotehnice corespunzătoare. În mod obișnuit, în funcție de rotație, perioada de tranziție durează 1-3 ani.

În timpul perioadei de tranziție, rotația culturilor pe noile sole se stabilește pe baza unui plan special întocmit, numit *plan de tranziție*, ultimul an de tranziție fiind și primul an de rotație a noului asolament.

Planul de tranziție se stabilește prin delimitarea precisă a solurilor noului asolament și pe baza datelor privind plantele premergătoare din ultimii 2-3 ani în cadrul fiecărei sole delimitate, gradul de îmburuienare și de infestare a culturilor cu boli și dăunători, îngrășămintele și erbicidele folosite și lucrările aplicate solului în ultimii ani.

11.2.5.2 CERINȚE PENTRU STABILIREA ASOLAMENTELOR PE TERENURILE ÎN PANTĂ

Principiile care stau la baza aplicării asolamentelor pe terenurile plane sunt valabile și pentru terenurile în pantă. Terenurile în pantă cu grade de eroziune și de fertilitate diferite asigură condiții foarte variate pentru creșterea și dezvoltarea plantelor.

Alegerea culturilor pentru stabilirea asolamentelor pe terenurile în pantă se face după următoarele criterii:

Gradul de protecție al solului împotriva eroziunii. Odată cu creșterea pantei terenului procentul de culturi bune protectoare (cereale păioase, plante furajere semănate în rânduri dese, muștar, rapiță) și foarte bune protectoare (graminee și leguminoase perene în anul doi de vegetație) pentru sol împotriva eroziunii, va crește.

2. Mărimea pantei. Odată cu creșterea pantei, în structura culturilor trebuie să crească ponderea culturilor bune și foarte bune protectoare împotriva eroziunii, astfel încât pierderile de sol prin eroziune să nu depășească limita tolerabilă de 2-3 t/ha/an (31) (tabelul 11.3).

Tabelul 11.3

Structura culturilor pe terenurile în pantă (%) (31)

Grupa de culturi	Mărimea pantei (%)			
	< 5	5 - 10	10 - 20	20 - 25
Cereale păioase	20	20	40	30
Prășitoare	60	50	30	20
Leguminoase anuale și plante tehnice	15	20	20	15
Plante furajere	5	10	10	35

3. *Capacitatea de producție a plantelor.* Pe terenurile în pantă aceasta este bună la leguminoase și graminee perene, porumb, grâu, secară și redusă la fasole, în pentru ulei și cartof.

4. *Gradul de mecanizare a lucrărilor.* Pe terenurile cu panta peste 18%, lucrările de întreținere la culturile prășitoare se fac cu dificultate, fapt care impune cultivarea cerealelor păioase, a leguminoaselor anuale pentru boabe semănate în rânduri apropiate, a plantelor furajere perene, care nu necesită prașile mecanice și asigură o bună protecție a solului împotriva eroziunii.

5. *Cerințele economico-organizatorice.* Terenurile în pantă, cu un conținut redus de humus și elemente minerale, necesită aplicarea îngrășămintelor organice pentru a obține producții eficiente. În plus, sistema de mașini folosită trebuie să execute lucrările agricole pe direcția generală a curbelor de nivel.

6. *Criteriul tehnic și tehnologic.* Pe terenurile în pantă se impune aplicarea unui complex de lucrări pentru reducerea eroziunii și valorificarea eficientă a acestora.

Pe terenurile cu pante de până la 7-8%, controlul eroziunii se poate realiza prin metode agrotehnice, respectiv, lucrările solului pe direcția curbelor de nivel, asolamente și fertilizare.

Pe terenurile cu panta de 8-12% este necesară introducerea sistemului antierozional de cultură în fâșii, iar pe cele cu panta de 12-20% a sistemelor antierozionale de cultură în fâșii combinate cu benzi înierbate.

Pe terenurile cu panta <16% se organizează asolamente care au în structură cereale, plante tehnice cât și culturi furajere (tabelul 11.4).

Pentru terenurile cu panta de 14-16% structura culturilor cuprinde plante bune și foarte bune protectoare pentru sol împotriva eroziunii, rezistente la secetă și mai puțin pretențioase la fertilitatea solului, asigurându-se o pondere de 20% porumb, 40% leguminoase și graminee perene, 20% mazăre și 20% grâu.

Pe terenurile cu panta >16% se organizează asolamente pentru protecția solului împotriva eroziunii, în care proporția de prășitoare se reduce odată cu creșterea pantei și locul acestora este luat de culturile foarte bune protectoare de leguminoase și graminee perene (tabelul 11.5).

Tabelul 11.4

Asolament de 5 ani pentru terenurile cu panta <16 %

Sola	Anii				
	1	2	3	4	5
I	Mazăre + fasole + borceag	Grâu de toamnă	Porumb	Orzoaică + ovăz	Porumb + cartof + sfeclă zahăr
II	Grâu de toamnă	Porumb	Orzoaică + ovăz	Porumb + cartof + sfeclă zahăr	Mazăre + fasole + borceag
III	Porumb	Orzoaică + ovăz	Porumb + cartof + sfeclă zahăr	Mazăre + fasole + borceag	Grâu de toamnă
IV	Orzoaică + ovăz	Porumb + cartof + sfeclă zahăr	Mazăre + fasole + borceag	Grâu de toamnă	Porumb
V	Porumb + cartof + sfeclă zahăr	Mazăre + fasole + borceag	Grâu de toamnă	Porumb	Orzoaică + ovăz

Tabelul 11.5

Asolament de 5 ani cu o solă săritoare cu leguminoase și graminee perene

Sola	Anii				
	1	2	3	4	5
I	Mazăre + soia + borceag	Grâu de toamnă	Porumb	Orzoaică + ovăz	Mazăre + soia + borceag
II	Grâu de toamnă	Porumb	Orzoaică + ovăz	Mazăre + soia + borceag	Grâu de toamnă
III	Porumb	Orzoaică + ovăz	Mazăre + soia + borceag	Grâu de toamnă	Porumb
IV	Orzoaică + ovăz	Mazăre + soia + borceag	Grâu de toamnă	Porumb	Orzoaică + ovăz
V	Leguminoase și graminee perene, anul 1	Leguminoase și graminee perene, anul 2	Leguminoase și graminee perene, anul 3	Leguminoase și graminee perene, anul 4	Leguminoase și graminee perene, anul 5

Pentru conservarea apei și a solului pe versanți, culturile agricole se vor amplasa în sisteme de cultură în fâșii cu benzi înierbate. Lățimea fâșiilor cultivate va fi dimensionată în funcție de factorii care determină eroziunea, aceasta fiind de 200-250 m pe pantele de 5-10%, de 100-150 m pe pantele de 10-15% și de 50-100 m pe suprafețele cu pante de 15-18%.

Benzile înierbate amplasate între fâșii, pe direcția curbelor de nivel, având lățimea egală cu lățimea de lucru a semănătorii sau cu un multiplu al acesteia, vor fi semănate cu un amestec de leguminoase și graminee specific condițiilor de umiditate și eroziune, format din lucernă 60 % + golomăț 40 % sau sparceță 60 % + obsigă nearistată 40 %.

11.2.5.3 REGISTRUL DE EVIDENȚĂ AL SOLELOR

Registrul de evidență al soarelui sau registrul fermei este completat zilnic de șeful de fermă, care trebuie să înregistreze, pe fiecare solă și pentru fiecare cultură, toate lucrările efectuate și măsurile întreprinse, pentru a putea să urmărească influența lor asupra producției și a fertilității solului, a infestării acestuia cu buruieni, patogeni și dăunători. Registrul fermei cuprinde două părți: partea generală și istoricul soarelui.

Partea generală include datele privind modul de folosință al terenului, relief, expoziție, vegetație naturală, tipul și categoria de sol, adâncimea și calitatea apei freactice, însușirile fizice și chimice ale solului, structura culturilor, asolamentul ș.a.

Partea a doua, istoricul soarelui, cuprinde tot ceea ce s-a întreprins în unitate pe fiecare solă și cultură separat, în vederea îmbunătățirii fertilității solului și pentru creșterea producției. Pe baza acestor date se stabilesc măsurile care sunt necesare de întreprins. Datele care se înregistrează în istoricul soarelui sunt caracteristicile tehnice ale sistemelor de fertilizare și de lucrare a solului, programele de erbicidare aplicate sau alte lucrări prevăzute în coloanele tabelelor 11.6 și 11.7.

Tabelul 11.6

Sistemul de fertilizare în cadrul asolamentului

Sola	Cultura	Îngrășăminte și amendamente					Epoca de aplicare și Doza		
		Gunoi t/ha	Minerale			CaCO ₃	De bază	La semănat	Pe vegetație
			N	P	K				
1	Mazăre		-	-	-	-	-	-	-
2	Grâu	-	100	80	-	-	P80	N40	N40
3	Porumb	40	100	80	-	-	P80	N70	N30

Harta tehnologică digitală a fermei constituie baza unui plan de acțiune pentru că aceasta cuprinde toate informațiile despre sol și tehnologiile aplicate culturilor.

Tehnicile de cartografiere moderne ale aplicațiilor ArcGIS pot furniza informații privind drenajul solului, rapiditatea infiltrării nutrienților și a altor substanțe chimice în sol, lucrabilitatea, precum și alte însușiri cantitative și calitative ale solului ca pH-ul, carbonul organic, conținutul de nutrienți, metale grele, nitrați, patogeni, dăunători, semințe de buruieni etc.

Tabelul 11.7

Sistemul de lucrare a solului în cadrul asolamentului

Sola	Planta cultivată	Planta premergătoare	Lucrările și utilajele folosite	Epoca de executare
I	Mazăre	Porumb	Arat toamna 20-22 cm+Gs; GDU+GCR; Combinator 6-8 cm; Semănat SU; Tăvălugit cu TI	După recoltarea pl. prem. Toamna nivelare arătură Primăvara devreme Epoca I - 1-2 °C După semănat, sol uscat
II	Grâu	Mazăre	Arat 18-22 cm+Gs, Cultivator + GCR; Cultivator + GCR; Combinator, Semănat SU;	După recoltarea pl. prem. Întreținere arătură, crustă Pregătire pat germinativ Preziua semănatului Epoca optimă a zonei
III	Porumb	Grâu	Arat 28-30cm; Cultivator + GCR Cultivator + GCR, 6-8 cm; Combinator Sapa rotativă Prašila I, 10-12 cm; Prašila II, 7-8 cm;	După recoltare, imediat; Întreținere arătură, vara Pat germinativ + Încorporare erbicide Preziua semănatului; Plantele au 4-5 frunze; Plantele au 2 frunze; Plantele au 20-25 cm;

Pentru ca aceste hărți tehnologice să fie funcționale trebuie realizate la o scară care să permită prezentarea informației de la cel puțin 3-5 eșantioane sau puncte de pe un hectar. Remanența pesticidelor utilizate, cantitatea de carbon organic, concentrația de nutrienți și de metale grele sunt principalii factori care determină starea de calitate și de fertilitate a solului.

11.3 EFECTELE ASOLAMENTELOR ASUPRA PRODUCȚIEI ȘI FERTILITĂȚII SOLULUI

Asolamentul și rotația culturilor reprezintă metoda agrotehnică principală prin care se optimizează *obiectivele financiare* (maximizarea profitului), *agricole* (maximizarea producției) și *de mediu* (reducerea utilizării erbicidelor, insecticidelor, nitraților etc). Optimizarea simultană a tuturor acestor obiective nu este posibilă decât după o anumită perioadă de timp.

Folosirea rotațiilor de scurtă durată (monocultura, rotația grâu-porumb) fără fertilizare organică, determină reducerea conținutului de materie organică din sol, distrugerea structurii și apariția fenomenelor de crustificare și compactare a solului.

Menținerea unui bilanț pozitiv al humusului și al elementelor minerale în sol se realizează prin folosirea îngrășămintelor organice și a asolamentelor cu plante amelioratoare, cum sunt leguminoasele și gramineele perene. Rezerva mică și foarte mică de humus în soluri (1-3%) este problema principală, care impune organizarea asolamentelor în agricultura durabilă.

După ICPA București, în România, dintre cele 14,7 milioane hectare de terenuri agricole sau 9,3 milioane terenuri arabile, circa 7,5 milioane hectare, adică peste jumătate din terenurile agricole, au deficit de humus. S-a determinat de asemenea, un nivel redus și foarte redus de fosfor pe 6,3 milioane hectare, un conținut redus de azot pe 5,1 milioane hectare și un nivel foarte redus de potasiu pe 788000 de hectare.

11.3.1 EFECTELE ASOLAMENTELOR ASUPRA PRODUCȚIEI

Cercetări efectuate în diferite condiții pedoclimatice, au urmărit diversificarea sistemelor de cultură prin creșterea procentului de leguminoase și graminee perene în cadrul asolamentelor, pentru a crește fertilitatea solului și a reduce eroziunea [Abid, M. (32); Ailincăi, C. (24); Campbell, C.A. (33); Jităreanu, G., (34); Lal, R. (35); Săndoiu, D.I. (12); Sin, Gh. (9); Toncea, I. (30)].

Rotația culturilor continuă să fie una dintre cele mai importante componente ale sistemului tehnologic agricol care contribuie la raționalizarea consumului de combustibil, apă, îngrășămintă și pesticide.

Cercetările efectuate la Stațiunea de Cercetări Agricole Podu-Iloaiei, județul Iași (47°12' latitudine N, 27°16' longitudine E), au urmărit influența diferitelor structuri de culturi și a fertilizării asupra producției, eroziunii și a fertilității solului în condițiile climatice din Câmpia Moldovei. Acestea se caracterizează prin temperaturi medii anuale de 9,6 °C și o cantitate medie de precipitații, pe 50 de ani, de 553 mm, din care 141 mm în perioada septembrie - decembrie și 412 mm în perioada ianuarie-august (23).

Experiențele privind efectul diferitelor asolamente și structuri de culturi asupra producției au cuprins monoculturile de grâu și porumb, rotația grâu – porumb, asolamentele de 3, 4 și 5 ani (mazăre-grâu-porumb; mazăre-grâu-porumb–floarea-soarelui+o solă săritoare cu leguminoase și graminee perene).

Cercetările au avut ca scop optimizarea tehnologiei fertilizării, în funcție de cerințele diferitelor genotipuri din asolamente, de caracteristicile fizice, chimice și biologice ale solului precum și evaluarea efectului diferitelor doze de îngrășămintă chimice, gunoi și resturi vegetale asupra producției și a fertilității solului. Amplasarea experiențelor s-a făcut după metoda blocurilor, iar analizele fizice și chimice la probele de sol și plante din variantele experimentale, s-au efectuat după metodologiile consacrate pe plan național și internațional. Condițiile de temperatură și de umiditate extreme au impus adaptarea structurii și a succesiunii culturilor precum și aplicarea unor tehnologii specifice de lucrare a solurilor. În condiții de secetă se recomandă culturi mai rezistente (sorg, mei, orz, rapiță, năut, fasoliță, iarbă de Sudan, plante perene), practicarea alternanței speciilor cu cerințe diferite față de apă și succesiuni de culturi în care cerealele de toamnă să urmeze după plante recoltate mai timpuriu, în vară, ca mazăre, rapiță, in, soia, borceaguri, cereale păioase, în proporție de cel puțin 50%.

Rezultatele obținute în experiențele cu diferite asolamente și sisteme de fertilizare au contribuit la consolidarea și aprofundarea cunoștințelor practice privind sistemele de fertilizare, gestionarea îngrășămintelor și stabilirea elementelor tehnice ale lucrărilor agropedoameliorative [Moss, S.R. (36); Pimentel, D. (37); Poulton, P.R. (38); Rusu T., (39); Săndoiu, D.I. (12)].

Metodele agrotehnice studiate au avut în vedere optimizarea sistemelor de cultură și implementarea principiilor de agricultură durabilă și de precizie, în concordanță cu resursele climatice, condițiile de sol, posibilitățile economice și cerințele plantelor cultivate.

Rezultatele obținute în experiențele de lungă durată din diferite țări cum sunt cele de la Rothamsted (1843) și Broadbalk (1852), Anglia;

Gottingen (1873), Halle (1878), Germania; Askov, Danemarca (1894), Morrow Plots in Illinois, SUA (1876), Podu-Iloaiei, România (1967) ș.a., cu diferite asolamente și sisteme de fertilizare, au contribuit la perfecționarea tehnologiilor (sisteme tehnologice expert) și la determinarea impactului elementelor tehnologice asupra mediului, producției, stării fizice, chimice și biologice a solului, asupra structurii patogenilor, dăunătorilor și buruienilor, pentru că acestea au fost studiate în complex, pe o perioadă lungă de timp [Blair, N. (40); Dyke, G.V. (41); Johnston, A.E. (42); Poulton, P.R. (36)].

Din cercetările efectuate la S.C.A. Podu-Iloaiei, în perioada 2000 - 2012 (43, 44), a rezultat că la cultura grâului de toamnă, asolamentul de tip mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + o solă săritoare cu lucernă și fertilizarea organo-minerală cu $N_{80}P_{60} + 30$ t/ha gunoi, a determinat obținerea unor sporuri de producție, față de martorul nefertilizat, de 162%, cu un plus de 2555 kg/ha față de martor (tabelul 11.8).

Tabelul 11.8

Influența rotației și a fertilizării asupra producției de grâu

Doza de îngrășămintे	Producția de grâu (kg/ha) în rotația:							Dife- rența
	Mg*	GP	MGP	MGPF+L	MGPF+2L	Media	%	
N_0P_0	1432	1406	1613	1675	1762	1578	100	0
$N_{80}P_{60}$	2795	2694	3257	3329	3545	3124	198	1546 ^{xxx}
$N_{120}P_{80}$	3508	3434	3734	3912	4169	3751	238	2173 ^{xxx}
$N_{160}P_{100}$	3645	3646	3976	4145	4397	3962	251	2384 ^{xxx}
$N_{80}P_{60}+30$ t/ha gunoi grajd	3814	3780	4137	4379	4554	4133	262	2555 ^{xxx}
Media	3039	2992	3343	3488	3685	3310		
%	100	98	110	115	121			
Diferența	0	-47	304 ^{xx}	449 ^{xxx}	646 ^{xxx}			

* Mg = Monocultură grâu, GP = Rotația grâu-porumb, MGP = mazăre-grâu-porumb;
MGPF + L = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + o solă săritoare cu lucernă.

Rezultatele obținute privind aportul asolamentelor cu plante amelioratoare la stabilitatea producției și la menținerea fertilității solului au evidențiat că folosirea îndelungată a asolamentelor de 3 și 4 ani, cu plante

amelioratoare anuale și perene, a determinat la cultura grâului de toamnă obținerea unor sporuri medii de producție de 15-21 % față de monocultură (449-646 kg/ha). La hibridul de porumb Oana, creat la S.C.A. Podu-Iloaiei, Iași, asolamentul mazăre – grâu – porumb - floarea-soarelui + o solă săritoare cu lucernă a determinat, comparativ cu monocultura, obținerea unor sporuri de producție de 14-17% (745-905 kg/ha) (tabelul 11.9).

Tabelul 11.9

Influența rotației și a îngrășămintelor asupra producției de porumb

Doza de îngrășământ	Producția de porumb (kg/ha) în rotația:							Diferența
	Mp*	GP	MGP	MGPF+L	MGPF+2L	Media	%	
N ₀ P ₀	3394	3609	3702	3779	3848	3666	100	
N ₈₀ P ₆₀	5177	5666	5760	5874	6100	5715	156	2049 ^{xxx}
N ₁₂₀ P ₈₀	5847	6347	6494	6656	6848	6438	176	2772 ^{xxx}
N ₁₆₀ P ₁₀₀	6192	6709	6817	7143	7289	6830	186	3164 ^{xxx}
N ₈₀ P ₆₀ +30 t/ha gunoi grajd	6420	6810	6954	7303	7471	6992	191	3326 ^{xxx}
Media	5406	5828	5945	6151	6311	5928		
%	100	108	110	114	117			
Diferența	0	422 ^{xx}	539 ^{xxx}	745 ^{xxx}	905 ^{xxx}			

* Mp = Monocultură porumb, Mg = monocultură grâu, GP = Rotația grâu-porumb, MGP = mazăre-grâu-porumb, MGPF + L = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + o solă săritoare cu lucernă.

La INCDA Fundulea rotațiile de trei și patru ani au sporit recolta, atât la grâu cât și la porumb, comparativ cu monocultura și rotația simplă grâu-porumb care nu au prezentat eficiență nici în condiții optime de fertilizare (9) (tabelul 11.10).

Tabelul 11.10

Evoluția producțiilor de grâu și porumb sub influența rotației și fertilizării (9)

Rotația	Grâu (q/ha)			Porumb (q/ha)		
	N ₀ P ₀	N ₉₀ P ₇₅	Gunoi grajd 20 t/ha	N ₀ P ₀	N ₉₀ P ₇₅	Gunoi grajd 20 t/ha
Monocultură	25,9	33,2	26,9	31,6	41,9	40,2
Grâu - porumb	22,9	39,7	39,9	46,7	57,3	56,2
Mazăre - grâu - porumb	36,1	45,1	43,5	50,2	60,9	60,2
Porumb - floarea-soarelui - grâu - mazăre	28,2	49,1	42,2	52,7	63,6	62,5
DL 5%	4,9	6,3	9,0	6,9	9,2	10,5

Pe terenurile în pantă, asolamentul este o măsură agrotehnică care pe lângă avantajele privind conservarea și îmbunătățirea însușirilor fizice, chimice și biologice ale solului, constituie și un mijloc important pentru combaterea eroziunii solului. Pentru terenurile în pantă din Câmpia Moldovei Dumitrescu și colab. (41) au stabilit sortimentul de plante furajere care dau cele mai bune rezultate pe terenurile erodate și tehnologiile de cultivare a acestora. Condițiile de temperatură și de umiditate extreme impun adaptarea structurii și a succesiunii culturilor și aplicarea unor tehnologii specifice de lucrare a solurilor (foto 11.1).



Foto 11.1 - Experiențe cu diferite asolamente pe terenurile în pantă

Pe terenurile cu pantă mare și cu soluri afectate de eroziune sunt necesare lucrări pentru amenajarea bazinelor hidrografice, introducerea asolamentelor pentru protecția solului, ameliorarea pajiștilor și plantarea cu specii forestiere adaptate condițiilor pedoclimatice (45).

Elementele tehnologice cum sunt asolamentele, lucrările solului, îngrășămintele, apa de irigat, soiurile și hibrizii, componentele de mediu (factorii de vegetație, solul etc.) și factorii economici (minimizarea costurilor) trebuie analizați împreună pentru că toți determină formarea recoltei și influențează fertilitatea solului.

Deficiențele stării fizice și chimice ale solului pot fi corectate prin adaptarea sistemului de agricultură și dirijarea elementelor tehnologice cum sunt asolamentele, sistemele de lucrare și de fertilizare care să mențină sau să amelioreze fertilitatea acestuia.

Experiențele efectuate în trei locații din România, cu condiții climatice diferite, pe cernoziomurile cambice, moderat erodate, de la Podu-Iloaiei (panta de 16%) și Perieni (panta de 13%) cât și pe solul brun-roșcat de pădure podzolit de la Șimnic (panta 14%), au arătat că sporurile de producție obținute la grâu, amplasat în rotațiile de 4 și 5 ani cu plante amelioratoare, au fost mai mari față de monocultură, cu 1140 kg/ha la Podu-Iloaiei, 416 kg/ha la Perieni și 540 kg/ha la Șimnic (tabelul 11.11) [Petrovici, P. (46), Neamțu, T. (15)].

Tabelul 11.11

Influența rotației culturilor și a fertilizării asupra producției de grâu pe terenurile în pantă (media pe 5 ani)

Locația	Rotația	Doza de îngrășămintе							
		N ₀ P ₀		N ₆ P ₆		N ₁₂₈ P ₁₂₈		N ₃₂ P ₃₂ +20 t/ha gunoi	
		q/ha	Difer. q/ha	q/ha	Difer. q/ha	q/ha	Difer. q/ha	q/ha	Difer. q/ha
Podu-Iloaiei	Monocultură	18,3	Mt	22,3	Mt	23,0	Mt	22,0	Mt
	Grâu-porumb	17,6	-0,7	25,6	3,3	28,3	5,3	26,0	4,0
	Mazăre-grâu-porumb	25,7	7,4	30,4	8,1	30,8	7,8	30,5	8,5
	Mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + solă cu leguminoase și graminee perene	29,8	11,5	33,2	10,9	32,8	9,8	32,2	10,2
DL 5% = 2,42 q/ha, DL 1% = 3,39 q/ha, DL 0,1% = 4,79 q/ha									
Perieni	Monocultură	14,8	Mt	23,0	Mt	21,6	Mt	20,1	Mt
	Grâu-porumb	12,6	-2,4	24,5	1,5	25,4	3,8	18,8	-1,3
	Mazăre-grâu-grâu	15,4	0,3	24,3	1,3	23,6	2,0	19,8	-0,3
	Mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + o solă cu leguminoase și graminee perene	18,3	3,5	27,4	4,4	26,7	5,1	22,8	2,7
DL 5% = 1,29 q/ha, DL 1% = 1,78 q/ha, DL 0,1% = 2,45 q/ha									
Șimnic	Monocultură	16,8	Mt	30,2	Mt	30,8	Mt	29,4	Mt
	Grâu-porumb	17,7	0,9	34,6	4,4	35,0	4,2	34,2	4,8
	Mazăre-grâu-grâu	18,3	1,5	31,8	1,6	35,2	4,4	32,9	3,5
	Mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + o solă cu leguminoase și graminee perene	18,5	1,7	36,5	6,3	37,1	6,3	36,3	6,9
DL 5% = 1,48 q/ha, DL 1% = 2,04 q/ha, DL 0,1% = 2,81 q/ha									

La cultura porumbului, sporurile de producție obținute datorită rotației au fost de 360 kg/ha la Podu-Iloaiei, 660 kg/ha la Perieni, iar la Șimnic producțiile obținute au fost apropiate în toate rotațiile (tabelul 11.12).

Tabelul 11.12

**Influența rotației culturilor și a fertilizării asupra producției
de porumb pe terenuri în pantă (media pe 5 ani)**

Localitatea	Rotația	Doza de îngrășămintă							
		N ₀ P ₀		N ₉₆ P ₉₆		N ₁₂₈ P ₁₂₈		N ₃₂ P ₃₂ +20 t/ha gunoi	
		q/ha	Difer. q/ha	q/ha	Difer. q/ha	q/ha	Difer. q/ha	q/ha	Difer. q/ha
Podu-Iloaiei	Monocultură	50,3	Mt	56,0	Mt	60,6	Mt	67,6	Mt
	Grâu-porumb	53,3	3,0	65,6	9,6	63,0	2,4	62,0	-5,6
	Mazăre-grâu-porumb	54,0	3,7	59,5	3,5	59,5	-1,1	59,1	-8,5
	Mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + o solă cu leguminoase și graminee perene	56,2	5,9	61,4	5,4	62,8	2,2	63,6	-4,0
DL 5% = 4,58 q/ha, DL 1% = 6,42 q/ha, DL 0,1% = 9,07 q/ha									
Perieni	Monocultură	28,6	Mt	63,0	Mt	65,4	Mt	44,7	Mt
	Grâu-porumb	37,5	8,8	56,1	-6,9	61,7	-3,7	50,7	6,0
	Mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + o solă cu leguminoase și graminee perene	47,1	18,5	62,8	-0,2	62,6	-2,8	56,4	11,7
DL 5% = 8,77 q/ha, DL 1% = 12,76 q/ha, DL 0,1% = 19,15 q/ha									
Șimnic	Monocultură	32,7	Mt	53,2	Mt	54,4	Mt	50,1	Mt
	Grâu-porumb	32,1	-0,6	50,9	-2,3	54,0	-0,4	51,0	0,9
	Mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + o solă cu leguminoase și graminee perene	34,6	2,5	49,4	-3,8	52,0	-2,4	51,2	1,1
DL 5% = 2,45 q/ha, DL 1% = 4,58 q/ha, DL 0,1% = 6,84 q/ha									

Rezultatele obținute în dispozitivele de lungă durată de la Rothamsted, Broadbalk, cu diferite asolamente și sisteme de fertilizare au contribuit la cunoașterea impactului elementelor tehnologice asupra producției. O atenție prioritară s-a acordat elementelor tehnologice și metodelor care determină refacerea însușirilor fizice, chimice și biologice

într-un timp mai scurt și cu cheltuieli mai mici, cum sunt asolamentele cu leguminoase perene și fertilizarea organo-minerală [Andy Macdonald, (47)] (tabelul 11.13).

Tabelul 11.13

Influența asolamentului și fertilizării asupra producției de grâu de toamnă în experiențele de lungă durată (Broadbalk UK) (t/ha cu 85 % s.u)

Cultivarul	Perioada	Monocultură grâu			Grâu în rotație ^f	
		Nefertilizat ^a	35 t/ha gunoi ^b	144 kg/ha N+PK ^c	35 t/ha gunoi +N ^d	288 kg/ha N+ PK ^e
	1852-61	1,12	2,41	2,52	-	-
	1862-71	1,03	2,67	2,92	-	-
	1872-81	0,72	2,05	2,23	-	-
	1882-91	0,87	2,66	2,71	-	-
	1892-01	0,89	2,85	2,79	-	-
	1902-11	0,80	2,62	2,76	-	-
	1912-21	0,67	2,10	2,07	-	-
	1922-25	0,39	1,64	1,62	-	-
	1926-34	1,02	2,06	2,18	-	-
	1935-44	1,31	2,61	2,61	-	-
	1945-54	1,36	2,96	2,85	-	-
	1955-64	1,58	2,97	2,85	-	-
	1965-67	1,63	3,39	3,34	-	-
Cappelle	1968-78	1,63	5,61	5,23	6,17	6,13
Flanders	1979-84	1,58	6,40	6,49	8,52	8,12
Brimstone	1985-90	1,14	6,17	6,24	9,36	8,76
Apollo	1991-95	0,89	6,31	6,46	9,44	8,80
Hereward	1996-04	0,80	4,95	5,38	8,77	9,08
Hereward	2005-11	0,82	5,18	5,18	9,88	9,34
^a Nefertilizat mineral sau cu gunoi din anul 1844						
^b 35 t/ha gunoi aplicat în fiecare an din 1844						
^c 144 kg/ha N +PK în fiecare an din 1852						
^d 35 t/ha gunoi aplicat în fiecare an din 1885 + 96 kg/ha N din 1968 (+144 kg/ha N din 2005)						
^e 288 kg/ha N + PK						
^f Rotația ovăz +porumb +grâu +grâu +grâu						

Aceste experiențe au fost înființate de Lawes și Gilbert în toamna anului 1843 la grâul de toamnă și au urmărit efectele diferitelor combinații de îngrășăminte anorganice (elementele N, P, K, Na și Mg) cu diferite dejecții și gunoi de grajd asupra producției de grâu de toamnă. În primii ani aceste variante au variat puțin, însă din anul 1852 a fost stabilit un sistem de fertilizare, cu variante de cercetare, care a continuat, cu unele modificări,

până astăzi. În aceste experiențe de lungă durată s-au aplicat tehnologiile clasice de la vremea respectivă și prin subdivizarea parcelelor, s-au introdus produsele și tehnologiile noi, care au apărut în decursul timpului (soiuri, amendamente, îngrășăminte, erbicide, pesticide, asolamente) iar divizarea parcelelor s-a efectuat fără a afecta scopul și efectele de lungă durată a variantelor cercetate, după cum urmează:

- amendamentele cu carbonat de calciu au fost aplicate din 1950, pentru a menține pH-ul solului la un nivel care să nu afecteze producția;
- erbicidele au fost introduse din 1964 iar anterior buruienile au fost controlate prin plivit, prășit manual sau prin menținerea ca ogor și cultivare;
- soiurile moderne, sămânța condiționată, au fost folosite din 1968;
- fungicidele, s-au aplicat toamna sau primăvara, din 1978.

Producțiile de boabe și paie au fost înregistrate în fiecare an iar alte date care au fost colectate au cuprins observații privind buruienile, bolile și dăunătorii, precum și analizele chimice ale plantelor și solurilor.

La experimentele de lungă durată au lucrat și s-au format generații de cercetători, din toate disciplinele agronomice iar bazele de date au fost completate și păstrate din generație în generație până astăzi. La aceste experiențe o contribuție deosebită la păstrarea și arhivarea datelor au avut-o Dyke G.V., Poulton P.R., Powlson D.S., Johnston A.E. ș.a.

Pe luvisolul luto-argilos, format pe loess, din nordul Franței aportul de resturi vegetale, în principal de la culturile de grâu și porumb, a determinat obținerea unor producții mari, care au ajuns la 7,64 t/ha la grâu, 8,11 t/ha la porumb, 7,33 kg/ha la orz și 4,37 t/ha la mazăre (48) (tabelul 11.14).

Producțiile obținute în sistemul lucrat convențional timp de 41 de ani, au fost mai mari comparativ cu semănatul direct, la culturile de orz și sfeclă pentru zahăr și foarte apropiate la culturile de grâu și porumb.

La Centrul de Cercetări Agricole din Bazinul Columbiei, Universitatea de Stat din Oregon, unde se află cele mai vechi experimente agricole din vestul Statelor Unite, cu experiențe datând din 1931, s-au studiat efectele monoculturilor de cereale păioase și a fertilizării asupra producției și a fertilității solului. În condițiile unui sol lutos și a unor precipitații medii anuale de doar 406 mm, producțiile obținute în monoculturile de cereale nu au depășit 3,37 t/ha în condiții de nefertilizare și 4,42 t/ha în condiții de fertilizare. Fertilizarea cu azot a determinat creșterea cantității de carbon organic din sol, pe adâncimea de 0-40 cm, cu valori cuprinse între 1,5 și 12,9 t/ha (49) (tabelul 11.15).

Tabelul 11. 14

Efectele rotației culturilor, a resturilor vegetale și a lucrărilor solului asupra producției (t/ha) la principalele culturi în nordul Franței (48)

Perioada	Cultura	CT	NO-TILL	Cultura	CT	NO-TILL
Rotația: Grâu - porumb + resturi vegetale						
1970-1982	Grâu	5,34	5,40	Porumb	5,65	5,29
1983-1994	Grâu	7,18	7,15	Porumb	5,75	5,84
1995-2002	Grâu	7,47	7,69	Porumb	6,48	6,46
2003-2011	Grâu	7,64	7,02	Porumb	7,91	8,11
Rotația: Grâu – orz - sfeclă pentru zahăr - mazăre + resturi vegetale						
1970-1982	Grâu	5,01	5,35	Porumb	5,50	5,10
1983-1994	Grâu	7,11	7,01	Porumb	5,81	5,77
1995-2002	Grâu	7,12	7,19	Mazăre	4,24	4,37
1995-2002	Orz	6,67	6,35	Sfeclă	14,7	15,2
2003-2011	Grâu	7,11	7,25	Mazăre	3,52	3,31
2003-2011	Orz	7,33	6,76	Sfeclă	16,8	14,0

Tabelul 11.15

Producțiile obținute în monoculturile de cereale în experimentele de lungă durată de la Pendleton, SUA (49)

Tratamentul	Producția t/ha	Paie t/ha s.u.	Carbon organic t/ha 0-40 cm
Ierburi perene - Festuca	-	-	81,63a
CT-Grâu-ogor	2,53e	3,43e	50,44d
CT-Monocultură grâu toamnă + N90	3,53bc	6,19a	74,92ab
CT-Monocultură grâu toamnă + N0	2,57e	3,17e	61,96c
NT-Monocultură grâu toamnă +N100	3,58bc	5,68b	69,23bc
NT-Monocultură grâu toamnă N0	2,18f	2,65f	64,02bc
CT-Monocultură grâu primăvară +N90	3,29d	5,74ab	65,18bc
CT-Monocultură grâu primăvară +N0	2,20f	2,64f	65,21bc
NT-Monocultură grâu primăvară +N100	2,59e	5,07e	61,55cd
NT-Monocultură grâu primăvară +N0	1,64g	2,23f	59,86c
CT-Monocultură orz primăvară +N90	4,42a	5,82ab	75,27ab
CT-Monocultură orz primăvară +N0	3,37cd	4,00d	68,14bc
NT-Monocultură orz primăvară +N100	3,75b	5,40bc	52,51bc
NT-Monocultură orz primăvară +N0	1,70g	2,41f	50,50d

Începând cu anul 1966, acad. Cr. Hera (50) a organizat în România o rețea geografică cu experiențe de lungă durată cu îngrășăminte, în diferite condiții de climă și sol, în diferite structuri și rotații ale culturilor. Rezultatele acestor experiențe au fost prezentate la Simpozionul aniversar „150 de ani de la înființarea experiențelor de la Rothamsted, Anglia” și au fost considerate ca experiențe unicate pe plan mondial, datorită acoperirii prin același concept de cuprindere, a unei game mari de soluri și de condiții climatice.

Autorul acestui experiment arată că „experiențele de lungă durată cu îngrășăminte reprezintă o carte deschisă în ceea ce privește evoluția solului și trebuie să constituie un patrimoniu național pentru studierea evoluției fertilității solurilor în funcție de diferiți factori, care afectează starea de fertilitate a acestora. Cu toții suntem chemați să veghem la prevenirea degradării solului, să clădim o agricultură durabilă și performantă care, împreună cu alte măsuri, să conducă la siguranța alimentară, care, de fapt, înseamnă liniște și prosperitate în satul românesc”. Același autor evidențiază, importanța experiențelor de lungă durată, care au menirea de a evalua și a studia ce se întâmplă cu solurile din diferite zone ale țării.

Al șaptelea Program al Uniunii Europene de Acțiune pentru Mediu (PAM) adoptat de către Parlamentul European și Consiliul Uniunii Europene în noiembrie 2013, vizează utilizarea eficientă a resurselor, emisii reduse de carbon, protejarea sănătății și a bunăstării oamenilor. Programul cuprinde nouă obiective prioritare ale UE până în 2020 și anume:

1. Protejarea, conservarea și ameliorarea capitalului natural al UE.
2. Trecerea UE la o economie verde și competitivă, cu emisii reduse de dioxid de carbon și eficientă din punctul de vedere al utilizării resurselor.
3. Protejarea cetățenilor UE de presiunile legate de mediu și de riscurile la adresa sănătății și a bunăstării.
4. Sporirea la maximum a beneficiilor legislației Uniunii în domeniul mediului prin îmbunătățirea punerii în aplicare a acesteia.
5. Dezvoltarea cunoștințelor privind mediul și lărgirea bazei de date pentru monitorizarea calității factorilor de mediu.
6. Asigurarea de investiții în domeniul mediului și al climei și justificarea costurilor ecologice ale activităților care țin de societate.
7. O mai bună integrare a considerentelor legate de mediu în alte domenii ale PAC.
8. Creșterea sustenabilității orașelor UE-28.

9. Sprijinirea UE-28 în vederea unei abordări mai eficace a provocărilor în materie de mediu și de climă la nivel internațional.

Programul prevede trei domenii principale de acțiune în care sunt necesare acțiuni pentru a proteja natura și a impulsiona dezvoltarea, în condițiile unei utilizări eficiente a resurselor și ale unor emisii reduse de dioxid de carbon, precum și pentru a proteja sănătatea umană împotriva amenințărilor legate de poluare și de impactul schimbărilor climatice.

Primul domeniu de acțiune privește „capitalul uman”, de la solul fertil și mările productive până la apele dulci și aerul curat, precum și biodiversitatea. Uniunea Europeană s-a angajat să oprească reducerea biodiversității și să aducă mediul marin și apele Europei într-o stare bună, prin angajamente cu caracter obligatoriu, cum sunt Directivele cadru privind Apa, Solul, directivele „Habitat”, „Păsări” și Calitatea aerului.

Al doilea domeniu de acțiune prevede condițiile care vor contribui la transformarea UE -28 într-o economie caracterizată prin utilizarea eficientă a resurselor și emisii reduse de dioxid de carbon. Acțiunile prevăd realizarea completă a pachetului privind clima și energia pentru atingerea obiectivelor 20-20-20, ameliorarea factorilor de mediu, diminuarea impactului ecologic al consumului, inclusiv reducerea risipei de alimente și utilizarea mai eficientă a biomasei și a apei. O atenție mare se va acorda transformării deșeurilor într-o resursă, prin accentuarea măsurilor de prevenire, re folosire și reciclare, precum și de eliminare treptată a practicilor risipitoare și dăunătoare cum este depozitarea deșeurilor.

Țintele pachetului privind energia și mediul urmăresc reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră cu 20% până în anul 2020 și 40% pentru 2030, față de anul 1990, 20% în 2020 și 27% până în 2030 din energia utilizată să provină din surse regenerabile și creșterea eficienței energetice cu 20% până în 2020 și cu 27% până în 2030 (Comunicarea Comisiei privind clima și energia în perioada 2020-2030 - COM(2014) 0015).

Al treilea domeniu cheie de acțiune vizează riscurile privind sănătatea și bunăstarea oamenilor, cum ar fi poluarea solului, aerului și a apelor, poluarea fonică și substanțele toxice.

Programul de acțiune pentru mediu (PAM) solicită repartizarea unei cote de cel puțin 20% din bugetul UE, pe 2014-2020, pentru atenuarea schimbărilor climatice și adaptarea la acestea.

Directiva 91/676/CEE a Consiliului, privind nitrații, urmărește reducerea poluării apelor cu nitrați prin măsuri care trebuie aplicate de către statele membre prin:

- monitorizarea apei, de toate tipurile, în ceea ce privește concentrația de nitrați și starea trofică;
- identificarea apelor poluate sau cu risc de poluare, pe baza criteriilor definite în anexa I la Directivă;
- desemnarea zonelor vulnerabile la nitrați și anume zonele care alimentează apele și contribuie la poluare;
- stabilirea unor coduri de bune practici agricole, puse în aplicare pe întregul teritoriu al statelor membre;
- stabilirea unor programe de acțiune care includ măsuri de prevenire și reducere a poluării apelor cu nitrați și care se aplică în mod obligatoriu în zonele vulnerabile la nitrați desemnate sau pe întregul teritoriu;
- reexaminarea și, dacă este necesar, revizuirea listei cu zonele vulnerabile la nitrați și a programelor de acțiune, cel puțin o dată la patru ani;
- înaintarea către Comisie, o dată la patru ani, a unui raport privind punerea în aplicare a Directivei.

Rapoartele înaintate de statele membre, conform articolului 10 din Directiva nitrați, trebuie să conțină informații privind codurile de bună practică agricolă, analiza calității apelor și un rezumat al programelor de acțiune elaborate pentru zonele vulnerabile la nitrați.

Efectivele mari de animale concentrate într-un loc sau într-o regiune prezintă riscuri importante pentru mediu, deoarece din gunoiul de grajd generată pot ajunge în apă nitrați și fosfați iar în aer amoniac și oxizi de azot.

Conform Eurostat și Asociația producătorilor de îngrășăminte cantitatea de îngrășăminte minerale cu azot utilizată în UE-28 din 2010 a rămas aproximativ constantă.

În 2011, 14,4% din stațiile de monitorizare a apelor subterane, din UE-28, au înregistrat valori de peste 50 mg nitrați la litru, iar 5,9% au înregistrat valori între 40 și 50 mg. Rezultatele arată o îmbunătățire față de perioada anterioară, în care 15% din stații înregistrau valori de peste 50 mg, iar 6% valori între 40 și 50 mg. Cele mai scăzute concentrații de nitrați au fost identificate în Finlanda, Suedia, Letonia, Lituania și Irlanda iar cele mai ridicate concentrații s-au înregistrat în Malta și Germania.

Directiva privind nitrații impune și contribuie la reducerea emisiilor de amoniac și de protoxid de azot datorită impactului global asupra

gestionării mai bune a gunoiului de grajd și asupra utilizării optime a îngrășămintelor, în funcție de nevoile culturilor. Extinderea zonelor vulnerabile la nitrați și aplicarea aceluiași norme și în afara acestora, vor determina diminuarea suplimentară a emisiilor respective în aer.

Continuarea punerii în aplicare a Directivei privind nitrații va contribui, de asemenea, la utilizarea eficientă a gunoiului de grajd și a îngrășămintelor minerale, în conformitate cu Comunicarea privind utilizarea durabilă a fosforului [COM(2013) 517].

11.3.2 EFECTUL ASOLAMENTELOR ASUPRA ÎNSUȘIRILOR FIZICE ALE SOLULUI

Fizica solului studiază procesele și fenomenele fizice, care au loc în sol, regimurile aero-hidrice ale acestuia, precum și utilizarea lor în soluționarea problemelor practice din activitatea agricolă. Fizica solului cuprinde studii pentru toate componentele solului și anume: fizica părții solide a solului (granulometrie, structură, așezare, compactare), fizica apei și a soluției solului (reținerea, mișcarea și accesibilitatea apei), fizica gazelor (aerul solului și regimul de aeratie) și fizica căldurii, care determină regimul termic al solului.

Andrei Canarache definea fizica solului ca „disciplina științifică care aplică principiile, legile și procedeele fizicii generale în studiul solului”.

Fizica solului studiază factorii fizici ai solului care creează condițiile în care solul funcționează ca mediu de creștere și dezvoltare a plantelor, ca sursă de elemente minerale și apă pentru acestea.

Valorile celor trei faze sunt considerate optime atunci când un sol are jumătate din volum reprezentat de partea solidă și jumătate de partea poroasă, din care două treimi este ocupată de faza lichidă (33%) și o treime de cea gazoasă 17%.

Din punct de vedere fizic solul este definit ca un sistem heterogen, polifazic, dispers, structurat și poros (48). Componentele sistemului cuprind: partea solidă (matricea) format din particulele elementare de diferite dimensiuni (textura), modul de asociere (structura), așezare (densitatea aparentă) și porii pentru apă sau aer care formează porozitatea solului.

Din punct de vedere fizic interesează mărimea particulelor elementare, care se separă în fracțiuni granulometrice fine, alcătuite la rândul

lor din particulele cele mai mici de argilă, cele intermediare de praf și cele mai mari de nisip, și partea grosieră care constituie scheletul solului.

Sub aspect mineralogic particulele elementare sunt alcătuite dintr-un amestec de cuarț și alumino-silicați diverși, în cea mai mare parte cristalizați, împreună cu unele cantități de oxizi și hidroxizi de fier, aluminiu etc. Majoritatea solurilor cultivate au cantități importante de carbonați, materie organică și chiar material scheletic iar natura mineralogică și cea a cationilor adsorbiți influențează foarte mult funcțiile solului.

Textura, prin alcătuirea granulometrică, numită și compoziție mecanică, sau granulozitate în geotehnică, reprezintă conținutul procentual al diferitelor fracțiuni granulometrice.

Capacitatea solului de a reține substanțele nutritive din soluția solului este dată de componenta coloidală (argila <0,0002 mm) și pH. Cernoziomul cambic de la Podu-Iloaiei, Iași, are un conținut de argilă în orizontul Am (0-39 cm) între 39,3 și 44,5% iar conținutul de humus de 3,32% (tabelul 11.16).

Tabelul 11.16

**Compoziția granulometrică a cernoziomului cambic
de la Podu-Iloaiei, Iași**

Orizont	Adâncimea (cm)	Compoziția granulometrică			
		<0,002	0,002-0,02	0,02 – 0,2	0,2 – 2
Ap ₁	0-16	39,3	30,0	29,7	1,0
Ap ₂	16-27	42,0	30,4	27,6	0,0
Am	27-39	44,5	31,6	23,9	0,0
A/B	39-55	43,1	30,8	26,1	0,0
Bv ₁	55-70	41,7	30,2	28,1	0,0
C ₁	80-100	31,3	26,9	40,3	1,5

Solul este un *sistem polifazic* pentru că în alcătuirea lui sunt prezente toate cele trei faze (solidă, lichidă și gazoasă), *sistem dispers* deoarece componentele solide sunt de dimensiuni de la microni până la centimetri, *un sistem structurat* deoarece particulele elementare sunt reunite în formațiuni structurale de diferite forme și dimensiuni (bulgări, glomerule, prisme etc.) și este un *sistem poros*, pentru că particulele sunt așezate mai mult sau mai puțin dens, atât în interiorul formațiunilor structurale cât și între acestea rămânând spații libere, în care se găsesc fazele lichidă și gazoasă (48).

Clasificarea texturală este esențială pentru cunoașterea însușirilor fizice, agronomice și ameliorative ale solului. În clasificarea morfogenetică, după ICPA București, marea majoritate a tipurilor genetice de sol pot avea aproape orice fel de textură, în funcție de condițiile litologice în care s-au format (roca de solificare), excepție făcând doar vertisolurile (argiloase) și psamosolurile (nisipurile) (tabelul 11.17).

Tabelul 11.17

Clasificarea texturală a pământului fin al solurilor (92)

Grupe de clase și subclase texturale ale pământului fin	Conținutul (% din material silicatic) de:		
	Argilă ($< 0,002$ mm)	Praf ($0,02 - 0,002$ mm)	Nisip ($2 - 0,2$ mm)
Granulometrie grosieră			
Nisip	< 6	< 33	> 62
Nisip lutos	6-12	< 33	56 - 94
Granulometrie mijlocie - Lut nisipos			
Lut nisipos mediu	13 - 20	< 33	48 - 87
Lut nisipos prăfos	< 20	33-50	30-67
Praf	< 20	> 50	< 50
Lut nisipo- argilos	21-32*	< 15	54-70
Lut mediu	21-32	15-32	23-52
Lut prăfos	21-32	33-70	> 47
Granulometrie fină - Lut argilos			
Argilă nisipoasă	33-45	< 15	41-67
Lut argilos mediu	33-45	15-32	23-52
Lut argilos prăfos	33-45	33-67	< 35
Argilă lutoasă	46-60	< 33	8 - 32
Argilă prăfoasă	46-60	33-54	< 22
Argilă medie	61-70	< 40	< 40
Argilă fină	> 70	< 30	< 30

Argila este singura fracțiune granulometrică a solului care, împreună cu materia organică, prezintă însușiri precum adsorbția apei, a cationilor schimbabili, adeziunea, plasticitatea, contracția, gonflarea, capacitatea de formare a agregatelor structurale etc.

Textura, prin valoarea densității aparente, a porozității și a celorlalte însușiri fizice, afectează însușirile chimice, precum capacitatea de schimb cationic și ritmul de modificare a conținutului de elemente minerale din sol.

Structura, este proprietatea particulelor elementare de sol de a se uni prin intermediul coloizilor organici, organo-minerali și minerali și a forma agregate, de diferite forme și mărimi. Pentru aprecierea stării structurale a solului se au în vedere tipul de structură, mărimea elementelor structurale și gradul de dezvoltare al structurii.

După forma pe care o au agregatele din masa solului se disting următoarele tipuri de structură: glomerulară, grăunțoasă, poliedrică, angulară, prismatică, columnoid prismatică, columnară, lamelară etc.

Dintre coloizii organo-minerali, rolul cel mai important în procesul de agregare îl au humusul și argila.

Humusul are capacitatea de agregare de circa 12 ori mai mare decât argila și determină formarea de agregate de dimensiuni mici, cu o rezistență mecanică mică, dar cu o stabilitate hidrică ridicată.

Argila favorizează formarea de agregate structurale mari, cu rezistență mecanică ridicată, dar cu stabilitate hidrică scăzută.

O structură bună a solului se formează când humusul este alcătuit din acizi huminici iar argila din minerale de tipul montmorilonit sau beidellit, care absorb mai multă apă și conferă o stabilitate hidrică mai mare, iar argila și humusul au adsorbiți cationi de calciu și magneziu care provoacă o coagulare ireversibilă.

Stabilitatea hidrică este cea mai importantă proprietate a structurii solului, și reprezintă proprietatea agregatelor de a rezista la acțiunea dispersantă a apei. Limitele de interpretare a valorilor hidrostabilității agregatelor, după ICPA, sunt prezentate în tabelul 11.18.

Tabelul 11.18

Clasele de valori ale hidrostabilității agregatelor

Nr. crt.	Clasele de valori ale hidrostabilității	Agregate hidrostabile > 0,25 mm (%)
1.	Foarte mică	< 3
2.	Mică	3,1-10
3.	Mijlocie	10,1-20
4.	Mare	20,1-40
5.	Foarte mare	40,1-60
6.	Extrem de mare	> 60

Separarea elementelor structurale pe clase de dimensiuni se efectuează prin cernere uscată la umiditatea naturală a solului. Dexter (49)

delimitează agregatele după dimensiuni în: *microagregate* cu diametrul de 0,02-0,25 mm, *agregate*, cu diametrul de 0,25-15 mm și *bulgări*, formațiuni structurale cu peste 15 mm diametru.

Asolamentele cu leguminoase sau graminee perene și activitatea coprogenă a lumbricidelor favorizează formarea structurii solului (tabelul 11.19).

Tabelul 11.19

Procentul de agregate hidrostabile la diferite soluri și folosințe agricole (49)

Solul	Folosința	% agregate hidrostabile cu diametrul (mm) de:						
		>5	5-3	3-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	Total >0,25
Cernoziom tipic Mărculești	Arabil	6,7	8,8	7,9	13,0	12,7	16,0	65,1
	Pajiște	9,7	24,1	13,2	17,8	7,8	6,9	79,5
Cernoziom cambic Fundulea	Arabil	0,5	3,1	3,4	11,7	15,4	24,1	58,2
	Pajiște	5,9	22,6	12,3	20,6	10,2	10,0	81,6
Cernoziom cambic Podu Iloaiei	Arabil	2,6	6,2	7,4	11,2	13,0	15,4	55,8
	Pajiște	7,2	23,2	15,4	12,3	11,0	9,4	78,5

În ultimii ani metodologia de cercetare a structurii prin analiza micromorfometrică și microscopică a secțiunilor subțiri de sol poate descrie structura plasmei și stabilirea factorilor care au determinat formarea structurii solului. Din cele trei grupe de elemente structurale menționate anterior, frecvent se determină cele care aparțin macrostructurii.

Un pat germinativ pregătit optim trebuie să conțină 30-50% elemente structurale cu diametrul sub 1 mm și se diferențiază în funcție de planta cultivată. Conținutul optim al elementelor cu diametrul de 30-50 mm trebuie să fie de cel mult 10% pentru porumb și floarea-soarelui și de 10-20% pentru grâu și mazăre [Birkas (50)].

Pentru determinarea calității lucrărilor de arat sau de pregătire a solului pentru semănat, se determină gradul de mărunțire, prin cernerea uscată a unei probe de sol prin sita de 5 mm. Masa de sol cernută se raportează la masa totală de sol luat în determinare.

Pentru solurile din Germania, Petelkau (91) recomandă, pe culturi, între 40-75% elemente structurale mai mici de 10 mm, 70-90% elemente structurale <40 mm și absența elementelor structurale >80 mm.

Solul reprezintă rezultatul acțiunii tuturor acestor procese pedogenetice și evoluția acestuia continuă și în prezent, fiind influențată de

factorii naturali și de activitățile antropice care, prin procesele tehnologice, modifică în timp caracteristicile profilului de sol.

Activitatea agricolă modifică în timp proprietățile fizice, chimice și biologice ale solului și determină apariția unor efecte negative, ca reducerea conținutului solului în materie organică și substanțe nutritive sau curențe în elemente minerale la plante. Cunoașterea influenței factorilor de mediu și a tehnologiilor asupra productivității solului permite dirijarea fertilității acestuia și evaluarea impactului economic pe termen lung a activităților agricole.

În Câmpia Moldovei condițiile diferite de relief, climă și vegetație, fragmentarea și diversitatea formelor de relief, reprezentate prin platouri, versanți și văi, afectate de procese de pantă sau de microclimatul iazurilor, au determinat formarea unei game variate de soluri. Procesele pedogenetice care au stat la baza formării solurilor din bazinul hidrografic Bahlui, sunt, în cea mai mare parte specifice zonei de silvostepă, pentru cernoziomurile tipice și cambice și mai puțin zonei de pădure, întâlnită în partea sudică a arealului (tabelul 11.20).

Tabelul 11.20

**Înșușirile fizice ale principalelor tipuri de soluri din
Bazinul hidrografic al Bahluiului**

Nr. crt	Tip subtip	Ori-zont	Adân-cimea (cm)	A %	Da gr/cm ³	PT %	PMN %	CO %	GT % volum
1.	Cernoziom tipic	Ahd	15-20	34,1%	1,62	39,5	50,6	12,6	21,9
		Am	30-35	33,5%	1,35	49,6	50,5	12,4	1,8
2.	Cernoziom cambic tipic	Ap	15-20	37,2	1,33	50,4	51,1	13,5	1,4
		Am	35-40	36,4	1,32	50,7	50,9	13,5	17,2
3.	Cernoziom cambic tipic	Ahd	15-20	37	1,62	39,5	51	13,2	22,6
		Am	35-40	44,3	1,44	46,3	52,2	14,7	11,3
4.	Cernoziom cambic tipic- slab erodat	Ap	0-15	33,1	1,41	47,8	50,2	11,5	4,8
		Ahd	20-30	34,9	1,56	41,8	50,9	11,8	17,8
5.	Cernoziom cambic tipic moderat erodat	Ap	0-20	40,5	1,38	48,3	51,6	12,3	6,5
		Ahd	21-30	47,3	1,39	47,2	52,7	13,2	12,3
6.	Cernoziom cambic tipic degradat	At	0-10	39,1					
		Am	15-30	38,0	1,39	47,8	51,4	13,9	11,2
		A/B	40-50	37,0	1,37	48,6	51,2	13,8	8,9
A - argilă, Da - densitatea aparentă, PT - porozitatea totală, PMN - porozitatea minimă necesară, CO – coeficientul de ofilire, GT - gradul de tasare									

Eroziunea provocată de apă, este prezentă pe toate suprafețele înclinate, iar intensitatea procesului este influențată de numeroși factori, dintre care înclinarea și lungimea versanților, alcătuirea petrografică și modul de utilizare al terenului au influența cea mai mare. Pe pantele cu terenuri argiloase, cu înclinări ce depășesc 10 – 15%, solul este puternic erodat, iar argilele și marnele sarmatice apar la zi, ceea ce determină formarea sărăturilor, care sunt evidente în perioadele secetoase, sub forma unor pete albicioase. Materialele erodate sunt depuse în sectoarele cu pante mai mici, șesuri și în albiile râurilor, a căror turbiditate atinge valori foarte ridicate, până la 2,5-5 g/l.

Asolamentele care cuprind leguminoase și graminee perene, contribuie în mod evident la îmbunătățirea însușirilor fizice ale solului, fapt semnalat și de Russell A.E. (51) pe molisurile din Iowa, SUA (tabelul 11.21), care a urmărit influența pozitivă a asolamentelor ce includ lucernă și a fertilizării de lungă durată asupra însușirilor fizice ale solului.

Tabelul 11.21

Influența rotației culturilor și a fertilizării cu azot asupra densității aparente a solului (g/cm³)

Rotația culturilor	Adâncimea (cm)		
	0 - 5	6 - 15	16 - 30
Porumb-soia	0,96	1,06	1,18
Monocultură porumb	1,01	1,07	1,12
Porumb-porumb-ovăz-lucernă	0,87	1,01	1,08
Porumb-ovăz-lucernă-lucernă	0,88	0,99	1,07
DL 5%	0,14	0,06	0,09

Legislația propusă în Directiva COM 232 are ca obiectiv protejarea solului și conservarea capacității acestuia de a-și îndeplini funcțiile sale economice, sociale și de mediu. Directiva are în vedere identificarea zonelor cu risc de eroziune și cu materie organică în declin precum și a celor afectate de compactare, salinizare și de alți factori de degradare.

Formarea și evoluția solului este dependentă de textură, structură, materia organică care sprijină viața din sol, apa, aerul, elementele minerale, porozitatea și cantitatea de biomasă vegetală, rădăcini și resturi vegetale rămasă anual în sol. Procentul în care diferite componente texturale participă la formarea părții organo-minerale a solului are o importanță foarte mare în aprecierea calității acestuia.

11.3.3 EFECTUL ASOLAMENTELOR ASUPRA ÎNSUȘIRILOR AGROCHIMICE ALE SOLULUI

Davidescu (51), arată că *fertilitatea este capacitatea solului de a pune la dispoziția plantelor în tot timpul vegetației, în mod permanent și simultan, substanțele nutritive și apa, în cantități îndestulătoare față de nevoile acestora și de a asigura condițiile fizice și biochimice necesare creșterii și dezvoltării plantelor, în ansamblul satisfacerii și a celorlalți factori de vegetație.*

Bilanțul rezervei de humus din sol trebuie controlat la toate culturile din asolament, timp de mai multe cicluri de rotație, pentru a surprinde efectele cumulate și interacțiunile dintre toți factorii care contribuie la formarea recoltei și la menținerea fertilității solului (asolamentul, lucrările solului, fertilizarea, irigația, însușirile solului, temperatura și umiditatea solului, eroziunea etc.) și care sunt implicați în procesele de humificare și mineralizare a materiei organice din sol [Andrieș (52); Dumitrescu (18); Dyke (39); Hera (47); Hilton (53); Ionescu Șișești (2); Ioniță (55); Jităreanu (20); Johnston (42); Lauret (26); Moga (56); Moldovan (27); Moss (36); Poulton (38); Russel (56); Ștefanic (57); Vîntu (58); Weiwei (59)].

Cercetările efectuate în diferite țări, în ultimile două decenii, au urmărit diversificarea sistemelor de cultură și au recomandat în special, creșterea procentului de leguminoase și graminee perene și a cantității de resturi vegetale redacte solului în cadrul asolamentelor, pentru reducerea eroziunii și creșterea fertilității acestuia [Shang (63), Mitra (62), Jităreanu (20), Lal (60), Ailincăi (61)].

Aplicarea resturilor vegetale asigură reciclarea substanțelor nutritive pentru plante, cu un aport de 30-70 kg de N, P, K, Ca și Mg pentru fiecare tonă de biomasă și determină reducerea temperaturii și a eroziunii solului, îmbunătățirea structurii și a capacității de infiltrare a apei și creșterea conținutului de carbon organic din sol.

Aplicarea îndelungată a dozei de 35 t/ha gunoi a determinat în experiențele de lungă durată de la Rothamsted, Anglia, creșterea de peste trei ori a conținutului de carbon organic din sol în comparație cu varianta nefertilizată (tabelul 11.22).

Tabelul 11.22

**Variația conținutului de carbon organic din sol (%) în experiențele
de lungă durată de la Rothamsted, UK (0-23 cm)**

Anul	Nefert.	PKMg din 1852	PKMg+ 44 kg N din 1852	35 t/ha gunoi din 1843	35 t/ha gunoi din 1885 ^a	35 t/ha gunoi din 1968-2000 ^b
1843	1,00	1,00	1,00	1,00		
1865	0,94	0,98		1,80		
1881	0,93	0,96	1,19	1,93		
1884					0,93	
1893	0,78	0,89	1,07	2,15	1,55	
1914	0,84	0,91	1,14	2,66	2,07	
1936	0,91	0,91		2,36	2,02	
1944	0,96	0,96	1,14	2,45	2,09	
1966	0,87	0,94	1,08	2,61	2,28	
1967						0,81
1987	0,90	0,91	1,12	2,82	2,34	
1992	0,77	0,94	1,07	2,68	2,67	2,05
1997	0,75	0,82	1,03	2,93	2,62	2,01
2000	0,85	0,91	1,15	2,89	2,75	2,36
2005	0,83	0,88	1,05	2,99	2,56	1,99
2010	0,85	0,90	1,04	2,97	2,89	1,94
^a 35 t/ha gunoi din 1885 + 96 kg N din 1968 + 144 kg N din 2005						
^b 35 t/ha gunoi din 1968 - 2000 + PK + 96 kg/ha N din 1968 -1984, + PK + 192 kg/ha N din 1985-2000						

Efectul ameliorativ al rotației culturilor și a fertilizării de lungă durată asupra conținutului de carbon organic și a însușirilor fizice ale solului sunt susținute și de rezultatele obținute de Russell A.E. (64), în experiențele executate pe molisolurile din Iowa, SUA (tabelul 11.23).

Tabelul 11.23

**Influența rotației culturilor și a fertilizării cu azot asupra
conținutului de carbon organic din sol (g/kg sol) (0-15 cm) (64)**

Rotația	Fertilizare cu azot (kg/ha)				Media	DL 5%
	0	90	180	270		
Porumb - soia	30,7	30,9	32,0	29,3	30,7	19,2
Monocultură porumb	28,3	30,9	34,3	31,9	31,3	16,2
Porumb - porumb - ovăz - lucernă	37,7	33,8	36,2	37,1	36,2	10,9
Porumb - ovăz - lucernă - lucernă	33,3	38,8	35,7	37,3	36,3	15,8
DL 5%	14,9	24,0	8,6	13,8		

Lipsa surselor de carbon din unele rotații și lucrările intense ale solului expun agregatele de sol la o descompunere mai rapidă a humusului.

Campbell, C.A. (30), pe un cernoziom cu pantă mică și un pH de 6,5 a arătat că după 36 de ani, aplicarea azotului în rotația ogor - grâu - grâu, unde s-au folosit resturi vegetale de grâu, nu a influențat producția de grâu după ogor, însă a influențat aportul de N în următoarele decade ale studiului. În medie, grâul a primit prin resturile vegetale de grâu (paie) aproximativ 32 kg N/ha/an, în primii 18 ani, și aproximativ 50 kg/ha/an azot în următorii 11 ani. Condițiile climatice din perioada de experimentare, 1967-2002, s-au caracterizat print-o cantitate de precipitații, înregistrată în perioada de vegetație (mai-august), de 203 mm (cu 7 mm mai puțin față de media multianuală pe 106 ani din zonă) și o evapotranspirație potențială, în aceeași perioadă, de 688 mm. Efectul aplicării azotului asupra producției de grâu, ca urmare a aplicării paielor, a fost mult mai mare, în perioada 1985 – 2002, datorită condițiilor mai bune de umiditate (tabelul 11.24).

Rezultatele obținute, în ultimii 36 de ani, privind producția de resturi vegetale, a permis stabilirea ecuațiilor de calcul pentru culturile de:

- grâu de toamnă:

producția de paie (y) = $89 + 1,68 \times$ producția de boabe,

$$r^2=0,76^{***}, n= 22;$$

- seară: $y = 1110 + 1,20 \times$ producția de boabe, $r^2 = 0,71^{***}$, $n = 22$;

- în fibră: $y = 51 + 1,94 \times$ producția de fibre, $r^2 = 0,81^{***}$, $n = 17$.

Aceste date sunt foarte importante pentru controlul materiei organice din sol și pentru cunoașterea cantităților de resturi vegetale disponibile pentru hrana animalelor sau așternut, pentru producția de celuloză, etanol, sau pentru controlul eroziunii.

În rotația ogor-grâu-grâu, fertilizată cu azot și fosfor, conținutul de NO_3 din sol în primăvară (149 kg/ha), pe adâncimea de 0-120 cm, a fost cu 10% mai mare, în comparație cu aceeași rotație în care s-au aplicat numai îngrășăminte cu fosfor (136 kg/ha), fapt explicat prin exportul mai mic de azot din sol prin recoltă.

În contrast, la rotația ogor-grâu-grâu, unde s-a aplicat numai azot, conținutul de NO_3 din sol (191 kg/ha), pe adâncimea de 0-120 cm, a fost cu 28% mai mare față de aceeași rotație în care s-au aplicat îngrășăminte cu azot și fosfor (149 kg/ha) (tabelul 11.25).

Tabelul 11.24

**Producția de grâu de toamnă și exportul de azot din sol la diferite rotații
(1985-2002) (30)**

Rotația	Producția de boabe (kg/ha)	Producția de paie (kg/ha)	Cantitatea de azot din producție (kg/ha)
Monocultură grâu (N+P)	1820	3170	62,0
Monocultură grâu (P)	1230	1720	34,0
Ogor ¹ -grâu (N+P)	2560	4120	82,0
Ogor-grâu-grâu (P)	2430	3680	70,0
Ogor- grâu-grâu (N)	2160	3300	72,0
Ogor- grâu-grâu (N+P)	2640	4270	86,0
Ogor - in - grâu (N+P)	1160	2380	53,0
Ogor- secară - grâu (N+P)	3410	4960	78,0
Ogor ² -grâu-grâu (P)	1240	1690	34,0
Ogor- grâu-grâu (N)	1590	2600	54,0
Ogor- grâu-grâu (N+P)	1830	2980	57,0
Ogor- in -grâu (N+P)	1940	3050	63,0
Ogor- secară - grâu (N+P)	2180	3550	60,0

¹ ogor negru, ² miriște

Tabelul 11.25

Influența rotației și a fertilizării asupra conținutului de azot din sol în primăvară (1967-2002) (30)

Rotația	Cantitatea de N- NO₃ din sol (kg/ha) pe adâncimea de:			
	0-30 cm	30-60 cm	60-90 cm	90-120 cm
Monocultură grâu (N+P)	27	15	15	32
Monocultură grâu (P)	15	12	12	25
Ogor ¹ -grâu-grâu (P)	55	25	25	31
Ogor- grâu-grâu (N)	57	32	32	70
Ogor- grâu-grâu (N+P)	53	28	28	40
Ogor - in - grâu (N+P)	56	30	30	56
Ogor- secară - grâu (N+P)	54	28	28	24
Ogor ² -grâu-grâu (P)	23	16	16	32
Ogor- grâu-grâu (N)	27	24	24	67
Ogor- grâu-grâu (N+P)	25	20	20	39
Ogor- in -grâu (N+P)	28	22	22	55
Ogor- secară - grâu (N+P)	25	18	18	24

¹ ogor negru, ² miriște

Conținutul de NO_3 din zona radiculară a fost mai mare cu 20% în rotația ogor-grâu-grâu, care a primit îngrășăminte cu azot și fosfor, față de fertilizarea numai cu fosfor și cu 39% mai mare în monocultura de grâu fertilizată cu NP, față de monocultura fertilizată numai cu fosfor. Aceasta susține ideea că fertilizarea unilaterală cu azot poate determina levigarea azotului, care a fost găsit în cantitate mai mare pe adâncimea de 90-120 cm a profilului de sol, cu efecte negative asupra mediului.

Procesele de humificare și de mineralizare a materiei organice din sol sunt influențate în principal de însușirile solului, fertilizare, asolament și condițiile climatice. În experiențele de lungă durată, după 60 de ani de experimentare, s-a constatat că în parcela fertilizată anual cu gunoi de grajd s-a mineralizat 4,4% din humus, în cea fertilizată cu îngrășăminte minerale 2% iar în parcela cu martorul nefertilizat s-a mineralizat doar 1% [Welte și Timmerman, citat de Lixandru, (65)].

Solul, prin însușirile fizico-chimice, determină anumite interacțiuni cu îngrășămintele aplicate, cu repercusiuni asupra creșterii și dezvoltării plantelor și a eficienței economice a acestora.

În funcție de nevoia de îngrășăminte (65), solurile se clasifică în două categorii:

a. Soluri cu un necesar scăzut de îngrășăminte, care au o fertilitate naturală ridicată, o structură bună și un conținut mare de humus, bogate în elemente nutritive în forme accesibile și cu un regim aero-hidric optim.

b. Soluri cu un necesar accentuat de îngrășăminte, care ocupă majoritatea suprafețelor, au însușirile fizico-chimice nefavorabile, care trebuie corectate prin îngrășăminte, amendamente, măsuri agrotehnice și lucrări agropedoameliorative.

Spodosolurile, cambisolurile și solurile argiloiluviale au cea mai mare nevoie de îngrășăminte pentru că sunt sărace în nutrienți și pentru că precipitațiile din zonele unde sunt prezente determină o valorificare bună a elementelor nutritive. Pe aceste soluri, la majoritatea culturilor, sunt necesare atât îngrășămintele cu fosfor și potasiu dar și cele cu azot, a căror efect depinde și de corectarea acidității prin aplicarea amendamentelor calcaroase.

La majoritatea culturilor trebuie urmărită și nutriția cu microelemente care determină cantitatea și calitatea producției. La porumb și

fasole dar și la alte plante sensibile la nutriția cu acest element, apare frecvent carența de zinc.

Analizând bilanțul humusului din sol, după 18 ani de aplicare anuală a unor îngrășăminte organice, Nyeroud și colab., citați de Lixandru (65), au constatat că asigurarea unui bilanț pozitiv al acestuia s-a înregistrat la fertilizarea cu gunoi în doză de 35 t/ha (tabelul 11.26).

Tabelul 11.26

**Bilanțul humusului din sol, după 18 ani de aplicare anuală
a unor îngrășăminte organice (kg/ha) (65)**

Fertilizare organică	Creșteri anuale	Pierderi anuale	Bilanț anual	Bilanț cumulat pe 18 ani	Bilanț Anual %
Martor nefertilizat	570	1020	-450	-8100	-0,015
Îngrășământ verde	770	1020	-250	-4500	-0,008
Paie ca îngrășământ	930	1020	-90	-1620	-0,003
Gunoi de grajd, 25 t/ha	1500	1020	+480	+8640	+0,016
Gunoi de grajd, 35 t/ha	2430	1020	+1410	+25380	+0,047

Cultivarea gramineelor perene a determinat formarea unei cantități de peste 1000 kg/ha/an humus (tabelul 11.27), din care peste 800 kg/ha/an a reprezentat contribuția rădăcinilor și a miriștii.

Tabelul 11.27

**Contribuția resturilor vegetale și a îngrășămintelor organice
la formarea humusului (kg/ha/an) (65)**

Nr. crt.	Cultura	Humus format (kg/ha)		
		Din rădăcini + miriște	Din paie (partea aeriană)	Total
1.	Cereale păioase	350	550	900
2.	Porumb	350	550	900
3.	Cartof	200	100	300
4.	Sfeclă	200	500	700
5.	Mazăre	350	400	750
6.	Soia	300	200	500
7.	Ierburi perene	800	200	1000
8.	Îngrășământ verde	-	400	400
9.	Gunoi grajd, 10 t/ha	-	-	800

Kundler P. (65) a definit coeficientul izohumic printr-un factor de conversie a îngrășămintelor organice în humus (F) (tabelul 11.28). Se constată că valorile factorului de conversie F, are valori maxime la aplicarea compostului din resturi menajere, cu 90% substanță uscată și la aplicarea paielor (0,68), urmat de aplicarea gunoiului de grajd cu 25-30% substanță uscată și valori minime la aplicarea îngrășămintelor verzi și a nămolurilor (0,04-0,10).

Ca o caracteristică generală, necesitățile de bor ale plantelor dicotiledonate sunt mult mai ridicate decât ale monocotiledonatelor. O recoltă de porumb siloz extrage 40-90 g bor /ha/an, sfecla pentru zahăr 350-400g B/ha/an iar lucerna 1-2 g B/ha/an. Deficiența de bor a fost semnalată pe solurile sărace în materie organică (0,1 ppm B). Conținutul de 0,5- 1,0 ppm bor, frecvent întâlnit la cernoziomuri, asigură necesitățile de nutriție la cele mai exigente culturi.

Tabelul 11.28

Factorul de conversie (F) al îngrășămintelor organice în humus (65)

Nr. crt.	Îngrășământ organic	F
1.	Gunoi de grajd, 25% substanță uscată	0,20
2.	Gunoi de bovine, 20% substanță uscată	0,16
3.	Gunoi de porcine, 25% substanță uscată	0,20
4.	Gunoi de ovine, 30% substanță uscată	0,24
5.	Gunoi de păsări, 30% substanță uscată	0,24
6.	Gunoi de cabaline, 25% substanță uscată	0,20
7.	Paie	0,68
8.	Compost din paie	0,20
9.	Nămoluri de la canalizarea orașelor	0,10
10.	Turbă de mlaștini inferioare	0,18
11.	Compost din resturi menajere, 90% substanță uscată	0,68
12.	Compost din resturi menajere, 60% substanță uscată	0,45
13.	Îngrășămintă verzi cu 15% substanță uscată	0,06
14.	Îngrășămintă verzi cu 10% substanță uscată	0,04

Carbonul labil determină creșterea stabilității agregatelor și a infiltrației apei în sol. Ameliorarea structurii solului alături de azotul fixat de trifoi asigură obținerea de producții mai mari [(Blair, (38)] (tabelul 11.29).

Tabelul 11.29

Dinamica conținutului de carbon organic din sol în experiențele de lungă durată de la Rothamsted, Broadbalk (38)

Rotația	Carbon total mg/kg	Carbon labil mg/kg	Carbon organic t/ha	% N
Porumb / ovăz (6 culturi de porumb, 6 culturi de ovăz și 72 de luni cu ogor în fiecare ciclu de 12 ani)	13,7b	2,8c	38c	0,12c
Porumb / porumb / ovăz / trifoi roșu, (6 culturi de porumb, 3 culturi de ovăz, 45 de luni de trifoi și 42 de luni cu ogor pe 12 ani)	19,7a	3,8b	50b	0,22b
Porumb / ovăz / trifoi roșu (4 culturi de porumb, 4 culturi de ovăz, 60 de luni de trifoi și 36 de luni de ogor pe ciclu de 12 ani)	20,7a	6,3a	96a	0,25a

Structura solului, datorită efectului pe care aceasta îl are asupra regimului de apă și aer determină regimul nutritiv al plantelor. În solurile cu structură bună procesele aerobe de la exteriorul agregatelor determină formarea produșilor oxigenați pentru nutriția plantelor iar procesele anaerobe din interiorul agregatelor păstrează humusul, care reține substanțele nutritive și apa, ce sunt eliberate treptat în funcție de consumul plantelor.

În sudul Braziliei rotațiile care cuprind leguminoase și cereale au contribuit la intrarea anuală în sol a unor cantități de carbon organic, cuprinse între 2,61 și 7,84 t/ha (tabelul 11.30). Pentru menținerea cantității inițiale de carbon în sol este necesar ca anual să existe un aport de cel puțin 10 t de materie uscată [(Vieira, (66)].

Tabelul 11.30

Dinamica cantităților de carbon organic din sol în sudul Braziliei (66)

Rotația	Densitatea aparentă t/m³, 0-7,5 cm	Intrări C t/ha/an	Carbon organic t/ha, 0-17,5 cm
Ogor -porumb	1,55	2,61	28,74
Ovăz - porumb	1,54	4,39	30,52
Borceag (măzărice+ovăz) - porumb	1,54	5,54	32,39
Borceag (măzărice+ovăz) - porumb-soia	1,54	6,60	35,61
Mazăre - porumb	1,44	7,84	38,60

Reducerea conținutului de carbon organic din sol este principalul factor care influențează nivelul de fertilitate și productivitate al solului, cu efecte negative asupra aprovizionării plantelor cu nutrienți, asupra structurii și a relațiilor solului cu apa.

Pe luvisolul luto-argilos, format pe loess, din nordul Franței aportul de resturi vegetale, în principal de la culturile de grâu și porumb, a determinat creșterea cantităților de carbon organic în sistemul de lucrare redusă a solului, în special în straturile superficiale, unde au fost încorporate. Resturile vegetale de la rotația de patru ani, grâu - orz - sfeclă pentru zahăr - mazăre, nu au determinat acumularea unor cantități mai mari de carbon organic în sol comparativ cu rotația grâu-porumb (67) (tabelul 11.31).

Tabelul 11.31

Masa solului și cantitățile de carbon organic acumulate la diferite rotații și sisteme de lucrare a solului (67)

Adâncimea cm	Sol t/ha	C.T.	DL P < 0.05	No-till	DL P < 0.05
1970 – Rotația grâu-porumb + resturi vegetale					
5,2	700	7,62	0,31	7,72	0,20
10,7	1500	16,25	0,75	16,44	0,38
16,0	2300	24,84	1,04	25,04	0,54
28,0	4060	42,32	1,42	42,52	0,88
2011 – Rotația grâu-porumb + resturi vegetale					
5,2	700	8,07	0,64	13,7	2,13
10,7	1500	17,41	1,69	22,36	2,50
16,0	2300	26,63	2,45	29,96	2,63
28,0	4060	45,91	2,67	44,48	3,05
2011 – Rotația grâu - orz – sfeclă pentru zahăr - mazăre + resturi vegetale					
5,2	700	7,50	0,12	11,14	1,24
10,7	1500	16,09	0,49	20,66	1,02
16,0	2300	24,59	0,56	28,26	0,99
28,0	4060	42,29	0,93	43,46	0,89

În Canada, după un secol de la luarea în cultură a terenului, conținutul de carbon organic din sol s-a redus cu 15-30% iar adoptarea practicilor de conservare cu rotații cu leguminoase și cu lucrări reduse ale solului, lucrări minime - MT și fără lucrări – NT, au determinat inversarea acestei tendințe [(Shrestha, (68)]. Pe cernoziomul luto-nisipos (51% lut, 31% nisip, 18% argilă) de la Centrul de cercetări agricole Saskatchewan, în rotația

grâu de primăvară-oleaginoase (in, canola și floarea-soarelui) – linte, cantitatea de carbon organic din sol, pe adâncimea de 0-15 cm, a crescut din 1995 până în 2006, cu 0,2 t/ha. Producțiile medii anuale pe rotații, în s.u., calculate din suma producțiilor anuale x 0,33, au fost mai mari în rotația cu cereale, oleaginoase și linte. Rotațiile cu ogor înțelenit, cu leguminoase anuale (mazăre, linte, soia) și cu cereale de primăvară au determinat echilibrarea balanței carbonului organic din sol (tabelul 11.32) care a crescut cu 0,3 t pe tona de carbon intrată prin rădăcini și resturi vegetale la un aport de peste 2,4 t/ha carbon. Îngrășămintele organice împreună cu cele de azot și fosfor, aplicate în funcție de cerințele plantelor și însușirile solului sunt principalele măsuri care pot echilibra bilanțul humusului din sol.

Tabelul 11.32

Producția și cantitatea de carbon organic din sol înregistrate la diferite rotații în perioada 1995-2006 (68)

Rotația și lucrările solului	Producția t/ha	C organic t/ha 0-15 cm,	Dif. C t/ha 0-15 cm	C intrări t/ha 0-20 cm
Ogor - Canola - Grâu dur - MT	1041	28,8	-0,4	19,8
Ogor - Canola - Grâu dur - NT	1071	29,3	-0,5	19,9
Ogor - Grâu dur - Linte - NT	1425	28,5	-1,6	19,6
Ogor - Mazăre - Grâu dur	1441	29,5	-0,1	19,9
Ogor - Grâu dur - Grâu dur - MT	1290	28,6	-1,3	17,6
Ogor - Grâu dur - Grâu dur - NT	1319	28,8	-1,1	18,1
Grâu dur - Oleaginoase - Linte - NT	1479	30,8	0,2	22,1
DL - (P < 0,1%)	97	2,1	2,7	2,0

Pe solurile acide, cu $pH_{H_2O} < 6,3$ se folosesc îngrășăminte cu aciditate echivalentă scăzută cum sunt nitrocalcamoniu, azotat de sodiu, azotat de calciu, uree etc. iar pe solurile alcaline, cu $pH_{H_2O} > 7,5$ se aplică sulfatul de amoniu și ureea. În privința fosforului, pe solurile podzolice acide plantele folosesc mai bine fosforul din îngrășămintele mai greu solubile.

Conform datelor obținute de Dokucaev, solurile din Republica Moldova, cu un conținut de humus de la 5 - 6 % și o rezervă în stratul 0-20 cm de circa 200 t/ha, au pierdut pe parcursul a 100 de ani de cultivare 45% din rezerva de humus, estimarea pentru 2025 fiind de 55% (tabelul 11.33).

Tabelul 11.33

Proгноza modificării conținutului de humus

Anul	Humus (%)	Rezerva în stratul de sol 0-30 cm (t/ha)	
		Humus	Azot
1897	5,0-6,0	200	10
1950	4,0-5,0	150	8
1965	3,5-4,0	180	6
1990	3,0-2,5	110	5
2025	2,5-3,0	90	4

Reducerea conținutului de humus depinde de mai multe procese însă două dintre ele sunt mai agresive, cele biologice (viteza de mineralizare a humusului) și cele erozionale. Pentru a avea un bilanț echilibrat sau pozitiv al humusului în sol este necesar ca, în medie pe asolament, să fie încorporate în sol cel puțin 10 t/ha gunoi de grajd anual. Experimental s-a stabilit că majorarea conținutului de humus cu 1% asigură obținerea în plus a 1,0 t/ha de porumb pentru boabe sau 0,8 t/ha grâu de toamnă (70).

Materia organică din sol, sub formă de humus și cea introdusă ca îngrășăminte organice, determină îmbunătățirea fertilității solului pentru că:

- *este sursa de elemente nutritive*, prin procesul de descompunere și de mineralizare, îmbogățește soluția solului cu substanțe nutritive ușor accesibile plantelor;

- *determină ameliorarea structurii solului* prin cimentarea și coagularea particulelor elementare din sol;

- *mărește capacitatea de adsorbție* a solului și împiedică spălarea substanțelor nutritive ușor asimilabile;

- *asigură un regim aero-hidric și nutritiv optim* pentru plante prin îmbunătățirea structurii solului;

- *intensifică procesul de alterare chimică și de eliberare a substanțelor nutritive*, prin procesul de mineralizare și eliberare de CO₂ și acizi organici;

- *ameliorează însușirile fizice ale solului*, care determină la rândul lor îmbunătățirea nutriției plantelor;

- *reglează, prin culoare și însușiri, regimul termic al solului*, determinând încălzirea pe timp răcoros și reducerea variațiilor de temperatură vara, influențând și condițiile de nutriție ale plantelor;

- *intensifică activitatea biologică și enzimologică din sol.*

Cercetările efectuate în S-V Suediei, pe un sol cu 40% argilă, privind pierderile de nitrați prin emisiile de N_2O și prin scurgere de azot, la diferite sisteme de cultură, arată că în perioada octombrie 2004 - mai 2005, pierderile de azot prin scurgere au fost de 10 kg/ha (cu variații între 2 și 35 kg/ha) iar emisiile de N_2O de 3 kg N_2O /ha, cu valori mai mari la culturile la care s-a încorporat îngrășământ verde [(Maria Stenberg, (71)].

Cantitatea mare scursă la secara de toamnă se datorează faptului că a urmat după cultura folosită pentru îngrășământ verde. Emisiile de N_2O au fost între 0,7 și 2,55 kg N_2O /ha, cu valori mai mari la sistemul de agricultură organică (tabelul 11.34). Pierderile de nitrați sunt semnificativ influențate de tipul de sol, condițiile climatice și sistemele de cultură practicate.

Tabelul 11.34

Cantitatea de NO_3 levigat și emisiile de N- N_2O la diferite sisteme de cultură (71)

Sistemul de cultură	rotația	Cultura	NO_3 levigat, kg/ha	Emisiile de N- N_2O , g/ ha
Sistem de cultură organic	Rapiță de toamnă pentru ulei+ îngrășământ verde – grâu de toamnă – îngrășământ verde, secară – fasole - grâu de primăvară	Fasole	19	750
		Grâu primăvară	13	1600
		Îngrășământ verde	9	2550
		Secară de toamnă	33	1550
Sistem de cultură integrat	Leguminoase și graminee perene - rapiță de toamnă pentru ulei – grâu de toamnă – ovăz – fasole - grâu de primăvară	Fasole	7	800
		Grâu primăvară	17	700

Fertilizarea excesivă și nerespectarea epocilor tehnologice de fertilizare pot determina încărcarea produselor agricole cu unele elemente sau compuși toxici (nitrați, nitriți, metale grele) care afectează calitatea produsului agricol.

Îngrășămintele contribuie la creșterea producției și la îmbunătățirea calității produselor agricole și indirect la creșterea rezistenței plantelor la concurența buruienilor, atacul dăunătorilor și patogenilor. Cu toate acestea, datorită pierderilor de nitrați și a emisiilor de amoniac, dozele maxime de azot au fost limitate în anumite zone la 150-170 kg/s.a./ha.

Reducerea scurgerilor și a pierderilor de nitrați din mediul agricol se poate face prin următoarele măsuri:

- folosirea unor asolamente care cuprind în structura de culturi ierburi perene care împiedică levigarea nitraților;

- stabilirea dozelor de îngrășăminte după metode moderne, în funcție de însușirile solului, factorii agrofitehnici, condițiile climatice și cerințele genotipurilor cultivate;

- folosirea de îngrășăminte cu azot cu solubilitate lentă și a inhibitorilor de nitrificare;

- stabilirea dozelor și a perioadei de aplicare în conformitate cu cerințele plantelor și factorii pedoclimatici;

- protejarea solului împotriva eroziunii;

- aplicarea sistemului conservativ cu lucrări reduse ale solului;

- administrarea îngrășămintelor în benzi, la 5-6 cm sub nivelul semințelor și lateral de rând, concomitent cu semănatul și odată cu prașila mecanică, folosind îngrășămintele complexe solubile;

- folosirea îngrășămintelor organice și a diferitelor resurse organice - paie, vreji, composturi, nămoluri, îngrășăminte verzi - pentru refacerea fertilității solului;

- folosirea biofertilizanților pe bază de *Rhizobium*, pentru fixarea azotului de către leguminoase și pe bază de *Azotobacter* pentru neleguminoase.

Controlul cantităților de azot mineral din sol la începutul primăverii sau la începutul vegetației, când au loc cele mai mari pierderi de nitrați și monitorizarea bilanțului de azot din sol permite stabilirea măsurilor pentru reducerea poluării apelor cu nitrați. Poluarea cu nitrați se poate reduce prin îmbunătățirea sortimentului de fertilizanți și creșterea coeficienților de valorificare a elementelor nutritive din îngrășămintele aplicate.

Rezultatele obținute în experiențele staționare din țara noastră evidențiază că la cultura grâului, coeficientul de utilizare al azotului din îngrășăminte a crescut, prin diferite metode și epoci de aplicare a acestora, de la 33,8% la 70% și mai există încă posibilități de creștere a acestui coeficient pentru a determina o valorificare superioară a acestuia de către plante.

La porumb, prin perfecționarea metodelor de aplicare, coeficientul de utilizare al azotului din îngrășăminte a crescut de la 56% la 68% iar producția de porumb a crescut de la 8,6 la 9,4 tone/ha, ceea ce justifică cheltuielile care se fac cu aplicarea îngrășămintelor.

Introducerea în asolamentele de câmp a solilor săritoare cu leguminoase perene a determinat, pe lângă obținerea unor sporuri de producție și ameliorarea unor însușiri fizice, chimice și biologice ale solului. Rezultatele obținute au semnalat că asolamentul de 5 ani cu leguminoase și graminee perene a determinat, față de rotația grâu-porumb, limitarea scăderii pH-ului chiar în condițiile folosirii îndelungate a unor doze mari de îngrășăminte cu azot (tabelele 11.35, 11.36).

Tabelul 11.35

Variația pH-ului pe un cernoziom cambic în funcție de rotația culturilor și fertilizarea de lungă durată

Tratamentul	MG*	GP	MGP	MGPF+LP	Media agrofond
N ₀ P ₀	7,1	6,8	7,2	7,3	7,1
N ₄₀ P ₄₀	6,8	6,6	6,9	6,9	6,8
N ₇₀ P ₇₀	6,5	6,3	6,7	6,7	6,6
N ₁₀₀ P ₁₀₀	6,3	5,6	6,5	6,6	6,3
N ₄₀ P ₄₀ +30 t/ha gunoi	6,9	6,9	6,9	7	6,9
Media rotației	6,72	6,44	6,84	6,9	6,7
DL 5%					0,2
DL 1%					0,4
DL 0,1%					0,7

*MG = monocultură grâu; GP = grâu-porumb; MGP = mazăre-grâu-porumb; MGPF = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui MGPF+LP = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + leguminoase perene

Tabelul 11.36

Variația reacției solului la diferite rotații și doze de îngrășăminte pe cernoziomul cambic de la Podu-Iloaiei, Iași

Tratamentul	pH-(H ₂ O)	Dif.	Sem-nif	Rotația	pH (H ₂ O)	Dif.	Sem-nif
N ₀ P ₀	7,1	0		MG	6,72	0	
N ₄₀ P ₄₀	6,8	-0,3		GP	6,44	-0,28	⁰
N ₇₀ P ₇₀	6,6	-0,5	⁰	MGP	6,84	0,12	
N ₁₀₀ P ₁₀₀	6,3	-0,8	⁰⁰	MGPF+LP	6,9	0,18	
N ₄₀ P ₄₀ +30 t/ha gunoi	6,9	-0,2			6,7		
DL 5%		0,4			0,3		
DL 1%		0,7			0,6		
DL 0,1%		1,1			0,9		

*MG = monocultură grâu; GP = grâu-porumb; MGP = mazăre-grâu-porumb; MGPF = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui; MGPF+LP = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + leguminoase perene



Analizele efectuate după 40 de ani de folosire a diferitelor rotații, au arătat că asolamentele de câmp cu leguminoase perene au menținut reacția solului, în funcție de îngrășămintele aplicate, între 6,8 și 7,0. Rezultatele obținute arată că folosirea îndelungată a asolamentului cu leguminoase pentru boabe (mazăre, soia, fasole)-grâu-porumb-floarea-soarelui+una sau două sole săritoare cu leguminoase și graminee perene a determinat creșterea conținutului de humus din sol, de la 1,33 la 1,39%, când s-au folosit îngrășăminte minerale și de la 3,4 la 3,54%, când s-au administrat doze mici de îngrășăminte minerale plus îngrășăminte organice ($N_{40}P_{40}+30$ t/ha gunoi).

Proiectele FAO privind folosirea îngrășămintelor până în 2030, bazate pe creșterea eficienței de utilizare a elementelor minerale, prevăd creșterea consumurilor de nutrienți cu minim 37%, fapt care va atrage după sine creșterea emisiilor de N_2O prin fertilizarea cu azot, spălare sau levigare.

Preocupările recente ale cercetătorilor au în vedere utilizarea eficientă a îngrășămintelor cu azot pentru a nu polua mediul cu nitrați și pentru a controla sau menține, în limite acceptabile, reacția solului.

Din analiza datelor agrochimice reiese că îngrășămintele cu azot sub formă de azotat de amoniu au determinat scăderea reacției solului. O diminuare semnificativă s-a înregistrat în orizontul arat la rotația de doi ani (grâu-porumb), la doze mai mari de 100 kg/ha, unde valoarea pH-ului a ajuns în domeniul moderat acid (5,6-5,80).

Analizele efectuate la probele de sol din rotația grâu-porumb, au semnalat înrăutățirea însușirilor chimice ale solului. Față de rotațiile de 3 sau 4 ani, cu plante amelioratoare (leguminoase anuale pentru boabe și ierburi perene), conținutul de humus din sol a scăzut de la 3,1 la 2,86%, fosforul mobil a scăzut de la 56 la 37 ppm iar pH-ul solului a scăzut de la 7,0 la 6,6.

Introducerea în rotație a culturilor amelioratoare, anuale sau perene (mazăre, soia, lucernă, sparcetă) și folosirea îngrășămintelor minerale împreună cu gunoiul de grajd au determinat creșterea conținutului de fosfor mobil din sol la 86 ppm și creșterea conținutului de humus din sol la 3,59%.

Cuantificarea procesului de fosfatizare a solurilor cu textură luto-argiloasă și reacția slab acidă (pH 5,8-6,7), ratele medii de creștere a conținutului de fosfați mobili (PAL), în condițiile aplicării anuale timp de 40 de ani a îngrășămintelor, au o tendință de plafonare. Dozele mari de fosfor au

influențat conținutul de fosfați mobili până la adâncimi de 40-60 cm, datorită volumului edafic mai mare al solului. Rezultatele obținute privind conținutul în fosfor mobil, indică faptul că o asigurare bună a solului se realizează în cazul folosirii unei doze anuale de 60 – 80 kg/ha P₂O₅ (tabelele 11.37, 11.38).

Tabelul 11.37

Influența fertilizării de lungă durată și a rotației culturilor asupra conținutului de fosfor mobil pe cernoziomul cambic de la Podu-Iloaiei, Iași (72)

Tratamentul	MG*	GP	MGP	MGPF+LP	Media agrofond
N ₀ P ₀	12	12	15	14	13,3
N ₄₀ P ₄₀	29	25	34	33	30,3
N ₇₀ P ₇₀	43	36	47	47	43,3
N ₁₀₀ P ₁₀₀	57	47	61	63	57,0
N ₄₀ P ₄₀ + 30 t/ha gunoi	61	49	68	69	61,8
Media rotație	40,4	33,8	45,0	45,2	41,1
DL 5%					2,7
DL 1%					3,6
DL 0,1%					4,7

*MG = monocultură grâu; GP = grâu-porumb; MGP = mazăre-grâu-porumb; MGPF = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui; MGPF+LP = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + leguminoase perene.

Tabelul 11.38

Influența fertilizării de lungă durată și a rotației culturilor asupra conținutului de fosfor mobil pe cernoziomul cambic de la Podu-Iloaiei, Iași (72)

Tratamentul	P-AL ppm	Dif.	Semnif.	Rotația	P-AL ppm	Dif.	Semnif.
N ₀ P ₀	13	0		MG	40	0	
N ₄₀ P ₄₀	30	17	***	GP	33,8	-6,2	000
N ₇₀ P ₇₀	43	30	***	MGP	45	5	**
N ₁₀₀ P ₁₀₀	57	44	***	MGPF+LP	45,2	5,2	**
N ₄₀ P ₄₀ + 30 t/ha gunoi	62	49	***				
DL 5%		3,5				3,1	
DL 1%		4,7				4,2	
DL 0,1%		6,1				5,5	

*MG = monocultură grâu; GP = grâu-porumb; MGP = mazăre-grâu-porumb; MGPF = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui; MGPF+LP = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + leguminoase perene.

Analizele efectuate privind conținutul de potasiu mobil din sol la diferite rotații și doze de îngrășăminte au scos în evidență scăderea conținutului la acest element în rotația grâu-porumb și în cazul folosirii unor doze mari de îngrășăminte cu azot (tabelele 11.39, 11.40).

Tabelul 11.39

Influența fertilizării de lungă durată și a rotației culturilor asupra conținutului de potasiu mobil pe cernoziomul cambic de la Podu-Iloaiei, Iași

Tratamentul	MG*	GP	MGP	MGPF+LP	Media agrofond
N ₀ P ₀	226	186	224	238	219
N ₄₀ P ₄₀	192	172	208	224	199
N ₇₀ P ₇₀	190	166	197	214	192
N ₁₀₀ P ₁₀₀	179	156	183	195	178
N ₄₀ P ₄₀ + 30 t/ha gunoi	264	236	268	272	260
Media rotație	210	183	216	229	210
DL 5%					13
DL 1%					20
DL 0,1%					28

*MG = monocultură grâu; GP = grâu-porumb; MGP = mazăre-grâu-porumb; MGPF = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui; MGPF+LP = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + leguminoase perene.

Tabelul 11.40

Dinamica conținutului de potasiu mobil la diferite rotații și doze de îngrășăminte pe cernoziomul cambic de la Podu-Iloaiei, Iași

Tratamentul	K-AL ppm	Dif.	Semnif	Rotația	K-AL ppm	Dif.	Semnif
N ₀ P ₀	219	0		MG	210	0	
N ₄₀ P ₄₀	199	-20	⁰	GP	183	-27	⁰⁰
N ₇₀ P ₇₀	192	-27	⁰⁰	MGP	216	6	
N ₁₀₀ P ₁₀₀	178	-41	⁰⁰⁰	MGPF+LP	229	19	[*]
N ₄₀ P ₄₀ +30 t/ha gunoi	260	41	^{***}				
DL 5%		19				16	
DL 1%		27				24	
DL 0,1%		38				33	

*MG = monocultură grâu; GP = grâu-porumb; MGP = mazăre-grâu-porumb; MGPF = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui; MGPF+LP = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + leguminoase perene.

Datorită consumului mare de potasiu pentru formarea recoltei, care este egal sau mai mare decât cel de azot, refacerea acestuia are loc pe seama potasiului adsorbit fără schimb la suprafața particulelor elementare de argilă. Starea fizică a solului și dezvoltarea unui sistem radicular profund contribuie la refacerea și menținerea îndelungată a conținutului de potasiu schimbabil în stratul arat al solurilor (72).

Conținutul de humus din sol, după 40 de ani de experimentare, s-a diferențiat de la 2,83%, la rotația grâu-porumb, la 3,16 și 3,18, la asolamentele de 3 și 4 ani, cu plante amelioratoare (tabelele 11.41, 11.42)

Tabelul 11.41

Influența fertilizării de lungă durată și a rotației culturilor asupra conținutului de humus din sol pe cernoziomul cambic de la Podu-Iloaiei, Iași

Tratamentul	MG*	GP	MGP	MGPF+LP	Media agrofond
N ₀ P ₀	2,83	2,61	2,92	2,83	2,80
N ₄₀ P ₄₀	2,74	2,44	3,04	2,96	2,80
N ₇₀ P ₇₀	2,94	2,72	3,12	3,24	3,01
N ₁₀₀ P ₁₀₀	3,12	2,98	3,26	3,35	3,18
N ₄₀ P ₄₀ + 30 t/ha gunoi	3,48	3,38	3,46	3,54	3,47
Media rotație	3,02	2,83	3,16	3,18	3,05
DL 5%					0,12
DL 1%					0,22
DL 0,1%					0,34

*MG = monocultură grâu; GP = grâu-porumb; MGP = mazăre-grâu-porumb; MGPF = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui; MGPF+LP = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + leguminoase perene.

Tabelul 11.42

Influența fertilizării de lungă durată și a rotației culturilor asupra conținutului de humus din sol pe un cernoziom cambic

Tratamentul	Humus (%)	Dif.	Semnif	Rotația	Humus (%)	Dif.	Semnif.
N ₀ P ₀	2,8	0		MG	3,02	0	
N ₄₀ P ₄₀	2,8	0		GP	2,83	-0,19	0
N ₇₀ P ₇₀	3,01	0,21		MGP	3,16	0,14	*
N ₁₀₀ P ₁₀₀	3,18	0,38	*	MGPF+LP	3,18	0,16	*
N ₄₀ P ₄₀ + 30 t/ha gunoi	3,47	0,67	***				
DL 5%		0,34				0,12	
DL 1%		0,47				0,24	
DL 0,1%		0,63				0,38	

Introducerea în rotație a culturilor amelioratoare de leguminoase anuale sau perene și folosirea îngrășămintelor minerale împreună cu gunoiul de grajd a determinat creșterea conținutului de fosfor mobil din sol până la 46 ppm și creșterea conținutului de humus din sol la 3,54 % (72).

Translocarea prin rădăcini a potasiului din orizonturile profunde spre cele superficiale este intensă în solurile cu volum edafic mare, astfel că stratul superficial conține mai mult potasiu mobil decât cele subiacente.

Din analiza agrochimică a solului se constată creșteri ale conținutului de potasiu mobil în stratul arat al solului care a fost fertilizat organic.

Degradarea agrochimică a solului este un proces complex care constă în reducerea cantitativă și calitativă a rezervei de materie organică și nutrienți accesibili și modifică negativ echilibrul elementelor nutritive și reacția solului.

Stabilirea indicatorilor pentru aprecierea calității și a sănătății solurilor trebuie realizată pe baza relațiilor existente între parametrii mineralogici, fizici, chimici și biologici (fertilitatea solului) și nivelul tehnologic și managerial aplicat în cadrul asolamentului.

Stabilirea sistemelor de fertilizare a culturilor și a programelor de fertilizare pe întreaga durată a asolamentelor, reprezintă o prioritate pentru activitatea agricolă, prezentă și viitoare.

În cadrul sistemelor de fertilizare au fost rezolvate până în prezent următoarele aspecte:

- sporurile de producție obținute la diferite doze de îngrășăminte;
- evoluția unor proprietăți fizice, chimice și biologice sub influența dozelor de îngrășăminte;
- consumurile de elemente nutritive ale plantelor cultivate, pe soiuri și hibrizi precum și ale diferitelor specii de buruieni din aceste culturi;
- pierderile de humus și elemente nutritive prin eroziune și levigare;
- evoluția concentrațiilor de metale grele din sol și plante la diferite sisteme de fertilizare;
- eficiența economică a îngrășămintelor și coeficienții de utilizare a elementelor minerale.

În plus, cercetările din domeniul nutriției culturilor și a fertilității solului trebuie să dezvolte în continuare următoarele aspecte:

- evoluția fertilității solului, apreciată prin indicatorii fizici, chimici și biologici, sub influența elementelor tehnologice;

- cuantificarea exporturilor de elemente nutritive la diferite culturi agricole și la buruienile din aceste culturi;
- pierderile de humus și elemente nutritive prin eroziune, levigare, volatilizare etc.;
- evoluția concentrațiilor de metale grele din sol și plante;
- eficiența economică a îngrășămintelor și aprecierea efectului combinat al acestora, din rezervele solului (P, K) și fertilizarea curentă;
- creșterea coeficienților de utilizare a elementelor nutritive din îngrășămintele;
- urmărirea evoluției bilanțului nutrienților din sol, plantă și mediu în timpul perioadei de vegetație;
- studiul altor posibile surse de nutrienți, din fixare biologică, nămoluri, gunoi de grajd, plante leguminoase etc.;
- controlul emisiilor de N₂O, prin fertilizarea cu azot și a nitraților din agroecosistemele agricole.

Tehnologiile viitorului trebuie să folosească toate căile care îmbunătățesc eficiența utilizării azotului, reduc costurile și pierderile de nitrați din mediul agricol.

Pierderile de nitrați pot fi reduse prin adaptarea dozelor de îngrășămintele la cerințele plantelor pe faze de vegetație, folosirea rotațiilor cu leguminoase anuale și perene, reducerea dozelor la culturile succesive, folosirea lucrărilor agrotehnice, calcularea dozelor de azot pentru niveluri de producție realizabile în zonă, fără a subestima capacitatea naturală a solului de a asigura azot culturilor.

În viitor, sistemele de producție trebuie reorientate după dimensiunea durabilă a dezvoltării și interesului pentru studiile de mediu, în concordanță cu ratele de creștere din deceniile anterioare. Cercetările și prognozele trebuie să țină cont că producțiile anterioare s-au realizat în condițiile unor consumuri ridicate de resurse regenerabile și neregenerabile și în detrimentul fertilității solului. Strategiile trebuie să aibă în vedere și reciclarea materialelor reziduale organice (gunoi, nămoluri, resturi vegetale), care pot contribui substanțial la menținerea nivelurilor nutrienților în sol și la creșterea fertilității acestuia.

Dezvoltarea durabilă impune cerințe noi și reguli stricte legate de procedeele de producție și de gestiune a materialelor reziduale, pentru a controla efectele acestora asupra solurilor, plantelor, animalelor și implicit asupra sănătății umane.

Speranțe mari pentru menținerea balanței nutrienților în sol sunt așteptate de la cercetările viitoare privind fixarea fosforului, a azotului și creșterea eficienței de utilizare a nutrienților.

Cantitățile medii de îngrășăminte prognozate a fi aplicate pe terenurile arabile în anul 2030, vor fi de 71 kg s.a./ha în țările industrializate și 58 kg/ha la țările aflate în tranziție (tabelul 11.43).

Tabelul 11.43

**Cantitățile medii de NPK prognozate a fi aplicate pe terenurile arabile
în anul 2030**

Regiunea	Nutrienți (milioane tone)		Nutrienți (kg/ha arabil)	
	1997/1999	2030	1997/1999	2030
Țări industrializate	45,2	58,0	60	71
Țări în tranziție	7,6	101	49	58
Pe glob	137,7	188	92	-

În ultimile două decenii s-a urmărit producerea de îngrășăminte cu azot amoniacal sau uree împreună cu inhibitori de nitrificare, cu rol de încetinire a activității microorganismelor nitrificatoare și prelungirea astfel a duratei de transformare a moleculelor de NH_4^+ în ioni NO_3^- . Aceste îngrășăminte cu solubilitate lentă, produse industrial prin condensarea ureei cu aldehydă formică în mediul acid, sunt ureeaformaldehida, isobutilidendiureea, formalena și produse solubile de azotat de amoniu și uree acoperite cu pelicule protectoare împotriva solubilizării rapide (65).

Valorificarea eficientă a îngrășămintelor de către culturile agricole, se realizează prin asigurarea unor raporturi optime între elementele fertilizante în mediul de nutriție și prin eliminarea pierderilor de azot sau de alte elemente care au loc în sol prin diverse procese.

Dintre posibilitățile existente, care pot îmbunătăți eficiența îngrășămintelor sunt: folosirea unor sisteme de cultură integrate, care cuprind asolamente cu leguminoase și graminee perene, folosirea îngrășămintelor organice și a resturilor vegetale, aplicarea localizată a îngrășămintelor, odată cu semănatul și cu prașilele mecanice, folosirea îngrășămintelor cu solubilitate lentă, aplicare lucrărilor agropedoameliorative (afânare, amendare, fertilizare ameliorativă, drenaje) pentru menținerea însușirilor fizice, chimice și biologice ale solului în condiții optime.



Proiectele FAO privind folosirea îngrășămintelor pentru anul 2030, urmăresc controlul creșterii dozelor de îngrășămintă cu azot în anumite regiuni, comparativ cu cele din trecut. Prognozele se bazează pe creșterea eficienței de utilizare a elementelor minerale. Cu toate acestea prognozele pentru anul 2030, prevăd că între anii 2020 și 2030, creșterea consumurilor de nutrienți va fi de cel puțin 37%, fapt care va atrage după sine creșterea emisiilor de N_2O în atmosferă.

Pentru gestionarea resurselor de sol este necesar ca pentru fiecare unitate teritorială agricolă omogenă (UTAO), să se întocmească fișele și hărțile tehnologice, care să cuprindă însușirile solului și indicatorii necesari pentru aprecierea calității factorilor de mediu și pentru dirijarea practicilor agricole și de mediu.

Odată cu intensificarea producției, extinderea proceselor de degradare a solului și a mediului înconjurător, importanța acestor preocupări a crescut și au în vedere trecerea de la hărțile pedologice, care pun accentul pe distribuția spațială a unităților taxonomice și elementele mediului geografic, la hărți tehnologice digitale aplicative, cu detalii concrete privind modul de gestionare și de valorificare a resurselor de apă și sol. Din rezultatele obținute în experimentele cu îngrășămintă s-a constatat că în cazul azotului, determinarea eficienței acestuia pe baza diferențelor de producție față de varianta nefertilizată, este apropiată de realitate, pentru că azotul mineral rareori rămâne acumulat în sol.

În cazul P și K, unde rezervele disponibile pentru plante pot fi acumulate în sol de la fertilizările anterioare, aprecierea efectului combinat, de la ambele surse, respectiv din rezervele solului și fertilizarea curentă, dă o mai mare precizie privind contribuția îngrășămintelor cu fosfor și potasiu asupra producției culturilor.

Din analizele efectuate în câmpurile experimentale s-a constatat că pe solurile care au primit îngrășămintă cu fosfor și potasiu, culturile au consumat cantități importante din ambele surse de nutrienți, ca și în cazul azotului.

La culturile de grâu și porumb, azotul, pe fondul unor doze adecvate de fosfor și potasiu, a determinat creșterea producției cu 70-80%, iar la orz și cartof cu 60%. Fosforul, în prezența azotului și a potasiului, a contribuit la

creșterea producției cu 44-54% iar potasiul, în prezența unor doze suficiente de azot și fosfor, cu 40-60%.

Eficiența economică a folosirii îngrășămintelor chimice se stabilește prin sporul de producție obținut pe unitatea de substanță activă de îngrășământ folosit. Analiza productivității agriculturii de pe poziții sistemice și evaluarea ecologică a efectelor diferitelor tehnologii, permite elaborarea unor măsuri adecvate pentru conservarea și refacerea fertilității solului.

11.3.4 EFECTUL ASOLAMENTELOR ASUPRA ÎNSUȘIRILOR BIOLOGICE ȘI ENZIMOLOGICE ALE SOLULUI

Analizele efectuate pe probe de sol cu volumul de 100 cm³ în perioada mai-iulie, privind densitățile medii de microartropode au semnalat mari diferențe valorice datorate atât variației sezoniere a factorilor climatici, dar mai ales gradului de intervenție și de control uman asupra agroecosistemelor.

Din analizele efectuate de Bulimar Felicia, Huțu Marina, Vasiliu N., ICB-Iași (3), în experiențe executate pe terenuri în pantă, s-a constatat că cele mai mari valori ale densității de microartropode s-au întâlnit la cultura grâului fertilizată cu P₈₀N₁₀₀ și la porumbul fertilizat organo-mineral, iar cele mai mici în solul cultivat cu porumb și nefertilizat (tabelul 11.44).

Aceste rezultate demonstrează că un rol important în dezvoltarea faunei edafice l-a avut gradul de acoperire a terenului și aportul de substanțe minerale, care a stimulat dezvoltarea mezofaunei din sol la grâu.

La porumb, solul lipsit de vegetație în cursul iernii plus intervențiile mecanice și cu erbicide în primăvară au expus fauna edafică la condiții nefavorabile. În variantele fertilizate cu doze mari de azot au dominat colembotele, iar în solul cultivat cu porumb și fertilizat organic s-au dezvoltat mai bine acarididele care sunt dependente de mediile bogate în substanțe organice. Studiul relațiilor existente între structurile organo-minerale din sol, activitatea microorganismelor, condițiile pedoclimatice și factorii tehnologici permit cunoașterea capacității biogene a solului și o caracterizare mai bună a fertilității unui teritoriu.

Consecințele negative asupra faunei edafice au apărut datorită tratamentelor chimice și a fertilizării cu doze mari de azot, care au determinat

diminuarea competiției, prin eliminarea unui număr însemnat de oribatide, cu influențe negative asupra capacității biogene totale a solului.

Tabelul 11.44

Densitățile medii (indivizi /m²) a grupelor de microartropode edafice din culturile de grâu și porumb în diferite variante tehnologice (3)

Grupa sistematică	Grâu		Porumb		
	N ₀ P ₀	P ₈₀ N ₁₂₀	N ₀ P ₀	P ₈₀ N ₁₂₀	N ₅₀ P ₅₀ +G.40
<i>Oribatida</i>	3480	3460	520	1620	860
<i>Acaridida</i>	600	100	160	1100	80
<i>Actinedida</i>	3540	800	1200	2820	1720
<i>Colembola</i>	6620	120	440	3200	320
<i>Diptera</i>	60	20	20	20	20
Total - Detrito micetofagi	14300	4500	2340	7760	3940
<i>Heteroptera</i>	80	20	40	20	20
<i>Coleoptera</i>	100	540	640	60	100
<i>Thyzanoptera</i>	80	20	40	100	20
Total - Fitofagi	260	580	720	180	140
<i>Gamasida</i>	780	200	70	160	280
<i>Actinedida</i>	420	340	20	40	180
<i>Hymenoptera</i>	20	20	60	20	100
Total - Zoofagi	1220	560	150	220	560
Densitatea medie totală	15780	5640	3210	8160	4640
Abat. Standard (s)	48,7	41,91	45,46	57,95	26,27
Cv	44,66	91,12	45,22	87,26	30,26

Din definiția dată de Ștefanic (57) fertilității solului, această însușire fundamentală rezultă din activitatea vitală a micropopulației, a rădăcinilor plantelor, a enzimelor acumulate și a proceselor biochimice, care se desfășoară în sol, depinzând de nivelul potențial al proceselor de acumulare și mineralizare ale humusului, precum și de evoluția subsistemului ecologic și influența antropică.

Studiile efectuate în experiențele de lungă durată, cu diferite asolamente în Câmpia Moldovei, au urmărit evidențierea, pe baza analizelor de laborator, a potențialului fiziologic al solului (potențiale de respirație și de celulozoliză) și a potențialului său enzimatic (potențialul catalazic, zaharazic, ureazic și fosfatazic total), în condiții ecologice zonale specifice.

Dioxidul de carbon din sol, care rezultă din descompunerea materiei organice, activitatea microorganismelor și respirația rădăcinilor este absorbit de plante prin toate organele verzi cât și prin rădăcini. Între aerul atmosferic

și cel din sol are loc un schimb permanent de gaze. Concentrația de CO₂ din sol nu trebuie să depășească 1%, pentru că dăunează atât rădăcinilor cât și microorganismelor aerobe, iar materia organică se descompune anaerob. Dacă se ajunge la o concentrație de peste 2% CO₂ în sol germinația și creșterea plantelor încetează. Viteza de eliberare a dioxidului de carbon pe unitatea de suprafață în unitatea de timp arată potențialul de respirație al solului, care este un indicator pentru aprecierea activității biologice din sol.

Valorile potențialului de respirație al solului sunt influențate într-o mare măsură de rotațiile și nivelurile de fertilizare utilizate (tabelul 11.45).

Tabelul 11.45

**Influența rotației și a fertilizării asupra potențialului
de respirație și celulozolic al solului (57)**

Factorul		Potențialul		
A Rotația	B Fertilizare	De respirație CO ₂ mg/100 g sol	Celulozolic % celuloză degradată	(IPAV)* (%)
Grâu-porumb (a ₁)	N ₀ P ₀ -b ₁	38,15	77,26	79,89
	N ₁₀₀ P ₁₀₀ -b ₂	43,11	83,23	84,35
	N ₄₀ P ₄₀ +20 t/ha gunoi-b ₃	52,56	85,56	94,30
Asolament de 4 ani (a ₂)	N ₀ P ₀ -b ₁	53,76	74,73	89,76
	N ₁₀₀ P ₁₀₀ -b ₂	41,22	76,66	79,09
	N ₄₀ P ₄₀ + 20 t/ha gunoi - b ₃	49,45	89,65	93,54
Sola îmierbată	N ₁₀₀ kg/ha	27,45	90,10	73,37
		IPAV,%		
A/B	B ₁	B ₂	B ₃	XA
A ₁	b79,29c	a84,35b	a94,30a	a86,18
A ₂	a89,76a	a78,07b	a93,54a	a87,46
XB	84,83b	81,71b	93,92a	-

*IPAV - indicatorul potențialului activităților vitale

În experiențele cu diferite asolamente executate pe terenurile în pantă de la Podu-Iloaiei, Iași, analizele enzimologice au fost efectuate de Gh. Ștefanic și s-au determinat potențialul catalazic (57), potențialul zaharazic (după metodologia Ștefanic, 1994; 1999), potențialul ureazic (după Ștefanic, 1994) și potențialul fosfatazic total [Neagu, Cecilia, (73)].

În rotația de 4 ani, s-a constatat o ameliorare a potențialului activităților vitale și enzimactice din sol, fapt datorat introducerii unor cantități

mai mari de materie organică în sol, ușor de descompus și purtătoare de enzime. Folosirea timp de 34 de ani, a rotației de 4 ani cu o solă săritoare cu leguminoase și graminee perene, pe terenuri sărace în materie organică, a determinat, în comparație cu rotația grâu-porumb, creșterea potențialului vital al solului cu 24,9% și a potențialului enzimatic cu 20,6% (tabelul 11.46).

Tabelul 11.46

Influența rotației culturilor și a fertilizării asupra unor indicatori ai activității vitale a cernoziomului cambic (73)

Doza de îngrășământ	Potențialul		IPAV* %
	De respirație (mg CO ₂ /100 g sol s.u.)	Celulozolic (% celuloză degradată)	
Monocultură grâu			
N ₀ P ₀	55,17	41,23	58,09
N ₁₀₀ P ₁₀₀	60,21	49,54	66,53
N ₄₀ P ₄₀ + 30 t/ha gunoi	66,36	53,73	72,36
Media	60,58	48,17	65,66
Rotația grâu - porumb			
N ₀ P ₀	66,22	47,38	67,64
N ₁₀₀ P ₁₀₀	71,36	58,11	78,01
N ₄₀ P ₄₀ + 30 t/ha gunoi	74,51	60,54	83,27
Media	70,70	55,34	76,31
Leguminoase boabe – grâu - porumb			
N ₀ P ₀	69,55	55,24	75,91
N ₁₀₀ P ₁₀₀	77,68	66,85	88,23
N ₄₀ P ₄₀ + 30 t/ha gunoi	80,33	68,38	91,18
Media	75,85	63,49	85,11
Rotația mazăre – grâu - porumb-fl.-soarelui + o solă săritoare cu ierburi perene			
N ₀ P ₀	77,51	64,36	85,73
N ₁₀₀ P ₁₀₀	80,83	66,93	90,55
N ₄₀ P ₄₀ + 30 t/ha gunoi	84,14	69,51	95,37
Media	80,83	66,93	90,55
DL 5 % =			2,92
DL 1 % =			5,42
DL 0.1 % =			9,21

*IPAV-indicatorul potențialului activităților vitale

Fertilizarea organo-minerală a avut un efect benefic asupra ambilor indicatori, fapt confirmat și prin nivelul Indicatorului Sintetic Biologic (ISB),

care reprezintă media între valorile indicatorului potențialului activităților vitale (IPAV) și cele ale indicatorului potențialului activităților enzimaticice (IPAE).

Aportul de materie organică, care se descompune ușor, de la culturile din rotație a determinat creșterea conținutului de fosfor asimilabil, față de rotația grâu-porumb, cu 26,3-32,5 mg P/100 g sol (tabelul 11.47).

Tabelul 11.47

Influența rotației culturilor și a fertilizării asupra unor indicatori ai activității enzimaticice a cernoziomului cambic

Doza de îngrășământ	Catalaza cm ³ O ₂	Zaharaza mg glucoză	Ureaza mg NH ₄	Fosfataza mg P	IPAE* %	ISB* %
Monocultură grâu						
N ₀ P ₀	388	1361	42,18	3,84	51,73	54,9
N ₁₀₀ P ₁₀₀	343	1227	47,31	18,41	46,63	56,6
N ₄₀ P ₄₀ +30 t/ha gunoi	307	1518	64,56	27,65	57,69	65,1
Media	346	1368	51,35	16,63	52,02	58,8
Rotația grâu - porumb						
N ₀ P ₀	427	1473	58,44	25,47	55,98	61,8
N ₁₀₀ P ₁₀₀	404	1335	66,35	28,18	50,74	64,4
N ₄₀ P ₄₀ +30 t/ha gunoi	391	1821	78,64	39,35	69,21	76,2
Media	407	1543	67,81	31,00	58,64	67,47
Leguminoase boabe – grâu - porumb						
N ₀ P ₀	455	1553	68,17	31,18	59,02	67,5
N ₁₀₀ P ₁₀₀	421	1424	77,68	41,73	54,12	71,2
N ₄₀ P ₄₀ +30 t/ha gunoi	404	1946	91,52	55,61	73,96	82,6
Media	426,67	1641	79,12	42,84	62,37	73,77
Rotația mazăre – grâu – porumb – fl,-soarelui + o solă săritoare cu ierburi perene						
N ₀ P ₀	70,47	39,51	63,24	74,5	70,47	39,51
N ₁₀₀ P ₁₀₀	85,94	49,12	72,59	75,6	85,94	49,12
N ₄₀ P ₄₀ +30 t/ha gunoi	101,41	58,75	81,94	76,8	101,41	58,75
Media	85,94	49,13	72,59	75,63	85,94	49,13
IPAE %, DL 5 % = 2,28; DL 1% = 3,65; DL 0,1% = 5,66						
ISB %, DL 5 % = 2,75; DL 1% = 4,26; DL 0,1% = 6,38						

*IPAE - Indicatorul Potențialului Activităților Enzimaticice

*ISB - Indicatorului Sintetic Biologic

Factorii climatici și elementele tehnologice aplicate determină modificări mai accentuate și mai rapide, atât din punct de vedere cantitativ cât și calitativ, asupra structurii cenozelor și micromicetelor, a caracteristicilor bacteriologice și zoologice cât și asupra activității enzimatică din sol, cu implicații majore asupra proceselor de descompunere a resturilor organice (mineralizare, humificare) și a celor de biotransformare a elementelor din sol.

Buturugă Maria-Daniela (74) subliniază că analiza activității enzimatică a solului trebuie înțeleasă ca “potențial de activitate enzimatică”, realizat în laborator, în condiții controlate de analiză (temperatură, umiditate, înlăturarea activității vitale, concentrația de substrat, timpul de reacție), iar nivelul potențialului de activitate enzimatică trebuie interpretat ca nivel de populare a solului cu viețuitoare într-o perioadă recentă, anterioară recoltării probelor de sol (tabelul 11.48).

Tabelul 11.48

Influența fertilizării asupra unor indicatori biologici ai fertilității solului la cultura porumbului în rotațiile de 2 și 5 ani (74)

Modul de fertilizare	Potențialul de:		IPAV %	Potențialul de:			
	Respirație CO ₂ mg/ 100g sol	Celulo- zolică g		Catalază O ₂ cm ³	Invertază mg	Urează NH ₄ mg	Fosfa- -tază mg
la 100 g sol s. u.							
Rotația fasole – grâu – porumb – floarea-soarelui - grâu							
NoP ₀	35,1	49,2	87,94	630	1356	22,7	2,56
N ₈₀ P ₈₀	36,7	40,9	81,17	599	1260	29,4	5,40
N ₁₆₀ P ₈₀	36,5	27,5	68,81	545	1517	52,0	8,01
Gunoii 40t/ha	38,0	44,8	87,11	464	1398	19,3	3,71
Gunoii 60t/ha	41,2	51,9	96,37	469	1478	21,3	4,32
Rotația grâu - porumb							
N ₅₀ P ₅₀	27,9	42,4	67,73	473	1426	19,5	5,31
N ₅₀ P ₅₀ +40 t/ha gunoii	26,1	40,1	68,94	380	1589	18,3	3,53
N ₅₀ P ₅₀ +60 t/ha gunoii	29,4	55,1	84,68	371	1626	22,3	5,59
DL (arc sin $\sqrt{\%$) : P 5 % = 2.12; P 1 % = 3.07; P 0.1 % = 4.26;							

Se constată că îngrășămintele minerale nu au influențat în mod constant nivelul indicatorului potențialului activităților enzimatică (acumularea enzimelor în sol) (IPAE) mai ales în anii secetoși. Gunoii de

grajd a contribuit la creșterea IPAE în rotația de doi ani iar îngrășămintele minerale, aplicate în doze moderate ($N_{80}P_{80}$) au stimulat acumularea enzimelor, fapt transmis și la nivelul ISB, care a atins valori maxime (a).

Apariția enzimelor în sol are loc datorită numeroaselor microorganisme care viețuiesc și mor în sol și a resturilor vegetalelor care eliberează în mediul înconjurător, după autoliza celulelor, enzimele pe care le-au conținut.

Din analizele efectuate privind potențialul de respirație și celulozolic al solului s-a constatat că fertilizarea organo-minerală și rotația de 4 ani cu plante amelioratoare pentru sol au influențat favorabil și au contribuit la stimularea activității vitale a solului. Gunoii de grajd în doză de 60 t/ha, chiar și fără îngrășămintele chimice, a determinat un nivel maxim al ISB (a).

Îngrășămintele cu azot și fosfor, aplicate în doze mari, au condus la diminuarea activității catalazice și ureazice din sol, în comparație cu fertilizarea organo-minerală sau chiar cu varianta nefertilizată. Acumularea enzimelor în sol cât și activitatea acestora au fost mult influențate de prezența materiei organice din sol și de substanțele minerale aplicate (tabelul 11.49).

Tabelul 11.49

Influența fertilizării asupra unor indicatori biologici ai fertilității solului la cultura porumbului în rotații de 2 și 5 ani

Modul de fertilizare	IPAE %	ISB %	S	ISB arc sin $\sqrt{\%}$	S
Rotația fasole – grâu – porumb - floarea-soarelui - grâu					
N_0P_0	64,76	76,35	b	60,92	b
$N_{80}P_{80}$	74,16	77,66	a	61,80	a
$N_{160}P_{80}$	94,92	81,86	a	64,82	a
Gunoii 40t/ha	60,78	73,95	b	59,33	b
Gunoii 60t/ha	65,08	80,72	a	63,98	a
Rotația grâu - porumb					
$N_{50}P_{50}$	66,74	67,23	c	55,08	c
$N_{50}P_{50} + 40$ t/ha gunoii	59,34	64,03	c	53,13	c
$N_{50}P_{50} + 60$ t/ha gunoii	71,25	77,96	a	62,01	a
DL (arc sin $\sqrt{\%}$) : P 5 % = 2.12; P 1 % = 3.07; P 0.1 % = 4.26;					

Indicatorul potențialului activităților vitale (IPAV) și enzimatic (IPAE) au crescut în cazul fertilizării cu doze moderate de îngrășăminte minerale și cu gunoi de grajd iar îngrășămintele cu azot, aplicate în doze mari, au condus la diminuarea activității catalazice și ureazice din sol, determinând o intensificare a proceselor de descompunere a materiei organice și deci o slabă conservare a humusului din sol.

În rotația de 5 ani numărul de bacterii, ciuperci, protozoare și biomasa microbiană din sol la cultura grâului au înregistrat valori superioare față de cele din rotația grâu-porumb, unde solul are perioade foarte scurte pentru refacere (tabelul 11.50).

În solurile acide activitatea bacteriană este redusă iar nitrificarea este scăzută. Activitatea bacteriilor fixatoare de azot este corespunzătoare în solurile cu un interval de pH 6,5-7 și scade la valori ale pH-ului sub 6.

Utilizarea și managementul resurselor de sol implică determinarea proprietăților sale fizice, chimice și biologice. Unele dintre acestea, cum sunt compoziția mineralogică, textura sau capacitatea de schimb cationic, manifestă o sensibilitate mai redusă la degradarea și poluarea mediilor edafice iar altele, cum sunt pH-ul, conținutul de humus și elemente minerale, structura și porozitatea solului, conductivitatea electrică etc. influențează într-o măsură mai mare funcțiile solului, cu efecte evidente asupra aprovizionării plantelor cu nutrienți, filtrării apei și a poluanților sau distrugerii poluanților organici.

Stabilirea indicatorilor de calitate și sănătate a solurilor trebuie făcută pe baza relațiilor existente între parametrii mineralogici, fizici, chimici și biologici (fertilitatea solului), în corelație cu potențialul bioproductiv al plantelor, nivelul tehnologic și managerial aplicat în cadrul sistemului de agricultură.

Proprietățile fizice, chimice și biologice care guvernează fertilitatea solului se modifică în timp sub influența condițiilor climatice și a tehnologiilor de cultură dar pot fi afectate și de influențe externe, cum sunt cele legate de poluarea atmosferică și de modificările climatice.

Deteriorarea mediului poate fi atribuită, în principal, degradării solului prin eroziune, compactare, deteriorare a structurii solului provocată de activitățile umane, pierderea de substanțe organice precum și datorită condițiilor climatice extreme care apar sub influența schimbărilor globale.

Cunoașterea intensității proceselor de degradare și poluare va permite stabilirea măsurilor de prevenire și limitare a efectelor nocive asupra solului, apei, biomasei și a condițiilor de viață în ansamblu.

Tabelul 11.50

Numărul de bacterii, ciuperci, protozoare și principalele genuri de micromicete la cultura grâului în diferite rotații

Doza de îngr.	Bacterii (mil/g sol)	Ciuperci (IC)	Protozoare mil. pond.	Biomasa (mg C/kg sol)	Genuri de micromicete IC*
Rotația fasole – grâu - floarea-soarelui – grâu - porumb					
P ₀ N ₀	8,52	1010	8	67,29	<i>Fusarium</i> -102, <i>Fusidium</i> -60, <i>Pyncephallis</i> -51, <i>Cephalosporium</i> -33
P ₈₀ N ₈₀	47,28	1190	0,5	152,52	<i>Syncephalis</i> -270, <i>Fusarium</i> -208, <i>Penicillium</i> -30, <i>Cephalosporium</i> -12, <i>Mortierela</i> -5
P ₈₀ N ₁₂₀	32,28	1130	1,25	191,76	<i>Fusarium</i> -260, <i>Cephalosporium</i> -16, <i>Syncephalastrum</i> -12, <i>Penicillium</i> -3
P ₀ N ₁₂₀	49,64	1430	4	40	<i>Fusarium</i> -191; <i>Syncephalis</i> 27, <i>Cephalosporium</i> -24, <i>Pythium</i> -2
Rotația grâu - porumb					
N ₀ P ₀	15,28	770	1,25	106,4	<i>Fusarium</i> -192, <i>Cephalosporium</i> -156, <i>Pythium</i> -72, <i>Mortierela</i> 48, <i>Cunninghamella</i> -16
N ₅₀ P ₅₀	17,59	1130	3,5	116,67	<i>Syncephalastrum</i> -238, <i>Cephalosporium</i> -60, <i>Fusarium</i> -35
N ₁₀₀ P ₁₀₀	28,31	1140	3,75	187,35	<i>Fusarium</i> -260, <i>Cephalosporium</i> -16, <i>Penicillium</i> -4, <i>Pythium</i> -2
G40+ N ₅₀ P ₅₀	43,01	970	4,5	182,09	<i>Fusarium</i> -204, <i>Cephalosporium</i> -75, <i>Mortierela</i> -5, <i>Pythium</i> -2, <i>Fusidium</i> 1

*IC - Indice de colonizare

11.3.5 EFECTUL ASOLAMENTELOR ASUPRA GRADULUI DE INFESTARE CU BURUIENI

Pentru condițiile de la SCDA Livada T. Fritea, (75) a calculat amplitudinea pierderilor determinate de diferite specii de buruieni la o infestare de 1 pl./m² asupra recoltei de porumb boabe (tabelul 11.51). Pierderile de recoltă, în medie pe 25 de ani, au fost de 35,48 kg/100 kg buruieni înregistrate la recoltare. În monocultura de grâu, numărul de semințe de buruieni din sol (0-30 cm) a oscilat în funcție de dozele de îngrășămintă, între 8751 și 14081 semințe/m², infestarea cea mai accentuată fiind semnalată la speciile *Avena*, *Setaria*, *Chenopodium*, *Viola*, *Convolvulus* și *Galium*.

Tabelul 11.51

Amplitudinea pierderilor de recoltă la porumb la o infestare de 1 pl./m² (75)

Denumirea științifică	Denumirea populară	Pierderi de recoltă (kg/ha)
<i>Elymus repens</i>	Pir târător	161,0-3930,0
<i>Amaranthus retroflexus</i>	Știr	103,5-1823,0
<i>Setaria</i> sp.	Mohor	83,5-361,5
<i>Convolvulus arvensis</i>	Volbură	72,8-345,3
<i>Chenopodium album</i>	Lobodă	38,0-279,5
<i>Cirsium arvense</i>	Pălămidă	32,8-75,7

Condițiile de cultură, prin elementele tehnologice aplicate (asolament, fertilizare, irigare), influențează mărimea pagubelor produse de buruieni. La cultura grâului și porumbului, monocultura a determinat creșterea gradului de îmburuienare și a numărului de specii de buruieni (tabelul 11.52).

Grâul este îmburuienat de speciile care germinează și se dezvoltă primăvara-vara, având aceeași fenologie în timp ce buruienile cu fenologie diferită (vară - toamnă) nu pot germina, fiind umbrite de plantele de grâu mai înalte. După recoltarea grâului, condițiile climatice permit germinarea și dezvoltarea lor, dar sunt distruse la dezmiriștit. În aceste condiții, buruienile nu pot forma fructe cu semințe și cu trecerea timpului, rezerva inițială de semințe din sol se reduce, ceea ce determină diminuarea numărului de buruieni la aceste specii.

Tabelul 11.52

Numărul de buruieni și biomasa dezvoltată de acestea la culturile de grâu și porumb amplasate în diferite rotații

Rotația	Doza de îngrășământ	Grâu			Porumb		
		Nr. specii	Număr plante/m ²	Masa buruieni kg/ha s.u.	Nr. specii	Număr plante/m ²	Masa buruieni kg/ha s.u.
*M	N ₀ P ₀	11	52	582	5	23	198
	N ₄₀ P ₄₀	6	21	456	6	24	206
	N ₇₀ P ₇₀	6	23	315	7	27	220
	N ₁₀₀ P ₁₀₀	4	15	170	7	28	236
	N ₄₀ P ₄₀ +30 t gunoi	5	38	398	8	39	520
	Media	6,0	30	384	7	28	276
GP	N ₀ P ₀	9	14	434	9	32	245
	N ₄₀ P ₄₀	3	6	174	10	33	256
	N ₇₀ P ₇₀	4	8	152	11	39	268
	N ₁₀₀ P ₁₀₀	4	9	68	9	36	262
	N ₄₀ P ₄₀ +30 t gunoi	7	13	78	11	42	536
	Media	5,0	10	181	10	36	313
MGP	N ₀ P ₀	4	7	98	6	22	158
	N ₄₀ P ₄₀	3	6	120	7	18	189
	N ₇₀ P ₇₀	2	6	138	7	22	176
	N ₁₀₀ P ₁₀₀	2	5	86	6	19	238
	N ₄₀ P ₄₀ +30 t gunoi	3	9	98	9	33	372
	Media	3,0	7	108	7	23	227
MGPF+I	N ₀ P ₀	5	11	62	6	21	140
	N ₄₀ P ₄₀	4	7	58	6	22	162
	N ₇₀ P ₇₀	3	5	46	5	23	172
	N ₁₀₀ P ₁₀₀	2	3	32	6	20	226
	N ₄₀ P ₄₀ +30 t gunoi	5	7	52	8	32	260
	Media	4	7	50	6	24	192

*M = monocultură; GP = grâu-porumb; MGP = mazăre-grâu-porumb; MGPF+I = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui+ierburi.

La porumb s-a înregistrat o creștere a gradului de îmburuienare la fertilizarea cu doze mai mari de azot și gunoi de grajd. Deși speciile de buruieni au o largă amplitudine ecologică, schimbarea însușirilor fizice, chimice și biologice ale solului determină modificarea densității acestora pe unitatea de suprafață și în unele cazuri chiar structura floristică. Porumbul este îmburuienat cu specii de vară-toamnă pentru că la pregătirea patului germinativ, buruienile de primăvară care au răsărit, sunt distruse.

Buruienile reacționează diferit la îngrășăminte, la majoritatea speciilor valorile crescând atât numeric cât și gravimetric. Numărul mare de buruieni/m² înseamnă și o cantitate mai mare de elemente nutritive blocate în

masa lor vegetativă, ce nu pot fi folosite de plantele de cultură: 2,35% azot, 0,24% fosfor, 3,14% potasiu, 1,64% calciu, 0,72% magneziu.

În cazul rotației de doi, trei și patru ani, acest fenomen limitativ dispare și cele două grupe de buruieni își pot parcurge fenologia la 2-3 ani, reîmprospătând rezerva de semințe din sol. Cu toate acestea sunt unele specii de buruieni care nu suportă aceste rotații și dispar. Așa este *Avena fatua*, care s-a dezvoltat în monocultura de grâu (7621 semințe/m²) și rotația grâu - porumb (5242 semințe/m²), dar a dispărut în monocultura de porumb și rotațiile de trei sau patru ani (tabelul 11.53) (24).

În rotația grâu-porumb, nivelul îmburuienării totale este dat de speciile *Chenopodium album*, *Amaranthus retroflexus*, *Setaria glauca*, *Echinochloa crus-galli* și *Bilderdykia convolvulus*, iar în rotația de 4 ani, numărul de specii este mai redus, dintre acestea mai răspândite fiind *Amaranthus retroflexus*, *Chenopodium album* și *Setaria glauca*.

Analizând influența fertilizării îndelungate în staționar, 36 de ani, asupra modificării florei segetale, s-a constatat că odată cu schimbarea însușirilor agrochimice, are loc și modificarea structurii floristice și a densității buruienilor pe unitatea de suprafață.

Din rezultatele obținute s-a constatat că în condiții de nefertilizare, s-au înmulțit mai mult speciile de *Setaria glauca*, *Digitaria sanguinalis*, *Stachys annua*, *Hibiscus trionum* și *Bilderdykia convolvulus*, iar la fertilizarea cu N₁₀₀ + 80 kg/ha P₂O₅ s-au dezvoltat mai bine *Amaranthus retroflexus*, *Echinochloa crus-galli*, *Thlaspi arvense*, *Solanum nigrum* și *Hibiscus trionum*.

Condițiile pedoclimatice extreme determină cele mai mari pierderi de producție pentru că buruienile sunt mai bine adaptate iar plantele de cultură sunt afectate. Cele mai mari pagube se produc în zonele secetoase, pe solurile acide și cele slab fertile de pe terenurile în pantă.

Buruienile sunt indicatori excelenți pentru însușirile solului. Unele specii de buruieni pot fi considerate ca indicatori pentru însușirile solului, cum sunt *Spergula arvensis* (hrana vacii) care indică un sol acid sau *Sonchus arvensis* care indică un sol cu structură degradată.

Compoziția și abundența rezervei de semințe, fructe și de organe vegetative de înmulțire a buruienilor din sol este foarte diferită de la o solă la alta și sunt influențate de numeroși factori cum ar fi tipul de sol, condițiile climatice, culturile anterioare, tehnologiile de cultură și erbicidele utilizate.

Tabelul 11.53

**Influența rotației și fertilizării asupra rezervei de semințe
de buruieni din sol (nr./m²) la culturile grâu și porumb**

Genul și specia	*Mg		Mp		GP		MGP	
	N ₀ P ₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀	N ₀ P ₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀	N ₀ P ₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀	N ₀ P ₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀
Buruieni cu dezvoltarea în primăvară								
<i>Avena fatua</i>	7621	3070	-	-	5242	5833	-	-
<i>Galeopsis tetrahit</i>	1137	1705	-	-	341	511	341	738
<i>Thlaspi arvense</i>	227	568	-	-	114	227	170	455
<i>Camelina microcarpa</i>	-	114	-	-	57	114	57	57
<i>Viola arvensis</i>	796	2843	-	-	455	1818	284	1136
<i>Veronica persica</i>	114	227	-	-	114	114	57	57
<i>Medicago lupulina</i>	1591	1137	-	-	170	511	170	398
<i>Polygonum aviculare</i>	114	1023	-	-	114	397	114	227
<i>Consolida regalis</i>	341	568	-	-	114	170	57	170
<i>Lamium amplexicaule</i>	114	1250	-	-	114	568	57	284
<i>Galium aparine</i>	227	455	-	-	170	455	227	455
<i>Fumaria schleicheri</i>	114	341	-	-	57	114	57	57
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	2388	8076	114	114	739	1989	568	1364
<i>Anagallis arvensis</i>	341	796	-	-	57	167	57	227
Buruieni specifice culturilor de grâu și porumb								
<i>Bilderdykia convolvulus</i>	568	1477	114	341	341	909	227	966
<i>Sinapis arvensis</i>	114	568	114	341	227	455	284	455
<i>Chenopodium album</i>	341	2388	114	1477	625	4059	284	909
<i>Stachys annua</i>	114	455	227	568	170	341	170	455
<i>Convolvulus arvensis</i>	227	682	227	341	170	511	170	341
<i>Sonchus asper</i>	455	227	-	227	738	455	567	227
Buruieni cu dezvoltarea în vară - toamnă								
<i>Amaranthus retroflexus</i>	-	796	114	5573	1762	6227	825	2387
<i>Amaranthus hybridus</i>	-	114	-	455	170	341	57	170
<i>Echinochloa crus-galli</i>	114	341	568	682	625	796	1193	1535
<i>Setaria glauca</i>	114	341	541	1477	1023	1136	1162	2455
<i>Digitaria sanguinalis</i>	114	-	5573	1477	1307	738	3981	966
<i>Hibiscus trionum</i>	227	227	909	455	1136	568	511	341
TOTAL	17510	27007	8405	13528	16152	30024	12247	16832

*Mg = monocultură grâu; Mp = monocultură porumb; GP = grâu-porumb;

MGP = mazăre-grâu-porumb; MGPF+I = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui+ierburi

Estimările efectuate, privind rezerva de semințe de buruieni din sol, arată că aceasta este cuprinsă în intervalul de la aproximativ 1000 semințe/m² pe pășuni și terenuri arabile, până la zeci de mii în culturile legumicole și sute de mii pe terenurile necultivate.

Semințele de buruieni din sol provin de la buruienile anuale sau perene, care fructifică abundant în fiecare an, se scutură și apoi sunt încorporate și amestecate în masa solului odată cu executarea lucrărilor solului. Cel mai mare număr de semințe de buruieni se găsește în stratul de sol lucrat (0-30 cm) sub care se împuținează brusc iar peste 50 cm nu mai sunt de loc [(Slonovschi, (76)].

Rezerva de semințe de buruieni rezultă în principal de la buruienile cele mai frecvente cum sunt știrul (*Amaranthus retroflexus*), spanacul sălbatic (*Chenopodium album*), mohorul (*Setaria glauca*), volbura (*Convolvulus arvensis*), iarba bărboasă (*Echinochloa crus-galli*), meișorul (*Digitaria sanguinalis*), lingurica (*Galeopsis tetrahit*) și muștarul sălbatic (*Sinapis arvensis*).

Rezerva de semințe din sol este influențată de plantele cultivate (prășitoare sau neprășitoare), asolament, condițiile de umiditate, aeratie și temperatură din sol, lucrările de îngrijire, textura și fertilitatea solului etc. La cultura porumbului amplasată în diferite rotații numărul de specii a fost mult mai redus, în comparație cu cel de la grâu, iar rezerva de semințe de buruieni din sol a fost cuprinsă între 1632 și 4112 semințe la m² (tabelul 11.54).

Din acest număr mare de semințe de buruieni o parte germinează, altele își pierd facultatea germinativă iar altele sunt consumate de insectele și animalele din sol.

În funcție de specia de animale, s-a constatat că semințele de buruieni trecute prin tubul digestiv și-au păstrat capacitatea de germinare în proporție de 24% la porcine, 23% la bovine, 12,9% la cabaline și 10,7% la ovine. Pentru distrugerea semințelor de buruieni din gunoiul de grajd acesta trebuie fermentat la cald, la 60-70 °C, temperatură la care majoritatea semințelor de buruieni își pierd facultatea germinativă.

Principalele măsuri agrotehnice pentru combaterea buruienilor și reducerea rezervei de semințe de buruieni din sol sunt: introducerea unor asolamente raționale, lucrările de bază ale solului, lucrările pentru pregătirea patului germinativ, tehnica de semănat, grăpatul, prășitul mecanic, plivitul și prășitul manual, fertilizarea și amendarea rațională, mulcitul și eliminarea excesului de umiditate. Prin folosirea asolamentelor raționale se ușurează mult lupta cu buruienile întrucât unele culturi înăbușă buruienile, iar altele luptă mai greu cu acestea.

Tabelul 11.54

**Rezerva de semințe de buruieni la cultura porumbului
amplasată în diferite rotații (nr./m²)**

Specia	*Mg		Mp		GP		MGP	
	NoPo	N100P100	NoPo	N100P100	NoPo	N100P100	NoPo	N100P100
<i>Amaranthus retroflexus</i>	1130	2060	590	680	528	920	352	670
<i>Chenopodium album</i>	236	720	240	227	326	240	136	230
<i>Digitaria sanguinalis</i>	96	114	320	91	256	380	326	420
<i>Setaria glauca</i>	210	240	112	114	172	218	232	272
<i>Echinochloa crus-galli</i>	114	48	390	420	108	122	92	220
<i>Hibiscus trionum</i>	78	62	138	98	29	-	92	82
<i>Galeopsis tetrahit</i>	48	340	86	32	232	227	116	120
<i>Convolvulus arvensis</i>	189	68	114	122	94	126	38	-
<i>Amaranthus hybridus</i>	93	128	138	260	-	366	-	340
<i>Sinapis arvensis</i>	38	-	112	-	280	98	-	106
<i>Bilderdykia convolvulus</i>	122	108	114	-	132	-	114	42
<i>Stachys annua</i>	214	-	118	-	42	-	92	-
<i>Galium aparine</i>	62	89	69	96	-	-	-	-
<i>Medicago lupulina</i>	160	68	-	32	-	38	-	46
<i>Sonchus asper</i>	-	29	-	38	-	92	42	-
<i>Lamium amplexicaule</i>	265	38	-	32	-	-	-	-
Total	3055	4112	2541	2242	2199	2827	1632	2548

*Mg = monocultură grâu; Mp = monocultură porumb; GP = grâu-porumb;

MGP = mazăre-grâu-porumb; MGPF+I = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui+ierburi

Din rezultatele obținute privind rezerva de semințe de buruieni din sol în diferite rotații, care au fost menținute în staționar timp de 34 de ani, s-a constatat că potențialul de îmburuienare este destul de mare în toate variantele, cu excepția monoculturii de porumb la care, un tratament cu erbicide aplicat la pregătirea patului germinativ, împreună cu două prașile mecanice, au determinat limitarea rezervei de semințe de buruieni din sol, pe adâncimea de 0-30 cm, la 5192 buc/m² (tabelul 11.55) (77).

Folosirea unor asolamente care cuprind toate grupele agrobiologice contribuie la prevenirea infestării cu buruieni problemă. Asolamentele practicate și schimbările climatice modifică continuu managementul buruienilor. Dacă se cultivă mai mulți ani la rând aceeași plantă pe un teren, se înmulțesc foarte mult speciile de buruieni care însoțesc cultura respectivă.

Tabelul 11.55

**Rezerva de semințe de buruieni din sol la diferite rotații
în condiții de nefertilizare (nr. bur./m²) (77)**

Genul și specia	*Mg.	Mp.	GP	MGP	MGPF+I
<i>Stachis annua</i>	2894	0	462	2194	3692
<i>Bilderdykia convolvulus</i>	2193	115	577	936	346
<i>Galeopsis tetrahit</i>	1846	0	462	346	0
<i>Consolida regalis</i>	1269	0	0	0	0
<i>Viola arvensis</i>	231	0	0	0	0
<i>Sinapis arvensis</i>	115	0	0	692	0
<i>Avena fatua</i>	115	0	0	115	0
<i>Veronica persica</i>	0	0	0	231	0
Total buruieni cu dezv. în primăv	8663	115	1501	4514	4038
<i>Amaranthus retroflexus</i>	1385	2654	2193	1154	2308
<i>Digitaria sanguinalis</i>	231	0	0	923	0
<i>Setaria glauca</i>	5077	462	2193	2849	1846
<i>Setaria viridis</i>	4385	0	577	1616	1731
<i>Echinochloa crus-galli</i>	112	115	0	1039	115
<i>Hibiscus trionum</i>	0	346	231	346	231
<i>Solanum nigrum</i>	0	0	0	0	692
Total buruieni cu dezv. în vară-toamnă	11190	3577	5194	7927	6923
<i>Chenopodium album</i>	2193	923	923	936	1846
<i>Polygonum aviculare</i>	1962	0	0	231	0
<i>Sonchus asper</i>	0	0	0	231	115
Total buruieni cu dezv. în primăv.-toamnă	4155	923	923	1398	1961
<i>Convolvulus arvensis</i>	115	577	231	0	0
<i>Medicago lupulina</i>	231	0	462	115	115
Total buruieni perene	346	577	693	115	115
Total general	24354	5192	8311	13954	13037

*Mg = monocultură grâu; Mp = monocultură porumb; GP = grâu-porumb;

MGP = mazăre-grâu-porumb; MGPF+I = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui+ierburi

Pintilie C. și Sin Gh. (78) arată că rotația culturilor este una dintre măsurile agrotehnice foarte eficiente în combaterea buruienilor. Rezultatele obținute la I.C.C.P.T. Fundulea, în diferite rotații, au evidențiat un grad de îmburuienare, la cultura grâului în monocultură, de aproape 10 ori mai mare decât în rotația de 4 ani. Deși gradul de îmburuienare la cultura porumbului este mai redus decât la grâu, în monocultură, numărul de buruieni este de 6-7 ori mai mare decât în rotația de 4 ani.

Rotația culturilor în cadrul asolamentelor determină reducerea gradului de îmburuienare și a rezervei de semințe de buruieni din sol și evitarea infestării cu buruieni parazite. Cunoașterea rezervei de semințe, a

speciilor dominante și a masei de substanță uscată pe care acestea o dezvoltă în strânsă legătură cu procesele tehnologice aplicate, permite aprecierea corectă a gradului de infestare cu buruieni.

Tabelul 11.56

**Rezerva de semințe de buruieni din sol în diferite rotații,
la fertilizarea cu N₁₀₀+ 80 kg/ha P₂O₅ (nr./m²)**

Genul și specia	Mg	Mp	GP	MGP	MGPF+I
<i>Bilderdykia convolvulus</i>	5539	115	1500	5539	1039
<i>Stachys annua</i>	1500	577	346	692	1269
<i>Consolida regalis</i>	2654	923	0	0	0
<i>Viola arvensis</i>	808	115	0	0	0
<i>Fumaria schleicheri</i>	231	115	115	0	0
<i>Galeopsis tetrahit</i>	1500	0	462	0	0
<i>Arenaria serpyllifolia</i>	692	0	0	0	0
<i>Sinapis arvensis</i>	0	0	0	231	231
<i>Veronica persica</i>	0	0	0	0	346
<i>Avena fatua</i>	0	0	0	0	0
<i>Neslia paniculata</i>	115	0	0		
Total buruieni cu dezvoltare în primăvară	13039	1845	2423	6462	2885
<i>Amaranthus retroflexus</i>	9809	2490	2885	7927	9279
<i>Digitaria sanguinalis</i>	923	231	231	692	923
<i>Hibiscus trionum</i>	0	577	115	0	346
<i>Echinochloa crus-galli</i>	0	1731	808	1962	692
<i>Setaria glauca</i>	3116	2000	1962	3346	1151
<i>Setaria viridis</i>	346	462	346	0	0
Total buruieni cu dezvoltare în vară-toamnă	14194	7491	6347	13927	12391
<i>Chenopodium album</i>	4388	1000	3462	2880	3034
<i>Polygonum aviculare</i>	3231	231	0	0	0
<i>Sonchus asper</i>	115	0	115	0	115
<i>Buruieni cu dezvoltare în primăvară-toamnă</i>	7734	1231	3577	2880	3149
<i>Convolvulus arvensis</i>	231	462	115	0	808
<i>Cirsium arvense</i>	0	0	0	115	0
<i>Rubus caesius</i>	0	0	115	0	0
Total buruieni perene	231	462	230	115	808
Total general	35198	11029	12577	23384	19233

*Mg = monocultură grâu; Mp = monocultură porumb; GP = grâu-porumb;
MGP = mazăre-grâu-porumb; MGPF+I = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui+ierburi

La monocultura de grâu rezerva de semințe de buruieni din sol a fost de 24354 buc/m², în condiții de nefertilizare și de 35198 buc/m² la fertilizarea cu N₁₀₀ +80 kg/ha P₂O₅. Folosirea timp îndelungat a rotației de 3 sau 4 ani + o solă cu leguminoase și graminee perene a determinat reducerea rezervei de semințe de buruieni din sol, în comparație cu monocultura de grâu, aproape la jumătate iar numărul de specii s-a redus de la 16 la 11 (tabelul 11.56).

Greutatea uscată dezvoltată de buruieni la cultura grâului, față de care trebuie stabilit pragul de dăunare, în condițiile unor tehnologii normale, a fost cuprinsă, funcție de rotație și dozele de îngrășăminte aplicate, între 109 și 673 kg/ha (tabelele 11.57, 11.58).

Tabelul 11.57

**Numărul de buruieni și cantitatea de substanță uscată
a acestora la cultura grâului**

Genul și specia	Monocultură grâu			Rotația: grâu-porumb			
	N ₀ P ₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀	N ₄₀ P ₄₀₊ 30 t/ha gunoi	N ₀ P ₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀	N ₄₀ P ₄₀₊ 30 t/ha gunoi	
<i>Polygonum convolvulus</i>	89	211	152	62	97	123	
<i>Polygonum aviculare</i>	26	48	8	164	32	112	
<i>Consolida regalis</i>	82	76	124	4	-	-	
<i>Galium aparine</i>	31	12	12	4	-	-	
<i>Camelina microcarpa</i>	7	-	-	-	-	-	
<i>Geranium dissectum</i>	19	-	8	-	8	8	
<i>Galeopsis tetrahit</i>	12	28	8	83	111	139	
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	4	4	-	-	-	-	
<i>Cirsium arvense</i>	19	-	12	8	8	-	
<i>Fumaria schleicheri</i>	-	8	-	-	-	4	
<i>Chenopodium album</i>	-	120	183	-	-	-	
<i>Matricaria inodora</i>	-	12	-	-	8	-	
<i>Viola arvensis</i>	-	10	8	-	-	-	
<i>Convolvulus arvensis</i>	-	4	20	-	4	4	
<i>Falcaria vulgaris</i>	-	-	2	-	1	-	
Total	număr buruieni/m²	289	533	453	325	269	390
	kg s.u./ha	512	624	673	282	304	415

Procesele tehnologice precum rotația culturilor, fertilizarea și metodele de pregătire a terenului, aplicate timp de 18 până la 35 de ani, au determinat modificarea structurii floristice și diferențierea accentuată a numărului și a biomasei buruienilor din culturile agricole.

La monocultura de porumb și la rotația de doi ani rezerva de semințe a fost mai mare la buruienile cu dezvoltare în vară - toamnă și foarte redusă la cele cu dezvoltare în primăvară.

În rotațiile de 3 și 4 ani potențialul de infestare cu buruieni perene s-a redus la jumătate în comparație cu cel înregistrat la monocultură sau la rotația grâu - porumb.

La rotația de 4 ani + o solă săritoare cu leguminoase și graminee perene, atât în condiții de fertilizare cât și de nefertilizare, au predominat buruienile dicotiledonate anuale și s-a redus potențialul de infestare cu monocotiledonate anuale, în comparație cu rotațiile scurte, în condiții de nefertilizare, unde diferența dintre acestea este mult mai mică sau valorile sunt aproape egale.

Tabelul 11.58

Influența rotației și nivelului de fertilizare asupra numărului de buruieni și cantității de substanță uscată la cultura grâului în diferite rotații

Genul și specia	Rotația Mazăre – Grâu - Porumb			Rotația Mazăre – Grâu – Porumb - Fl.-soarelui + Ierburi perene			
	NoP ₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀	N ₄₀ P ₄₀₊ 30 t/ha gunoi	NoP ₀	N ₁₀₀ P ₁₀₀	N ₄₀ P ₄₀₊ 30 t/ha gunoi	
<i>Polygonum convolvulus</i>	116	84	236	56	104	36	
<i>Polygonum aviculare</i>	8	-	6	-	2	5	
<i>Consolida regalis</i>	-	4	-	-	-	-	
<i>Galium aparine</i>	-	4	8	-	4	4	
<i>Camelina microcarpa</i>	-	-	-	-	-	2	
<i>Geranium dissectum</i>	1	-	2	-	-	-	
<i>Galeopsis tetrahit</i>	-	-	-	-	-	-	
<i>Thlaspi perfoliatum</i>	-	4	-	-	-	4	
<i>Cirsium arvense</i>	16	4	-	12	-	20	
<i>Fumaria schleicheri</i>	-	-	-	2	-	-	
<i>Chenopodium album</i>	-	5	6	-	6	8	
<i>Matricaria inodora</i>	-	6	-	-	3	-	
<i>Viola arvensis</i>	12	-	20	-	-	-	
<i>Convolvulus arvensis</i>	4	15	9	4	5	4	
Total	nr. buruieni / m²	157	126	287	74	124	83
	kg s.u. / ha	115	182	283	109	153	247

11.3.6 EFECTUL ASOLAMENTELOR ASUPRA EROZIUNII SOLULUI

Eroziunea afectează fertilitatea terenurilor, care se reduce treptat, pentru că odată cu solul erodat din orizonturile superioare sunt îndepărtate însemnate cantități de materie organică și elemente nutritive.

Scurgerile de apă prin eroziune reduc productivitatea culturilor, înrăutățind regimul hidric al solului și constituie un mijloc important de transport al poluanților chimici în rețeaua hidrografică.

11.3.6.1 AMPLOAREA PROCESELOR DE EROZIUNE

În fiecare an, aproximativ 10 milioane de hectare de terenuri agricole sunt pierdute din cauza eroziunii solului în timp ce raportul FAO arată că două treimi din populația lumii este subnutrită [(Pimentel D., 37)].

Valorile pierderilor anuale de sol prin eroziune determinate la un interval de zece ani (2001 – 2012), arată că cea mai mare valoare a eroziunii solului (3,53 t/ha/an) a fost înregistrată în America de Sud, urmată de Africa cu 3,51 t/ha/an și Asia cu 3,47 t/ha/an. În America de Nord, Europa și Oceania valorile eroziunii solului au fost mult mai reduse, respectiv, de 2,23, 0,92 și 0,9 t/ha/an.

Împreună cu solul erodat se deplasează carbonul organic, care în anul 2012 a fost estimat la 2,5 miliarde tone C / an. Din această valoare de carbon organic, 36% provine din terenuri agricole, deși acestea acoperă doar 11% din suprafața totală investigată. [(Lugato, E., (79)]. În ceea ce privește zonele geografice, cea mai mare pierdere de carbon organic prin eroziune a fost înregistrată pe Platoul Tibetan, China și nord-estul Siberiei.

În Bulgaria pierderile medii anuale de sol prin eroziune (2,05 t/ha/an) au fost mai mici față de media din Europa (2,46 t/ha/an) iar în Grecia (4,13 t/ha/an) și Turcia (6,14 t/ha/an) acestea au fost de 2-3 ori mai mari [(Ozsahin, E., (80)].

Pentru a estima eroziunea s-a folosit o versiune îmbunătățită a modelului RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation), care a fost dezvoltat, pentru a evalua eroziunea solului la scară regională. Această versiune avansată a fost numită RUSLE2015 și se bazează pe rezultate științifice de calitate privind erodabilitatea solului, erozivitatea precipitațiilor, panta terenului, gradul de acoperire a solului și practicile de conservare (81).

Modelul RUSLE 2015, comparativ cu versiunea anterioară, are îmbunătățiri la erodibilitatea solului, ce a inclus măsurători de la 20 000 profile de sol, erozivitatea precipitațiilor, estimată după o colecție extinsă de date și tehnologii de cultură, care au cuprins lucrările solului, resturile vegetale și gradul de acoperire a culturilor. De asemenea modelul RUSLE2015 folosește cel mai bun Model digital de elevație (DEM) și a inclus pentru prima dată și lucrările conservative.

După cele mai recente date disponibile privind solurile și riscul erozional în UE-28 (European Soil Data Centre - ESDAC), în județele Iași, Vaslui, Bacău, Sălaj, Bistrița-Năsăud, Cluj și Mureș pierderile medii de sol prin eroziune pe terenurile arabile variază între 20 și 35 t/ha/an iar în județele Suceava, Botoșani și Neamț între 10 și 20 t/ha/an. În județele Buzău, Vrancea și Galați pierderile medii de sol prin eroziune variază între 5 și 10 t/ha/an (<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/themes/indicators-soil-erosion>).

Conform estimărilor viitoare privind modul de utilizare a terenurilor, estimările RUSLE 2015 arată că pierderea solului prin eroziunea apei va scădea ușor până în 2050 datorită creșterii suprafețelor de pădure, însă această reducere va fi anihilată de cererea crescândă de terenuri arabile pentru alimente și combustibil și datorită prognozei privind creșterea erozivității precipitațiilor în viitor. Astfel, reducerea eroziunii solului poate fi realizată doar prin aplicarea unor practici durabile de gestionare a terenurilor.

Evaluarea eroziunii solului și a stării de degradare a terenurilor constituie principalele puncte de plecare pentru stabilirea și aplicarea măsurilor de agricultură conservativă. Analiza privind eroziunea solului efectuată în 54 de țări, care au raportat la FAO procentul de culturi agricole în agricultura de conservare, a arătat că în 2012 eroziunea a înregistrat o reducere generală de 7%. Cele mai mari reduceri ale eroziunii au fost înregistrate în America de Sud (16%), Oceania (15,4%), America de Nord (12,5%) și mai mici în Europa (1,5%), Asia și Africa (1,1%).

Pe țări, reduceri importante au fost înregistrate în Argentina, Paraguay și Brazilia, unde eroziunea a scăzut cu 33%, 27% și, respectiv, 20%. Reduceri majore au fost înregistrate și în Uruguay, Canada, Australia, SUA, Bolivia și Venezuela, unde eroziunea a scăzut cu 10-20%.

În țările în care valorile eroziunii medii anuale depășesc 10 t/ha/an, cum ar fi Columbia, China, Africa de Sud, Zambia, Ghana, Grecia, Kenya și Italia, reducerea ratei de eroziune datorată aplicării sistemului de agricultură conservativă a fost de până la 5%.



În Europa, cele mai mari rate medii anuale ale eroziunii solului au fost înregistrate în Italia (8,46 t / ha), urmată de Slovenia (7,43 t / ha) și Austria (7,19 t / ha), iar cele mai scăzute în Finlanda (0,06 t / ha), Estonia (0,21 t / ha) și Olanda (0,27 t / ha).

Zonele de îngrijorare privind riscul erozional pentru care specialiștii recomandă măsuri speciale de protecție, cum ar fi finanțarea unor practici mai durabile de gestionare a terenurilor, cuprind 24% din teritoriul Uniunii Europene unde pierderile de sol prin eroziune depășesc 2 t/ha/an, din care 11,4% din suprafață este afectată de o eroziune de la moderată până la excesivă, adică peste 5 t/ha/an [(Panagos, P. (82), Borrelli, P. et all. (83)].

După estimările realizate de Agenția Europeană de Mediu (European Environment Agency - EEA), procesul de formare a solului este foarte lent și se menționează o rată medie de formare a solului care variază între 0,05 și 0,5 mm/an, ceea ce corespunde unor pierderi de sol prin eroziune cuprinse între 0,7 și 7 t/ha/an. Se impune deci ca pierderile de sol prin eroziune să fie limitate la valori mult mai reduse față de rata medie de formare a solului.

Indicatorii pentru monitorizarea evoluției calității mediului sunt specifici pentru diferite zone și țări. În strategia UE-28, în domeniul protejării biodiversității (COM 244), se stabilesc obiectivele și acțiunile pentru statele membre, care sunt necesare în zonele agricole și forestiere până în 2020. Programele de dezvoltare rurală cuprind condițiile minime de protecție a solului, prevăzute în schemele de agromediu, care sprijină lucrările de protejare a solurilor și a biodiversității stabilite în COM (2011) 450.

Estimările recente, privind eroziunea solului, efectuate de Centrul Comun de Cercetare din UE (JRC), arată că suprafața afectată este de 1,3 milioane de km², din care aproximativ 20%, înregistrează pierderi de sol de peste 10 t/ha/an. Eroziunea afectează grav funcțiile solului și calitatea apei datorită pierderilor de NPK din agricultură.

11.3.6.2 EFECTUL LUCRĂRILOR AGROTEHNICE ASUPRA EROZIUNII SOLULUI

Organizarea teritoriului în funcție de panta terenului, utilizarea unor sisteme de cultură antierozionale, aplicarea unor tehnologii de cultură moderne împreună cu lucrările agropedoameliorative, determină reducerea pierderilor de sol prin eroziune sub limitele considerate “tolerabile”, funcție de capacitatea anuală de refacere naturală a solului și o valorificare în condiții

economice a acestor terenuri. În funcție de panta terenului se stabilește structura culturilor, care trebuie să asigure o capacitate de protecție antierozională a solului cât mai bună.

În experiențele cu asolamente realizate în Podișul Moldovei, care au urmărit studiul scurgerilor de apă și de sol prin eroziune, la diferite culturi și influența acestora asupra pierderilor de substanțe organice și de elemente minerale din sol, au arătat că pe terenurile cu panta de 12% reducerea procentului de plante prășitoare de la 75% la 40%, a determinat reducerea cantităților de sol erodat cu 44% (tabelul 11.59).

Lucrările tehnologice destinate ameliorării însușirilor fizice și chimice ale solului care cuprind structuri de culturi amelioratoare, lucrări de afânare, fertilizare organo-minerală, amendare, resturi vegetale ușor degradabile etc. îmbunătățesc caracteristicile de fertilitate ale solului.

Tabelul 11.59

Influența asolamentului asupra cantității de sol erodat pe terenuri cu panta de 12% în Podișul Moldovei

Rotația și asolamentul	Eroziunea		Plante prășitoare
	t/ha	%	%
Fasole-grâu - sfeclă pentru zahăr - porumb	1,756	100	75
Soia-grâu - sfeclă pentru zahăr - porumb	1,677	96	75
Fasole-grâu - porumb	1,494	85	66
Soia-grâu - porumb	1,388	79	66
Grâu - porumb	1,336	76	50
Soia-grâu - porumb + o solă cu lucernă și graminee perene	1,138	65	50
Fasole-grâu - porumb + 2 sole cu lucernă și graminee perene	1,051	60	40
Soia - grâu - porumb + 2 sole cu lucernă și graminee perene	0,988	56	40

Rezultatele obținute privind scurgerile de apă și sol prin eroziune, la diferite culturi în Câmpia Moldovei, arată că în perioada 1980-2009 din totalul de 570,2 mm precipitații înregistrate, 366,1 mm (64,2%) au determinat scurgeri care au fost cuprinse între 6,3 mm la ierburile perene și 29,6-35,4 mm la culturile de porumb și floarea-soarelui. Pierderile medii anuale de sol prin eroziune au fost cuprinse între 0,246 t/ha la ierburile perene și 8,976 t/ha la floarea-soarelui. Structura culturilor, care a determinat reducerea pierderilor de sol prin eroziune la valori de sub 3,206 t/ha, a

cuprins 20% cereale păioase, 20% leguminoase anuale, 20% culturi prășitoare și 40% leguminoase și graminee perene (24) (tabelul 11.60).

Se constată că reducerea pierderilor de sol prin eroziune sub limita „tolerabilă” de 3-4 t/ha/an se poate realiza numai în cazul asolamentelor de 4 ani, cu una sau două sole săritoare cu leguminoase și graminee perene, care protejează mai bine solul. Aceste rezultate constituie sursa de date necesară pentru elaborarea proiectelor de îmbunătățiri funciare, pentru amenajarea complexă a bazinelor hidrografice și pentru fundamentarea metodelor de protecție și de reconstrucție a resurselor de sol și apă.

Tabelul 11.60

**Scurgerile medii anuale de apă și sol prin eroziune în diferite
asolamente pe terenurile cu panta de 16% (24)**

Rotația	Apa scursă		Eroziunea		Plante prășitoare (%)
	mm	%	t/ha/an	%	
*Pm	29,6	100	8,425	100	100
FGFPG	22,3	75	5,049	60	60
GP	20,5	69	5,044	60	50
PGMFs+G	21,6	73	4,731	56	40
MGP	20,8	70	4,625	55	33
PGMFs+ 2G	19,8	67	4,076	48	33
FGP + 2G	17,1	58	3,242	38	40
MPSf+2G	17,8	60	3,206	38	20
SGP+ 2G	16,3	55	3,096	37	40
MGP + 3G	15,6	53	2,714	32	17

*Pm = porumb monocultură; FGFPG = rotația fasole - grâu - floarea-soarelui - porumb - grâu; GP = rotația grâu - porumb; MGP = mazăre - grâu - porumb; PGMSf + G = rotația porumb - grâu - mazăre - floarea-soarelui + o solă cu graminee și leguminoase perene; FGP + 2G = fasole - grâu - porumb + 2 sole cu graminee și leguminoase perene; SGP = soia - grâu - porumb + 2G.

Prin asolamente cu leguminoase, scarificare și mulcire se stimulează activitatea biologică din sol, la care se adaugă micorizarea și bacterizarea.

Asolamentele diversificate contribuie la stimularea activității bacteriene și stimulează fixarea azotului și refacerea circuitelor naturale ale substanțelor nutritive. Monocultura și rotațiile scurte determină formarea de substanțe toxice prin adăugarea aceluiași resturi vegetale și distrug micorizele și sistemele de fixare biologică a azotului.

Cunoașterea ratelor de formare a solului sunt necesare pentru stabilirea limitelor tolerabile ale eroziunii solului în diferite zone pedoclimatice. Pentru Europa, stadiul actual al cunoștințelor științifice indică

faptul că ratele tolerabile ale eroziunii solului variază de la cca. 0,3 la 1,4 t/ha/an, în funcție de factorii de solificare, materialul parental, climat, modul de utilizare al terenului, poziția geografică etc.

Analizele efectuate la profile de sol, la începutul perioadei de testare și după 40 de ani, pe o pantă de 16%, cu lungimea versantului de 310 m, au arătat că pe lungimea pantei solul are o fertilitate foarte diferită (tabelul 11.61). Conținutul de carbon organic din sol a fost semnificativ mai mare în toate pozițiile de pe versant la asolamentul mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + 2 sole săritoare cultivate cu leguminoase și graminee perene.

Cantitatea medie de carbon organic din sol la rotația mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + 2 sole săritoare cultivate cu leguminoase și graminee perene a fost de 80,14 t/ha iar la rotația grâu-porumb de 73,50 t/ha. Procesul de eroziune a determinat diferențierea cantității de carbon organic din sol, pe adâncimea de 0-30 cm, în funcție de poziția pe versant și gradul de eroziune, fertilizare și asolament, de la 64,63 la 86,99 t/ha.

Tabelul 11.61

Masa de carbon organic din sol, pe adâncimea de 0-30 cm (t/ha)

Poziția	Rotația grâu - porumb			Rotația mazăre - grâu - porumb - floarea-soarelui + 2 sole cu leguminoase și graminee perene			DL
	N ₁₄₀ P ₁₀₀	N ₈₀ P ₈₀ + 60 t/ha gunoi	Media	N ₁₄₀ P ₁₀₀	N ₈₀ P ₈₀ + 60 t/ha gunoi	Media	5%
Baza pantei	75,03	79,12	77,08	83,39	86,99	85,19	8,11
Mijlocul versantului	64,63	72,21	68,42	73,02	76,21	74,62	6,20
Amonte	72,62	77,41	75,02	79,02	82,21	80,62	5,60
Media	70,76	76,25	73,50	78,48	81,80	80,14	

Eroziunea a determinat reducerea cantității de particule fine de la suprafața solului și creșterea fracțiunilor grosiere, înrăutățind textura și structura solului. Îndepărtarea orizonturilor superioare, diminuarea materiei organice, modificarea structurii, texturii, favorizează tasarea solului și reduce capacitatea de infiltrație a apei și capacitatea pentru apă capilară a solului.

Folosirea asolamentelor de trei sau patru ani cu leguminoase și graminee perene, care lasă în sol cantități importante de rădăcini și resturi vegetale, pe seama cărora se echilibrează balanța humusului, contribuie și la

diminuarea pierderilor de sol, humus și elemente minerale, care au fost de 2,5 ori mai mici, față de cele înregistrate la porumb și floarea-soarelui.

Cercetările efectuate timp de 18 ani la Centrul de Cercetare pentru Agricultură și Silvicultură din Lituania, care au urmărit efectul rotației culturilor asupra scurgerilor de apă și sol prin eroziune pe terenuri cu pante cuprinse între 7 și 11 grade au arătat că prin introducerea în rotație a culturilor care asigură un grad de acoperire al solului de peste 80%, se reduce scurgerea apei și se limitează pierderile de sol la 1,3 t/ha/an. [(Kinderiene Irena, (84)] (tabelul 11.62). Cercetările au cuprins următoarele planuri de rotație:

1. Secară de toamnă-cartof-orz de primăvară+amestec de trifoi roșu+timofitică cultura ascunsă-trifoi roșu+timofitică 2 ani (S-C-O+Att-Att-Att);
2. Secară de toamnă-cartof-orz de primăvară+amestec de trifoi roșu+timofitică cultura ascunsă-trifoi roșu+timofitică 1 an-orz primăvară-ogor negru (S-C-O+Att-Att-O-Og);
3. Secară de toamnă-orz de primăvară-orz de primăvară-orz de primăvară+amestec de trifoi roșu+timofitică cultură ascunsă-trifoi roșu+timofitică 2 ani (S-O-O-O+Att-Att-Att);
4. Secară de toamnă-orz de primăvară+amestec de golomăț+*Festuca* - mixtură de golomăț+*Festuca* 4 ani (S-O+Agf-Agf-Agf-Agf-Agf);
5. Pajiște nefertilizată (Pnf);
6. Pajiște fertilizată cu aceeași compoziție ca în rotația 5 (Pf).

Tabelul 11.62

**Pierderile medii de sol prin eroziune în diferite rotații
1995-2012 (t/ha/an)**

Rotația	1995-2000	2001-2006	2007-2012
S-C-O+Att-Att-Att	6,3abc*	3,2a	0,6abc
S-C-O+Att-Att-O-Og	11,1c	9,3b	13,9c
S-O-O-O+Att-Att-Att	3,6abc	2,9a	2,1abc
S-O+Agf-Agf-Agf-Agf-Agf	1,8a	1,3a	0,6abc
Pnf	0,0a	0,1a	0,0a
Pf	0,0a	0,1a	0,0a

* Semnificația pentru $P \leq 0.05$;

*S = Secară de toamnă; C = cartof; O = orz primăvară; Att = pajiște cu amestec trifoi+timofitică; Agf = pajiște cu amestec golomăț+*Festuca*

În regiunile semiaride din Marile Câmpii canadiene unde conservarea umidității este o prioritate, în perioada de secetă (1976-1989) cele mai mari creșteri ale carbonului organic din sol s-au înregistrat în rotațiile ogor-secară-grâu și grâu-linte (400 kg/ha/an) iar în perioada cu precipitații peste media multianuală (1990-1999), în aceleași rotații, stocul de carbon organic a crescut cu 550 și respectiv 520 kg/ha/an (30) (tabelul 11.63).

În perioada cu precipitații peste media multianuală la monocultura de grâu de primăvară s-a înregistrat cea mai mare acumulare de carbon organic (570 kg/ha/an). Resturile vegetale reduse de la cultura de in, care de multe ori au fost luate de vânt de pe câmp, au determinat reducerea conținutului de carbon organic din sol. Secara de toamnă, care lasă în sol cantități mai mari de resturi vegetale și protejează mai bine solul împotriva eroziunii, a avut un aport mai mare decât grâul de primăvară la depozitarea carbonului în sol.

Tabelul 11.63

Influența unor rotații asupra dinamicii carbonului organic din sol (0-15cm) (30)

Rotația	C org. 1990 t/ha	Creștere stoc 1976-1990 kg/ha/an	C org. 1999 t/ha	Creștere stoc 1990-1999 kg/ha/an
Ogor-grâu-grâu (+P)	31,0	87	37,1	60
Ogor-grâu-grâu (N+P)	32,8	207	38,3	180
Ogor-in-grâu (N+P)	29,0	-47	36,6	10
Ogor-secară-grâu (N+P)	35,7	400	42,0	550
Ogor-grâu-grâu (+N)	30,9	52	53,3	-120
Monocultură grâu (N+P)	32,0	153	42,2	570
Ogor-grâu (N+P)	29,7	0	36,5	0
Monocultură grâu (+P)	32,7	200	37,9	140
Grâu-linte (N+P)	35,7	400	41,7	520

În climatul temperat semiarid din Nord-Vestul Chinei cu o medie anuală a precipitațiilor de 415 mm, pe un sol de tip cambisol calcic situat pe o pantă de 20 grade, eroziunea a înregistrat valori de 9197 t/km²/an la cartof, 7812 t/km²/an la in și 7664 t/km²/an la grâul de primăvara [(Wei Wei, (85)]. În rotațiile unde cartoful a ocupat o pondere de 25% eroziunea a fost de două ori mai mare comparativ cu rotațiile care au cuprins cereale, leguminoase și ierburi perene (tabelul 11.64).

Tabelul 11.64

Apa scursă și cantitățile de sol erodat în diferite rotații (85)

Rotatia	Coefficientul de Scurgere - %	Eroziunea t/km ² /an
Cartof - fasole - grâu - cartof - mazăre - grâu - fasole - in	23.20	7694
Grâu - mazăre - grâu - in - țelină - țelină - țelină - țelină	16.50	4304
Grâu - in - mazăre - grâu - fasole - in - mazăre - grâu	21.40	6526
In - cartof - fasole - grâu - in - fasole - cartof - mazăre	24.15	8333
Fasole - grâu - cartof - mazăre - grâu - cartof - in - fasole	22.10	6755
Mazăre - grâu - in - fasole - cartof - mazăre - grâu - cartof	23.0	7828

În condițiile climatice din Brazilia pierderile de sol prin eroziune au fost cuprinse între 0,1 t/ha/an la terenurile împădurite și 114 t/ha/an la terenul fără acoperire cu plante [(Anache A.A. Jamil, (86)] (tabelul 11.65).

Tabelul 11.65

Cantitățile de sol erodate în diferite condiții de utilizare a terenurilor (86)

Categoria de folosință	Panta %	Precipitații, mm/an	Scurgerea mm/an	Eroziunea t/ha/an
Ogor - fără acoperirea solului cu plante	3,9	1547	299,5	88,2
	9,0	2486	352	59,1
	14,5	1371	496,6	114,0
Agricol	4,3	1477	188,8	10,0
	10,9	1176	127	7,1
Pădure	9,0	1013	39,0	0,1
	21,0	1007	30,4	0,5
Pășune	4,0	1637	30,0	0,3
	9,4	638	160,5	1,0
	13,5	1169	111,1	17,0
Soia - fasole - grâu - porumb	-	-	77,4	9,1
Porumb	-	-	94,5	9,2
Soia	-	-	75,2	8,2
Grâu	-	-	45,5	3,7

Determinările efectuate pe un sol de tipul luvisol, cu panta de 9% în centrul Croației, privind pierderile de sol prin eroziune la diferite sisteme de lucrare a solului, au arătat că arătura efectuată pe direcția deal-vale a determinat pierderea unor cantități de sol prin eroziune, în funcție de cultură, între 38,18 și 5,10 t/ha, iar arătura adâncă, efectuată pe direcția curbelor de nivel, între 5,25 și 0,18 t/ha (tabelul 11.66). Cele mai mici pierderi de sol prin

eroziune s-au înregistrat la variantele lucrate în sistemul minim de lucrări cu mulci (între 13,54 și 0,13 t/ha/an) și în varianta arată la 30 cm cu subsolaj (2,90 și 0,06 t/ha/an) [(Kisic Ivicua, (87)].

În Bulgaria rata medie anuală de eroziune este de 0,14 t/ha/an în zonele împădurite, 4,76 t/ha/an pe terenurile arabile, 2,69 t/ha/an pe terenurile arabile amenajate și de 12,65 t/ha/an la plantațiile viticole. Din cercetările efectuate s-a constatat că folosirea sistemului de lucrări minime și a îngrășămintelor verzi determină reducerea pierderilor medii anuale de sol prin eroziune la nivelul capacității naturale de refacere a solului (0,937-2,2 t/ha) (tabelul 11.67).

Pierderile de sol prin eroziune pe terenurile arate pe direcția deal-vale și cultivate cu porumb au fost de 7,48 t/ha (88). La floarea-soarelui cultivată în sistemul de lucrare convențional al solului cantitatea anuală de sol erodat a fost de 3,044 t/ha, iar prin încorporarea în sol a paielor de grâu sau a îngrășământului verde eroziunea s-a redus la 2,327 t/ha și respectiv 0,937 t/ha.

Influența favorabilă a sistemului de lucrare redusă a solului și a resturilor vegetale lăsate la suprafața solului asupra reducerii fenomenului de eroziune a fost semnalată și de Lal, R. (89), care a constatat că la sistemul no-tillage, pierderile de sol prin eroziune hidrică s-au redus, fiind apropiate de nivelul celor înregistrate în cazul protejării solului cu 6 t/ha mulci (tabelul 11.68).

În zonele cu o medie multianuală a precipitațiilor de 769,2 mm și pe terenurile cu panta de 15%, aplicarea a 6 t/ha resturi vegetale a determinat reducerea eroziunii solului la 0,66 t/ha/an.

Tabelul 11.66

**Pierderile de sol prin eroziune la diferite sisteme de lucrare
la un luvisol cu panta de 9% t/ha/an (86)**

Lucrarea solului	Soia			Rapiță de toamnă		
	Oct. 1995 -oct. 1996	Nov. 2000 -oct. 2001	Media pe 2 ani	Aug. 1997-iulie 1998	Aug. 2002 – Sept. 2003	Media pe 2 ani
Ogor negru	110,14	26,77	68,4	54,05	7,96	31,0
Arat din deal - vale	38,18	5,10	21,6	0,40	0,14	0,27
No-tillage + mulci	13,54	0,13	6,9	0,34	-	0,2
Arat pe curba de nivel	5,35	0,17	2,7	0,13	0,02	0,07
Arat la 60 cm	5,25	0,18	2,7	0,17	0,002	0,009
Arat la 30 cm + subsolaj	2,9	0,06	1,5	0,08	0,002	0,05

Tabelul 11.67

**Pierderile de sol prin eroziune la diferite sisteme de
lucrare a solului (88)**

Lucrarea solului	Kastanoziom	Luvisol
	Porumb	Floarea-soarelui
No-tillage	2,20	1,42
Arat superficial	2,21	1,12
Arat deal - vale	7,48	4,05
	Scurgerea de apă, m ³ /ha	Sol erodat, t/ha
Sistem convențional	302	3,044
Încorporare paie	219	2,327
Încorporare îngrășământ verde	121	0,937

Tabelul 11.68

**Efectul resturilor vegetale folosite ca mulci și al sistemului de
lucrare a solului asupra eroziunii (89)**

Cantitatea de mulci (t/ha)	Eroziunea (t/ha) la panta (%) de:				Media
	1	5	10	15	
0	9,34	134,3	136,96	95,51	94,02
2	0,93	6,34	5,53	16,82	7,41
4	0,32	1,54	1,04	2,65	1,39
6	0,00	0,23	0,20	0,66	0,27
No-tillage	0,00	0,74	0,06	0,09	0,22
Media	2,12	26,8	28,8	23,55	

Agenda 2030 pentru dezvoltare durabilă cuprinde 17 obiective de dezvoltare durabilă (ODD). La obiectivul 2 privind „Eradicarea foametei, garantarea securității alimentare și promovarea agriculturii durabile”, reforma Politicii Agricole Comune (PAC) are trei obiective prioritare: producția alimentară viabilă, gestionarea durabilă a resurselor naturale și politicile climatice.

BIBLIOGRAFIE

1. Ionescu Șișești, Gh., 1947 – *Agrotehnica*. Tiparul Cartea Românească, București.
2. Ionescu Șișești, Gh., Staicu, Ir., 1958 – *Agrotehnica*. Editura Agro-Silvică, București.
3. Vasiliu, A., 1983 – *Din istoria științelor agricole românești*. Probleme de Agrofitehnie teoretică și aplicată, ICCPPT Fundulea, vol. 5.
4. Pintilie, C. și colab., 1985 – *Agrotehnica*. Editura didactică și pedagogică, București.
5. Onisie, T., Jităreanu, G., 1999 – *Agrotehnica*. Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
6. Staicu, Ir., 1969 – *Agrotehnica*. Editura agrosilvică, București.
7. Budoi, Gh. și colab., 1996 – *Rotația culturilor, aplicarea îngrășămintelor și a erbicidelor la cultura de grâu, componente ale managementului integrat al buruienilor*. Combaterea integrată a buruienilor, Al X-lea Simpozion Național de Herbologie, Sinaia.
8. Dincu, I., Lăcătușu, Gh., 2002 – *Bazele tehnologice ale culturilor agricole*. Editura Ceres, București.
9. Sin, Gh., Partal, Elena, 2010 – *Influența rotației și a fertilizării asupra producțiilor de grâu și porumb în contextul variațiilor climatice*, AN. I.N.C.D.A. Fundulea, Vol. LXXVIII, Nr. 1, 2010.
10. Pintilie, C., Sin, Gh., 1994 – *Rotația culturilor de câmp*. Editura Ceres, București.
11. Popa, A., 1994 – *Asolamentele pe terenurile în pantă*. Editura Ceres, București.
12. Săndoiu, D.I., 2012 - *Agrotehnica*, Editura Ceres, București.
13. Guș, P. și colab., 1997 – *Influența lucrărilor solului asupra producției și a unor însușiri ale solului*. Alternative de lucrare a solului, 9-10 Oct., Cluj-Napoca.
14. Guș, P., Săndoiu, I. D., Lăzureanu, A., Jităreanu, G., 1988 – *Agrotehnica*, Ed. Rizoprint Cluj-Napoca.
15. Neamțu, T., 1996 – *Ecologie, eroziune și agrotehnică antierozională*. Editura Ceres, București.
16. Catargiu, D., Rusu, M., 1996 – *Aspecte agronomice privitoare la efectul rotației și asolamentului la cultura grâului de toamnă în Podișul Moldovei*. Anale ICCPT Fundulea, Vol. LXIII.
17. Onisie, T., Jităreanu, G., 2000 – *Agrotehnica*. Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.

18. Dumitrescu, N., Iacob, T., Vîntu, V., Samuil, C., Pujină, D., Pujină, Liliana, Silistru, Doina, Ailincăi, C., 1999 - *Ameliorarea pajiștilor degradate din zona de silvostepă*, Editura Ion Ionescu de la Brad, pp. 372, Iași.
19. Onisie, T. și colab., 1989 – *Comportarea grâului de toamnă și porumbului în diferite asolamente pe terenurile în pantă*. Lucrări științifice, vol. 30, seria Agronomie, Ins. Agronomic Iași.
20. Jităreanu, G., 2015 - *Agrotehnica*. Editura Ion Ionescu de la Brad Iași, Iași.
21. Jităreanu, G., Ailincăi C., 2016 - *Agrotehnica*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași, 536 p. ISBN 978-973-147-183-9.
22. Ailincăi, C., 2007 – *Agrotehnica terenurilor arabile*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași, 454 p, ISBN 978-973-7921-85-2.
23. Ailincăi, C., Ailincăi, Despina, Irimescu, Mirela, Ștefanic Gh., 1997 – *Influența rotației și a fertilizării asupra nivelului de fertilitate a solului, apreciat prin indicatori biologici*. Cercet. Agronomice în Moldova, vol. 1, p. 179-184, Iași.
24. Ailincăi, C., Jităreanu G., Răus, L., Țopa, D., 2013 - *Tehnologii de cultură și metode de protecție a solului*. Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași, 2013, 212 p, ISBN 978-973-147-121-1.
25. Meynard, J.M., 2009 - *En Picardie, 8 fermes de grande culture engagées en Production Intégrée réduisent fortement les pesticides sans baisse de marge*. *Courr Environ* 57: p. 73–91.
26. Laurent, Catherine, Cerf, M., Labarthe, P., 2006 - *Agricultural extension and market regulation: learning form a comparison of six EU countries*. *Journal of Agricultural Education and Extension*. 2006, 12 (1), p. 5-16.
27. Moldovan, Cristina, Morar, G., Duda, M., Todoran, Camelia, 2014 - *Potato tuberization in long photoperiodic conditions*. *Agriculture, Science and Practice*, no. 3- 4.
28. Moga, I., Schitea, Maria, 2000 – *Cultura plantelor furajere pentru sămânță*, Editura Ceres, București.
29. Săicu, C., 2011 - *Influența epocii de semănat și a plantei protectoare asupra producției de furaj și semințe la principalele graminee în condițiile din nordul Moldovei*. *Analele INCDA Fundulea*, Vol. LXXIX, nr. 1.
30. Toncea, I., 2007 – *Bilanțul cercetărilor de agricultură ecologică*. *Analele INCDA Fundulea*, vol. LXXV.
31. Dumitrescu, N., 2014 – *Ameliorarea pajiștilor degradate din zona de silvostepă*. Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
32. Abid, M., Lal, R., 2008 - *Tillage and drainage impact on soil quality - Aggregate Stability, carbon and nitrogen pools*. *Soil&Tillage Research*, 100, p. 89-98.
33. Campbell, C.A., Zentner, R.P., Selles, F., Jefferson, P., McConkey, B.G., Lemke, R., Blomert, B.J., 2005 – *Long-term effect of cropping system and nitrogen and phosphorus fertilizer on production and nitrogen economy of grain crops in a Brown Chernozem*, *Canadian Journal of Plant Science* 85: p. 81–93.

34. Jitäreanu, G., Ailincăi, C., Ailincăi, Despina, Răus, L., 2009 - *Impact of different tillage systems and organo-mineral fertilization on soil physical and chemical characteristics in the Moldavian Plain*, Cercetări Agronomice în Moldova, Vol. XLII, No. 1 (137) / 2009, p. 41-54. ISSN 0379-5837.
35. Lal, R., 2009 - *Soil quality impacts of residue removal for bioethanol production*, Soil & Tillage Research 102 (2009), p. 233–241.
36. Moss, S.R., Storkey, J., Cussans, J.W. , Perryman, S.A.M., Hewitt, M.V. (2004) - *The Broadbalk long-term experiment at Rothamsted: what has it told us about weeds?*, *Weed Science*, 52, p. 864-873.
37. Pimentel, D., 2009 - *World Soil Erosion and Conservation*, *Cambridge Studies in Applied Ecology and Resource Management*, Cambridge University Press
38. Poulton, P.R., 1996 – *The Rothamsted long-term experiments: Are they still relevant?* *Can. J. Plant Sci.* 76: p. 559–571.
39. Rusu, T., 2005 - *Agrotehnica*, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
40. Blair, N., Faulkner, R.D., Till, A.R. and Crocker, G.J., 2006 - *Long-term management impacts on soil C, N and physical fertility. Part III: Tamworth crop rotation experiment*. *Soil and Tillage Research* 91, p. 48-56.
41. Dyke, G.V., George, B.J. , Johnston, A.E., Poulton, P.R. and Todd, A.D., 1983 - *The Broadbalk wheat experiment 1968-78: yields and plant nutrients in crops grown continuously and in rotation*, Rothamsted Experimental Station Report for 1982, Part 2, p. 5-44.
42. Johnston, A.E. , Poulton, P.R. and Coleman, K., 2009 - *Soil organic matter: its importance in sustainable agriculture and carbon dioxide fluxes*, *Advances in Agronomy*, 101, p. 1-57.
43. Ailincăi, C., Jitäreanu, G., Filipov F., Ailincăi Despina, Zbanț Maria, 2009 - *Evolution of Soil Fertility under the Influence of Organic Fertilizers and Erosion on Slope Lands in the Moldavian Plain*. *Cercetări Agronomice în Moldova*, Vol. XLII, No. 4 (140), p. 29-43.
44. Dornescu, D. și colab., 1994 – *Evoluția producțiilor de porumb în trei decenii de aplicare staționară a îngrășămintelor pe două tipuri de sol din Podișul Moldovei*. *Analele ICCPT Fundulea*, vol. LXI.
45. Ailincăi, C., Jitäreanu, G., Bucur, D., Răus, L., Ailincăi, Despina, Zbanț Maria, 2009 - *The Impact of Long-Term Fertilization and Irrigation on Wheat and Maize Yield on Slope Lands in the Moldavian Plain*. *Cercetări Agronomice în Moldova*, Vol. XLII, No. 2 (138), p. 17-26, ISSN 0379-5837.
46. Petrovici, P., Ailincăi, Despina, Ailincăi, C., 1986 – *Influența îngrășămintelor asupra producției de grâu cultivat pe terenurile în pantă în Câmpia Moldovei*. *Cereale și plante tehnice*, nr. 8, București.

47. MacDonald, A.J., Gutteridge, R.J., 2012 - *Effects of take-all (Gaeumannomyces graminis var. tritici) on crop N uptake and residual mineral N in soil at harvest of winter wheat*. Plant and Soil. 350, p. 253-260.
48. Bassem, Dimasia, 2014 - *Effect of nutrients availability and long-term tillage on priming effect and soil C mineralization*. Soil Biology and Biochemistry, vol. 78.
49. Machado, S., Rhinhart, K., Petrie, S., 2006 – *Long-term cropping system on carbon sequestration in eastern Oregon*. Journal of Environmental Quality, vol. 35.
50. Hera, Cr., 1999 – *Agricultura durabilă performantă*, Editura AGRIS
51. Davidescu, D., 1992 – *Agrochimia*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
52. Andrieș, S., 2007 - *Optimizarea regimurilor nutritive și productivitatea plantelor de cultură*. Chișinău, Pontos., 373 p.
53. Hilton, S., Bennett, A.J., Keane, G., Bending, G.D., Chandler, D., Stobart, R., Mills, P., 2013 - *Impact of shortened crop rotation of oilseed rape on soil and rhizosphere microbial diversity in relation to yield decline*. Crops, Food Security & Food system channel. Plos org./ Journal.phone. 0059859.
54. Ioniță, I., Niacșu, L., Crețu, D., 2010 – *Considerații privind modul de utilizare a terenurilor din bazinul pârâului Racul – Podișul Central Moldovenesc*-Al XXVI-lea Simpozion National de Geomorfologie « Degradarea terenurilor in contextul schimbarilor globale », 17-18 septembrie 2010 Iasi, p:70-76.
55. Moga, I. și colab., 1996 – *Plante furajere*. Editura Ceres, București.
56. Russell, J.E., 2002 – *Soil conditions and plant growth*. 11-th Edition, Daya Books.
57. Ștefanic, Gh., Sandoiu, I.D., Niculina Gheorghii, 2006 - *Biologia solurilor agricole*, Ed. Elisaváros, București.
58. Vîntu, V., 2000 – *Ecologie și protecția mediului*. Edit. Ion Ionescu de la Brad, USAMV Iași.
59. Wei, W., Liding, Chena, Handan, Zhanga, Lei, Y., Yang, Y., Jin, Ch., 2014 - *Effects of crop rotation and rainfall on water erosion on a gentle slope in the hilly loess area, China*, Catena 123, p. 205–214.
60. Lal, R., 2009 - *Soil quality impacts of residue removal for bioethanol production*, Soil & Tillage Research 102, p. 233–241.
61. Ailincăi, C., Jităreanu, G., Răus, L., Țopa, D., 2013- *Tehnologii de cultură și metode de protecție a solului*. Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași, 212 p.
62. Mitra, S., Hidangma Y., 2016 - *Organic horticulture in India*. Horticulturae, 2 (4).
63. Shang, Q., Ning Ling Xumeng and oth., 2014 - *Soil fertility and its significance to crop productivity and sustainability in typical agroecosystem: a summary of long-term fertilizer experiments in China*. Plant and Soil, vol. 381, Issue 1-2.
64. Russell, A.E., Lairdb, D.A. and Mallarinoc, A.P., 2006 - *Nitrogen Fertilization and Cropping System Impacts on Soil Quality in Midwestern Mollisols*. SSSAJ, VOL. 70, NO. 1, p. 249-255.
65. Lixandru, Gh., 2006 – *Sisteme integrate de fertilizare în agricultură*, Edit. Pim, Iași.

66. Vieira, F.C.B., Bayer, C., Zanatta J.A., Mielniczuk J., Six J., 2009 - *Building Up Organic Matter in a Subtropical Paleudult under Legume Cover-Crop-Based Rotations*, Soil Sci. Soc. Am. J. 73:1699-1706.

67. Dimassia, Bassem, Marya, Bruno, Wyllemanc, R., Labreuche, J., Couture, D., Piraux, F., Cohan, J.P., 2014 - *Long-term effect of contrasted tillage and crop management on soil carbon dynamics during 41 years*, Agriculture, Ecosystems and Environment, vol. 188, p. 134–146.

68. Shrestha, B.M., McConkey, B.G., Smith, W.N., Desjardins, R.L., Campbell, C.A., Grant, B.B., Miller, P.R., 2013 - *Effects of crop rotation, crop type and tillage on soil organic carbon in a semiarid climate*. Can. J. Soil Sci. 93: p. 137 - 146.

69. Cojocaru, Olessa, 2016 - *The pedogenetical factors of soil in the hilly area of the middle Prut from the Republic of Moldova*. Institutional Repository in Agricultural Sciences (IRAS SAUM), <http://hdl.handle.net/123456789/2110>.

70. Andrieș, S., 2007 - *Optimizarea regimurilor nutritive ale solurilor și productivitatea plantelor de cultură*. In Agris, Edit. Pontos, Chișinău.

71. Stenberg, Maria, 2006 - *Plant nutrient leaching a clay soil with autumn wheat plant succession*. Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.

72. Ailincăi, C., Jităreanu, G., Bucur, D., Mercuș, A., 2011 - *Influence of tillage practices and fertilization on crop yields and soil properties in long-term crop rotation (soybean-wheat-maize) experiments*. Journal of Food, Agriculture & Environment, Vol. 9, No.1, p.285-289 ref.21.

73. Neagu, Cecilia, 2015 - *Modeling of the nitrification process in a soil in Călărași county*. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development Vol. 15, Issue 1.

74. Buturugă, Maria-Daniela, Ștefanic, Gh., Săndoiu, D.I., Bădulescu, Liliana, 2016 - *Ecological Methods of Pecto-Enzymatical Analysis for Soil Fertility Control*. Romanian Biotechnological Letters, University of Bucharest.

75. Fritea, T. și colab., 2013 - *Cinci decenii de cercetări în domeniul combaterii buruienilor la S.C.D.A. Livada*, AN. INCDA Fundulea, vol. LXXXI.

76. Slonovschi, V., Ailincăi, Despina, Ailincăi, C., 1999 - *Modificarea florei segetale sub influența tehnologiilor de cultură*, Cereale și plante tehnice, nr.7.

77. Jităreanu, G., Ailincăi C., Ailincăi, Despina, Zbanț, Maria, 2008 - *Influence of Some Agrophytotechnical Parameters on the Wheat and Maize Yields and Soil Fertility in the Moldavian Plain*. Lucrări Științifice vol. 51, seria Agronomie, USAMV Iasi, ISSN 1454-7414.

78. Pintilie, C., Romoșan, Șt., Pop, L., Timariu, Gh., Sebok, P., Guș, P., 1985 – *Agrotehnica*. Editura Didactică și Pedagogică, București.

79. Lugato, E., Paustian, K., Panagos, P., Jones, A. & Borrelli, P., 2016 - *Quantifying the erosion effect on current carbon budget of European agricultural soils at high spatial resolution*. Glob. Chang. Biol. 22, p. 1976–1984.

80. Emre, O., Umit, D., Ilker, E., 2018 - *Land Use and Land Cover Changes (LULCC), a Key to Understand Soil Erosion Intensities in the Maritsa Basin*.
81. EEA, 2012 - *Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2012. An indicator-based report*. European Environment Agency, Report 12/2012, Luxembourg: Office for Official Publications of the European Union, ISSN 1725-9177.
82. Panagos, P., Imeson, A., Meusburger, K., Borrelli, P., Poesen, J., Alewell, C., 2016 - *Soil Conservation in Europe: Wish or Reality?* *Land Degradation and Development*, 27 (6): p. 1547-1551.
83. Borrelli, P., Robinson, D.A., Fleischer, L.R., Lugato, E., Ballabio, C., Alewell, C., Meusburger, K., Modugno, S., Schütt, B., Ferro, V., Bagarello, V., Oost, K.V., Montanarella, L., Panagos, P., 2017 - *An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion*. *Nature Communications*, 8(1), art. no. 2013.
84. Irena, Kinderiene, Danute, Karcauskiene, 2016 - *Assessment of soil erosion processes as influenced by different land-use systems on hilly rolling landscape of Western Lithuania*. *Zemdirbyste-Agriculture*, vol. 103, No. 4 (2016), p. 339–346.
85. Wei, W., Liding, Chena, Handan, Zhanga, Lei, Y., Yang, Yu, Jin, Chen, 2014 - *Effects of crop rotation and rainfall on water erosion on a gentle slope in the hilly loess area, China*, *Catena* 123, p. 205–214.
86. Anache, A.A.J., Wendland, C.E., Oliveira T.S.P., Flanagan, C.D., Nearing, A.M., 2017 - *Runoff and soil erosion plot scale studies under natural rainfall: A meta-analysis of the Brazilian experience*, *Catena* 152 (2017), p. 29-39.
87. Kistic, Ivicaa, Basic, Ferdoa, Mesic Milana, Butorac, Andjelkoa, Othmar, N., 2006 – *Water erosion under different crops in Croatia*. International Soil Tillage Research Organisation 17th Triennial Conference - Kiel, Germany.
88. Mitova, Totka, Elka, T., 2006 - *Conservation agricultural practices for soil erosion protection in Bulgaria*. Proc. of ISTRO 17th Conference on Soil Management.
89. Lal, R., 1976 – *Soil erosion problems on an Alfisol in western Nigeria and their control*, IITA Monograph 1, Ibadan, Nigeria, 208 p.
90. Lal, R., 1974 - *Soil temperature, soil moisture and maize yield from mulched and unmulched tropical soils*. *Springer*. Plant and soil, Vol. 40, Issue 1, p. 129-143.
91. Petelkau, H., 1984 - *Auswirkungen von Schadverdichtungen auf Bodeneigenschaften und Pflanzenenertrag sowie Massnahmen zu ihrer Minderung*. Tagungsbericht-Akademie der Landwirtschaftswissenschaften D.D.R. Berlin, 215, p. 39–48.
92. *** ICPA, 1994 - *Monitoringul stării de calitate a solurilor din România*, vol. I și vol. II, București.



CAPITOLUL 12

AGROTEHNICA DIFERENȚIATĂ

12.1 EUROPA ȘI POLITICA AGRICOLĂ COMUNĂ

Agenda UE pentru dezvoltare durabilă cuprinde 17 obiective, cu 169 de ținte în direcția dezvoltării durabile la nivel mondial până în 2030. Obiectivul 2 se referă la „Eradicarea foametei, garantarea securității alimentare și promovarea agriculturii durabile”, reforma Politicii Agricole Comune (PAC) și are trei direcții prioritare: producția alimentară viabilă, gestionarea durabilă a resurselor naturale și politicile climatice. În comunicarea Comisiei UE privind viitorul sectorului alimentar și al agriculturii se recunoaște faptul că unul dintre obiectivele PAC va fi acela de a consolida și de a asigura gestionarea sustenabilă a resurselor naturale și de a contribui la atingerea obiectivelor UE în materie de mediu și climă.

Agenda UE privind agricultura (ODD 2) are un rol substanțial întrucât este strâns legată de aspectele privind locurile de muncă, aerul, schimbările climatice, apa, solul și biodiversitatea (ODD 8, 12, 6, 13 și 15).

UE a stabilit un obiectiv ambițios la nivelul întregii economii, de reducere cu cel puțin 40% a emisiilor de gaze cu efect de seră până în 2030. Acest obiectiv are la bază previziunile globale care sunt în conformitate cu obiectivul pe termen mediu al Acordului de la Paris, din anul 2015.

Măsurile privind rezervele de apă dulce, în acord cu obiectivele Agendei au în vedere reducerea poluării cursurilor de apă dulce prin creșterea tratării, reciclării și reutilizării apelor uzate cu cel puțin 50% până în 2030.

În propunerea Comisiei COM (2018) 393 sunt prinse cadrul bugetar și principalele orientări ale politicii agricole comune (PAC) pentru decadele



următoare. În Comunicarea Comisiei intitulată „Viitorul sectorului alimentar și al agriculturii” (COM (2017) 0713) se arată că schema de plată unică pe suprafață (SAPS) simplă, justificată, transparentă și ușor de aplicat, care a fost implementată cu succes în multe state membre, se va menține și după 2020 și propune utilizarea sa în orice stat membru sau de către orice fermier din UE. De asemenea, se solicită ca pe lângă exploatațiile cu producție agricolă integral ecologică conform articolului 11 din Regulamentul (CE) nr. 834/2007 și care sunt scutite de obligația de „ecologizare” stabilită la articolul 43 din Regulamentul UE nr. 1307/2013, să fie scutite și exploatațiile care pun în aplicare măsurile de agromediu în sensul Regulamentului (UE) nr. 1305/2013.

Reforma PAC după anul 2020 va face propuneri legislative care să conțină măsuri și instrumente adecvate pentru integrarea producției de plante proteaginoase în sisteme îmbunătățite de rotație a culturilor, cu scopul de a reduce deficitul de proteine vegetale, de a îmbunătăți veniturile fermierilor și de a răspunde principalelor provocări cu care se confruntă agricultura, precum schimbările climatice, pierderea biodiversității și a fertilității solului, precum și protecția și gestionarea sustenabilă a resurselor de apă.

Comisia consideră că un quantum minim din bugetul total disponibil din cadrul pilonului II ar trebui să fie alocat pentru măsurile de agromediu și climă, inclusiv pentru agricultura ecologică, sechestrarea dioxidului de carbon, sănătatea solului, măsurile de gestionare sustenabilă a pădurilor, protejarea biodiversității, precum și pentru diversitatea genetică la animale și plante. În acest context, se subliniază importanța menținerii plășilor Natura 2000 și a asigurării faptului că acestea sunt suficiente pentru a reprezenta un stimulent real pentru fermieri.

Planurile naționale de acțiune (PNA), rapoartele Comisiei, inclusiv rapoartele de audit, precum și rapoartele de sinteză sunt disponibile pe site-ul Comisiei dedicat utilizării durabile a pesticidelor, la adresa https://ec.europa.eu/food/plant/pesticides/sustainable_use_pesticides_en.

Comisia consideră că Agricultura digitală și Agricultura de precizie promovate în cadrul PAC nu ar trebui să creeze o dependență mai mare a fermierilor de factorii de producție suplimentari sau de finanțarea externă ori să le împiedice accesul la resurse, ci ar trebui să fie deschise și să se dezvolte inclusiv cu implicarea fermierilor. Comisia prezintă angajamentul UE și al

statelor sale membre, subliniind că este extrem de important să se asigure coerența între PAC și ODD, în special în ceea ce privește obiectivele 2 (zero foamete), 5 (egalitatea de gen), 12 (producție și consum responsabil), 13 (acțiuni climatice) și 15 (viața terestră), la care trebuie să se alinieze viitoarea PAC pentru 2021-2028.

Pentru perioada următoare PAC solicită o mai bună integrare a „economiei circulare”, pentru a asigura utilizarea cât mai eficientă a materiilor prime în bioeconomia emergentă, cu respectarea în același timp a cerințelor privind serviciile ecosistemice și dezvoltarea bioindustrii în zonele rurale pentru a crea noi modele de afaceri și locuri de muncă. Promovarea agrosilviculturii ar putea oferi ecosisteme și microclimate multifuncționale, pentru agrement și producție, contribuind la dezvoltarea zonelor rurale. Prin promovarea și sprijinirea măsurilor de agrosilvicultură sustenabile se ameliorează biodiversitatea și diversitatea genetică la speciile de animale și plante, pentru a se adapta cât mai bine la condițiile climatice în schimbare.

Indicatorii pentru monitorizarea evoluției calității mediului sunt specifici pentru diferite zone și țări. În strategia UE-28, în domeniul biodiversității (COM (2011) 244), se stabilesc pentru statele membre, obiectivele și acțiunile necesare în zonele agricole și forestiere. Programele de dezvoltare rurală din UE - 28 cuprind condițiile minime de protecție a solului, prevăzute în schemele de agromediu, care sprijină lucrările de protejare a solurilor și a biodiversității, stabilite în COM (2011) 450.

Pentru că fenomenele de degradare a terenurilor continuă să afecteze noi suprafețe, evaluarea impactului activităților agricole asupra producției și a mediului constituie o prioritate pentru strategia privind Politica Agricolă Comună (PAC), în perspectiva anului 2030 (135).

Extinderea suprafețelor cu terenuri degradate în UE impune evaluarea proceselor de degradare a terenurilor și stabilirea zonelor care au nevoie de reabilitare și controlul modului de implementare a măsurilor comunitare de protecție a solului cuprinse în COM (2006) 232, evaluarea impactului în conformitate cu orientările Comisiei (SEC (2006) 1165 și SEC (2006) 620) și cu Programele naționale de acțiune (PNA) pentru punerea în aplicare a Convenției Organizației Națiunilor Unite pentru combaterea deșertificării (UNCCD).

12.2 AGROTEHNICA DIFERENȚIATĂ PE ZONE PEDOCLIMATICE

12.2.1 AGROTEHNICA ÎN ZONELE DE STEPĂ ȘI SILVOSTEPĂ

Teritoriul României cuprinde o mare diversitate de tipuri climatice și zone pedologice cu o gamă variată de asociații vegetale.

Pentru fiecare zonă în care sunt soluri din aceeași grupă și un climat relativ omogen se stabilesc lucrări agrotehnice diferențiate cu privire la sortimentul de culturi, asolamente, îngrășăminte, lucrările solului, mijloacele pentru combaterea buruienilor și metodele pentru controlul efectului dăunător al factorilor naturali (secetă, exces de umiditate, eroziune etc.).

Această diversitate de condiții pedoclimatice impune stabilirea diferențiată a metodelor agrotehnice pentru zona de stepă, zona de silvostepă, zona forestieră cu veri calde, zona forestieră cu veri răcoaroase și pentru zona podzolorilor. Aceste metode agrotehnice aplicate diferențiat pentru fiecare tip de sol și pentru fiecare zonă pedoclimatică au rolul să asigure condiții optime pentru creșterea și dezvoltarea plantelor și să amelioreze fertilitatea solului.

În România, zona de stepă se întâlnește în Dobrogea, în Câmpia Română și în Câmpia de Vest. În zona de stepă climatul este temperat-continental caracterizat prin temperaturi medii anuale cuprinse între 10-11°C și cu o medie anuală a precipitațiilor de 400-550 mm. În Câmpia de Vest, clima este mai blândă, cu ierni mai puțin friguroase și cu veri mai puțin călduroase.

Zona de silvostepă reprezintă o zonă de trecere de la stepă la zona forestieră și ocupă suprafețe mari în Câmpia Moldovei, în Câmpia Transilvaniei, Podișul Bârladului, în sud-vestul Olteniei și în regiunea deluroasă din nordul Dobrogei.

Clima zonei de silvostepă este caracterizată printr-o temperatură medie anuală de 9-11°C și un volum mediu anual al precipitațiilor de 500 - 600 mm. Climatul zonei de silvostepă este unul de tranziție, între clima secetoasă din stepă și cea subumedă din zona forestieră.

Toate măsurile agrotehnice diferențiate se aplică solului pentru a crea condiții bune pentru creșterea și dezvoltarea plantelor. În zona de stepă predomină solurile de tip cernoziom iar pentru zona mai aridă, solurile bălane,

brune deschis sau castanii de stepă. În zona de silvostepă predomină solurile de tipul cernoziom cambic.

Atât în zona de stepă, cât și în zona de silvostepă se mai întâlnesc și alte tipuri de sol, cum sunt lăcoviștile, psamosolurile, solurile saline, solurile aluvionare, nisipoase etc.

În stepa și silvostepa din Câmpia de Vest, pânza de apă freatică se află la o adâncime mică și contribuie la aprovizionarea plantelor cu importante cantități de apă, ridicată prin capilaritate.

Plantele cultivate. Zona de stepă din România este cunoscută ca o zonă cerealiară, în care predomină culturile de grâu de toamnă și porumb dar producții mari se obțin și la culturile de floarea-soarelui, mazăre, soia, in pentru ulei ș.a.

În zona de stepă se recomandă culturile rezistente la secetă, cum sunt meiul, sorgul și iarba de Sudan. În Lunca Dunării se cultivă cu succes orezul și bumbacul. Dintre culturile furajere, în această zonă, se recomandă *Bromus inermis*, *Festuca pratensis*, *Onobrychis viciifolia*, *Medicago sativa* și *Lotus corniculatus*.

În stepa din Câmpia de Vest, rezultate bune se obțin și la culturile de sfeclă pentru zahăr, cânepă și rapiță.

În zona de stepă, pe terenurile amenajate pentru irigat, după recoltarea orzului, grâului și a altor culturi care eliberează terenul în vară, reușesc foarte bine culturile succesive de porumb pentru masă verde, porumb pentru siloz și chiar porumb pentru boabe, iarbă de Sudan ș.a.

Cea mai favorabilă zonă pentru cultura plantelor de la noi din țară este zona de silvostepă. În zona de silvostepă ponderea în structura culturilor o dețin porumbul și grâul care ocupă cca. 70% din suprafață. Spre deosebire de stepă, în silvostepă sunt condiții favorabile și pentru cerealele de primăvară.

În zona de stepă și silvostepă, cele mai răspândite asolamente sunt cele cerealiere, cu predominarea porumbului și grâului de toamnă, plus floarea-soarelui. Pentru obținerea de producții bune la grâu și porumb trebuie asigurate premergătoare bune, evitarea monoculturii și efectuarea la timp a lucrărilor agricole.

În zona de silvostepă se folosesc cu succes și asolamentele mixte, cu solă săritoare cu lucernă. De asemenea, în această zonă pomii fructiferi, vița de vie și legumele găsesc condiții optime pentru creștere și dezvoltare.

În condiții de irigare se cultivă legumele, iar structura plantelor de câmp poate fi mult diversificată.

Folosirea îngrășămintelor. Pe solurile brune-deschis de stepă necesarul de îngrășămintă este moderat și valorificarea acestora este condiționată de regimul de precipitații. Eficacitatea îngrășămintelor cu azot și fosfor este mult diminuată sau chiar anulată în anii cu precipitații scăzute.

Îngrășămintele cu fosfor sunt mai bine valorificate, comparativ cu cele de azot, dacă sunt încorporate în sol odată cu arătura de vară sau de toamnă. Cernoziomurile și cernoziomurile cambice, care predomină în aceste zone, prezintă însușiri fizice, chimice și biologice bune, având un conținut normal de humus și substanțe nutritive.

Deși fertilitatea acestor soluri este ridicată, cernoziomurile reacționează favorabil la aplicarea gunoiului de grajd, a îngrășămintelor cu azot precum și a celor cu microelemente. În aceste soluri, cantitatea de fosfor accesibilă plantelor este scăzută, din cauza reacției neutre sau slab alcaline a solului și datorită prezenței CaCO_3 la suprafață. Eficacitatea îngrășămintelor cu fosfor crește, dacă acestea sunt administrate împreună cu îngrășămintele cu azot și dacă regimul precipitațiilor este favorabil.

Cât privește îngrășămintele cu potasiu, nu sunt folosite de către plante în mod eficient, deoarece aceste soluri sunt formate pe loess și conțin minerale bogate în acest element.

În silvostepă, pe cernoziomurile cambice, îngrășămintele sunt mai bine valorificate de majoritatea plantelor de cultură și în mod deosebit, de cele însămânțate toamna.

În silvostepa din vestul țării, mai ales în Banat, lăcoviștile ocupă o suprafață relativ mare. Întrucât acestea au o fertilitate naturală ridicată, efectul îngrășămintelor la principalele culturi este mai puțin pronunțat.

Lucrările solului. Solurile din zonele de stepă și silvostepă, cu excepția lăcoviștilor și a celor formate pe marne și argile, prezintă, în general, însușiri fizice care permit efectuarea lucrărilor în bune condiții. În aceste zone, insuficiența apei este unul din factorii principali, care limitează producția la multe culturi. Datorită secetei din aceste zone, lucrările solului trebuie să împiedice evaporarea apei și să contribuie la înmagazinarea unor cantități cât mai mari de apă în sol.

Pentru a înmagazina apa, arăturile de vară trebuie să se execute imediat după recoltarea culturilor. Aceste arături trebuie să fie bine grăpate, nivelate, pentru a reduce aria de contact cu aerul iar suprafața solului trebuie să se mențină în permanență bine afânată, prin lucrări efectuate cu grapele, cultivatorul sau cu combinatorul sau numai cu grapa, în funcție de situație.

Pentru a împiedica pierderea apei prin evaporație, solul trebuie menținut cu capilaritatea închisă la suprafață.

Arăturile de toamnă se execută, de obicei, adânc (25-30 cm), contribuind la înmagazinarea unor importante cantități de apă din precipitațiile căzute toamna și din apa provenită din topirea zăpezilor. Spre deosebire de zonele unde iarna cad cantități suficiente de zăpadă, aceste arături se grăpează însă din toamnă.

În aceste zone secetoase trebuie evitată întârzierea lucrării de arat sau efectuarea arăturilor de primăvară, care determină scăderea drastică a producției la toate culturile.

În primăvară, lucrările de pregătire a solului în vederea semănatului trebuie să se execute la adâncimi mici, pentru a reduce la maximum pierderea apei din sol prin evaporare.

Pe lăcoviști, arăturile și lucrările solului se execută mai adânc, pentru a îmbunătăți regimul aerohidric al solului. Durata epocii optime de lucru este mai restrânsă decât pe alte soluri. Cernoziomurile cambice formate pe marnă sau argilă formează ușor hardpan și din această cauză, atât adâncimea cât și direcția de executare a arăturilor trebuie alternate de la un an la altul.

Alte măsuri agrotehnice. În aceste zone semănatul se face mai timpuriu iar semințele se vor încorpora în sol mai adânc pentru a folosi umiditatea din stratul 0-10 cm.

După semănat, în primăverile secetoase, la culturile de ovăz, mazăre ș.a., este necesară lucrarea cu tăvălugul, în vederea punerii semințelor în contact cu solul.

În zonele secetoase trebuie acordată o atenție deosebită realizării desimii de semănat, pentru ca numărul de plante la unitatea de suprafață să fie bine corelat cu condițiile de climă și cu sistemul de fertilizare a culturilor. Pentru împiedicarea pierderii apei din sol, în cursul perioadei de vegetație, la culturile de prășitoare, solul trebuie păstrat curat de buruieni, nivelat, fără crustă și mărunțit la suprafață. În aceste zone seceta poate fi combătută radical prin irigații.

În România, județele incluse în zona cu risc maxim de secetă, în care suprafața împădurită are valori extrem de scăzute în raport cu media pe țară, care este de circa 26%, sunt Călărași (4,4%), Constanța (5,0%), Teleorman (5,1%), Ialomița (5,8%), Galați (9,8%) și Giurgiu (10,6%).

O treime din teritoriul României, aproximativ 7 milioane de hectare și 40% din suprafața agricolă, se află în zone cu risc de deșertificare. Regiunile cele mai expuse sunt în Câmpia Română, Dobrogea și sudul Moldovei.

Prognoza realizată de Agenția Națională de Mediu arată că până în 2050, producția de grâu va crește cu 14%, datorită efectului creșterii concentrației de gaze cu efect de seră asupra fotosintezei și pentru că recoltatul are loc în luna iunie și scapă, astfel, de stresul termic din luna iulie.

Studiul arată că cele mai vulnerabile sunt însă culturile de porumb, floarea-soarelui și soia, care cresc în cele mai calde luni ale anului și sunt mai expuse secetei. Se estimează că producția de porumb se va diminua cu până la 14% în următorii zece ani și cu aproximativ 21% până în 2050, din cauza deficitului de apă din sol.

12.2.2 AGROTEHNICA ÎN ZONA FORESTIERĂ

Zona forestieră, în ordinea creșterii altitudinii reliefului, cuprinde trei subzone: a stejarului, fagului și coniferelor. Dintre acestea, primele două prezintă importanță pentru agricultură.

Subzona stejarului, cunoscută sub denumirea de *subzona forestieră cu veri calde*, se învecinează cu zona de silvostepă în centrul Câmpiei Dunării și în vestul țării. În zona de vest se găsește mai ales în județul Timiș, în Transilvania înconjoară zona de silvostepă ca un inel, în Moldova între Prut și Siret, sub formă de fâșii, iar în Dobrogea este răspândită sub formă de insule.

În subzona stejarului se înregistrează anual 600-650 mm precipitații, iar temperatura medie anuală este cuprinsă între 9-10,5 °C.

Subzona fagului, numită și *subzona forestieră cu veri reci*, se întinde în zona dealurilor și câmpiilor submontane.

Precipitațiile atmosferice depășesc 650 mm, ajungând până la 1000 mm, iar temperatura medie anuală variază între 8-9,5 °C.

Solurile. În subzona stejarului tipul caracteristic de sol este cel brun-roșcat de pădure, cu excepția zonei corespunzătoare din Moldova și Transilvania, unde se întâlnesc soluri brune și cenușii de pădure. Se mai întâlnesc soluri brun-roșcate podzolite, lăcoviști, vertisoluri, rendzine, pseudorendzine, soluri aluvionare etc.

În subzona fagului predomină podzolurile argiloiluviale, solurile pseudogleice și solurile brune podzolite. Se mai întâlnesc rendzine, soluri aluviale, lăcoviști, soluri turboase.



Plantele cultivate. *Subzona forestieră cu veri calde*, în general, este favorabilă majorității plantelor de cultură, grâul și porumbul ocupând 60-65% din suprafața asolamentelor. Grâul are însă calități de panificație mai slabe decât cele obținut în stepă și silvostepă, iar porumbul dă producții mai mici. Cu rezultate bune se cultivă și secara, orzul, ovăzul, sfecla pentru zahăr, floarea-soarelui, mazărea, fasolea, lintea etc. În zonele corespunzătoare din Moldova și Transilvania se obțin producții ridicate și la cartof.

Dintre culturile furajere reușesc bine borceagul, porumbul pentru siloz, sfecla furajeră, trifoiul, lucerna etc.

În această subzonă, pomicultura și viticultura găsesc cele mai prielnice condiții.

În *subzona forestieră cu veri reci*, găsesc condiții bune de creștere și dezvoltare un număr mai restrâns de plante ca secara, ovăzul, orzoaica de primăvară, sfecla pentru zahăr și furajeră, inul pentru fibre și cartoful.

Plantele cu cerințe mai mari față de căldură, cum sunt porumbul, fasolea, cânepa, soia și altele găsesc condiții mai puțin favorabile, aceste culturi întâlnindu-se pe suprafețe mai mari în zona de contact cu solurile brune și brun-roșcate de pădure.

În această subzonă sunt condiții favorabile pentru dezvoltarea zootehniei, iar dintre plantele furajere se cultivă frecvent pepenele, varza și gulia furajeră, borceagul de toamnă și primăvară, porumbul pentru masă verde sau siloz.

Folosirea îngrășămintelor și amendamentelor. În zona forestieră folosirea îngrășămintelor și amendamentelor capătă o mai mare importanță față de celelalte zone, deoarece solurile au o fertilitate mai scăzută. Dintre solurile din această zonă, solurile brun-roșcate sunt cele mai fertile, dar datorită gradului accentuat de levigare, fertilitatea este ceva mai scăzută decât a cernoziomurilor cambice, fapt pentru care efectul îngrășămintelor este mai pronunțat.

Fertilitatea solurilor cenușii și brune-argilice este bună, dar necesită totuși îngrășăminte în cantități mai mari, în comparație cu cernoziomurile cambice.

Producțiile cele mai mari se obțin prin aplicarea împreună a îngrășămintelor cu azot și fosfor, în raport de 1,5-1:2-1. La culturile cu perioada de vegetație mai lungă este recomandată fracționarea îngrășămintelor cu azot.

Gunoii de grajd este valorificat de majoritatea plantelor cultivate recomandându-se doze medii de 30-40 t/ha.

Îngrășămintele cu azot. Solurile podzolice sunt acide, sărace în humus, levigate și cu un conținut scăzut în calciu, azot, fosfor și microelemente. Aceste soluri reacționează puternic la îngrășămintele minerale cu azot, întrucât regimul azotului este foarte deficitar.

Îngrășămintele cu fosfor, administrate singure, sunt în general slab valorificate. Eficacitatea acestora crește considerabil când sunt administrate împreună cu cele cu azot pe fond amendat.

Îngrășămintele cu potasiu. Pe solurile podzolice, trebuie aplicate și îngrășămintele cu potasiu sau mai ales îngrășămintele organice, care au mare eficacitate, contribuind atât la îmbogățirea solului în substanțe nutritive, cât și la ameliorarea stratului arabil.

Amendamentele. Pentru corectarea reacției acide, pe lângă îngrășămintele este necesar să se aplice și amendamente, măsură economică pe solurile cu $\text{pH} < 5,8$ și grad de saturație în baze de 75% [Cernescu și colab., (1)].

În țara noastră, începând cu anul 1960, s-au făcut numeroase cercetări privind stabilirea celor mai corespunzătoare doze de îngrășămintele și amendamente. Astfel, pe podzolul de la Stațiunea de Cercetări Albota-Argeș, în medie pe 15 ani, la porumb, fără îngrășămintele, s-a obținut o producție de 2070 kg/ha. Cu 100 kg/ha N s.a. producția a crescut la 3240 kg/ha, iar în situația când pe lângă azot, s-au mai administrat și 100 kg/ha P_2O_5 , producția a sporit față de martorul nefertilizat de peste 2,5 ori, obținându-se 5200 kg/ha. Prin aplicarea a 4 t/ha CaCO_3 , sporurile de producție obținute au fost cuprinse între 420-810 kg/ha, iar la 10 t/ha, între 540- 1490 kg/ha.

Și la grâu producția sporește foarte mult când se aplică amendamente. Astfel, la Livada, cu 5 t/ha CaCO_3 s-a realizat un spor de producție de 1040 kg/ha, iar cu 10 t/ha, 1290 kg/ha. La Albota, Argeș, sporurile de producție au fost cuprinse între 530-1010 kg/ha, în funcție de doza aplicată, iar la Oradea, sporuri economice de producție s-au înregistrat la dozele de 8 și 10 t/ha CaCO_3 (420 și respectiv 410 kg/ha) [Cernescu și colab., (1)].

Pe aceste soluri se recomandă recalcarizarea cu doze moderate, de 4-6 t/ha CaCO_3 , la intervale de 9-10 ani.

Îngrășămintele minerale și organice, precum și amendamentele cu calciu aplicate în cantități diferite își sporesc efectul, când se cultivă în asolament cu trifoi. Prin administrarea a 100 kg/ha K_2O pe lângă

îngrășămintele cu azot și fosfor, producția a crescut de cca. trei ori, atingând 6000 kg/ha [Mihăilă, (2)].

Pe solurile podzolice argilo-iluviale se pot folosi cu succes și îngrășămintele verzi, efectul lor fiind apropiat de cel al gunoii de grajd.

Lucrările solului. Solurile brun-roșcate, pe măsura podzolirii și pseudogleizării, prezintă proprietăți fizice și fizico mecanice din ce în ce mai puțin favorabile, care se reflectă asupra regimului de apă și aer al solului. Deși climatul este mai umed, asigurarea culturilor cu apă este uneori deficitară în zona solurilor brun-roșcate, mai puțin permeabile, în special a celor podzolite. Pe aceste terenuri, lucrările solului trebuie făcute în așa fel încât să permită atât pătrunderea apei în sol, cât și micșorarea pierderilor prin evaporare.

Solurile cenușii, cu toate că au proprietăți fizice inferioare cernoziomurilor cambice, asigură o mai bună aprovizionare a plantelor cu apă, deoarece sunt situate în zone mai umede. Pe aceste soluri, o atenție deosebită trebuie acordată adâncimii la care trebuie să se efectueze arăturile, pentru a nu scoate la suprafață material mai puțin fertil din stratul subarabil. Pentru afânarea stratului arabil se pot folosi cizelul și paraplow-ul, care execută arături fără întoarcerea brazdelor.

Pe solurile brune, îmbunătățirea regimului aerohidric se face prin măsuri agrotehnice de afânare adâncă sau scarificări, lucrări care se execută periodic, la un interval de timp în funcție de însușirile solului și de eficiența acestora.

Solurile podzolice argilo-iluviale prezintă proprietăți fizice și fizico-mecanice și mai nefavorabile decât solurile brune. Afânarea acestor soluri se face prin lucrări mecanice și arături cu sau fără întoarcerea brazdei.

Pe solurile podzolice de luncă, afânarea adâncă prin desfundare totală cu întoarcerea brazdei determină spargerea hardpanului argilos de sub orizontul arabil și infiltrarea apei în straturile inferioare, evitându-se în felul acesta fenomenul băltirii.

Lucrările de afânare pe solurile podzolice trebuie executate astfel încât să asigure înmagazinarea apei în sol, fără a crea exces de umiditate și fără a aduce la suprafață compuși toxici din adâncime.

În cazul solurilor argilo-iluviale grele, așezate pe podișuri și platouri, unde în subarabil se acumulează compuși nocivi pentru plante (ex. oxizi de fier și mangan, oxizi de aluminiu etc.), nu se recomandă afânarea adâncă cu întoarcerea brazdei. În acest caz se vor executa lucrări de subsolaj, folosind organe de lucru fără întoarcerea brazdei.

Alte măsuri. Respectarea epocii de semănat are o mare importanță. Calendaristic, semănatul culturilor de toamnă se face mai devreme, iar a celor de primăvara mai târziu, comparativ cu zonele de stepă și silvostepă.

Pentru plantele cu cerințe mai mari față de temperatură, semănatul primăvara prea timpuriu este tot atât de păgubitor ca și cel executat prea târziu.

Semănatul culturilor de toamnă, în special pe solurile lutoase și luto-argiloase, se va efectua mai adânc, pentru a se evita deșărădăcinarea sau descălțarea plântuțelor.

În subzona forestieră trebuie folosite cultivare mai timpurii și mai tolerante la gerurile târzii de primăvară.

În aceste zone, pagubele cele mai mari le produce eroziunea solului, pentru combaterea căreia se vor folosi asolamente pentru protecția solului și metode agrotehnice specifice, ca sistemele antierozionale de cultură pentru terenurile situate în pantă.

Ca și în celelalte zone, sistemul de combatere integrată a buruienilor trebuie să se adapteze condițiilor climatice specifice care, în unele subzone creează exces de umiditate prelungit și un grad de îmburuienare mai mare, ce determină mari dificultăți în executarea la timp a lucrărilor de îngrijire a culturilor.

La stabilirea dozelor de erbicide aplicate la sol se va avea în vedere conținutul mai redus în humus și argilă și levigarea mai accentuată, datorită regimului de precipitații.

Fenomenul secetei depinde de cantitatea de precipitații și de lipsa arealelor împădurite. Defrișările exagerate amenință echilibrul ecologic al României, siguranța alimentară și sănătatea populației. Dacă în anul 1900 România avea 18 milioane hectare de pădure, în 1945 mai erau 9 milioane hectare iar în 1989 erau numai 6 milioane hectare; prin eforturile de reîmpădurire din ultimii ani s-a ajuns în 2017 la 6,565 milioane hectare împădurite, reprezentând 27,5% din suprafața țării.

Evaluarea proceselor de degradare a terenurilor are în vedere stabilirea zonelor care au nevoie de reabilitare și implementare a măsurilor comunitare de protecție a solului (COM (2006) 232) și pentru punerea în aplicare a Convenției Organizației Națiunilor Unite pentru combaterea deșertificării.

Amploarea pagubelor, datorită terenurilor degradate și secetei, este destul de des resimțită de producătorii agricoli și continuă să afecteze suprafețe sporite. Degradarea solului reprezintă reducerea sau pierderea fertilității ca

urmare a diferitelor procese, inclusiv a celor rezultate din activitățile omului, cum sunt eroziunea prin apă sau vânt, deteriorarea însușirilor fizice, chimice sau biologice și în final, instalarea foarte lentă a vegetației.

Principalul fenomen care pune în evidență deșertificarea este distrugerea solului prin eroziune în suprafață, crustificare, aridizare, salinizare și alcalinizare. În aceste condiții se reduce cantitatea de apă care se infiltrează în sol, scurgerea acesteia pe versanți intensifică procesele eroziunii de suprafață și de ravenare. În situația degradării accentuate a solului este indicată adaptarea modului de folosință a terenului la intensitatea procesului sau schimbarea folosinței, respectiv împădurirea sau înierbarea acestuia.

12.3 POLITICA AGRICOLĂ COMUNĂ (PAC) PRIVIND SISTEMUL INFORMAȚIONAL AL SOLULUI

Principalele amenințări cu care se confruntă solul în UE sunt eroziunea, declinul materiei organice, contaminarea, salinizarea, compactarea, scoaterea terenului din circuitul agricol, scăderea biodiversității solului, alunecările de teren și inundațiile. Degradarea solului are un impact direct asupra calității apei și a aerului, a biodiversității și schimbărilor climatice. Legislația propusă în septembrie 2006, Directiva COM (2006) 232, prin amendamentul la Directiva 2004/35/EC, are ca obiectiv protejerea solului și conservarea capacității solului de a-și îndeplini funcțiile sale economice, sociale, culturale și de mediu. Directiva are în vedere identificarea zonelor cu risc de eroziune și cu materie organică în declin precum și a celor afectate de compactare, salinizare și de alți factori de degradare. Obiectivul strategiei este de a proteja solul prin folosirea sustenabilă, prin prevenirea degradării, prin conservarea funcțiilor solului și prin refacerea solurilor degradate.

Raportul privind Implementarea Strategiei tematice pentru protecția solului COM (2006) 231 este prezentat în COM (2012) 46 final și expune actualele tendințe cu privire la degradarea solului atât în Europa, cât și la nivel mondial, precum și viitoarele provocări legate de acest subiect. Evidențierea diferitelor procese și a modificărilor în starea solului se efectuează prin metodologii bine definite, pe baza cărora s-a realizat „Sistemul de Monitoring al Calității Solurilor” la nivel național.

Monitoringul stării de calitate a solului, conform definiției utilizate de Organizația Națiunilor Unite (ONU) pentru Agricultură și Alimentație (FAO), reprezintă determinarea sistematică a proprietăților solului, astfel încât să se înregistreze atât modificările temporale, cât și cele spațiale. Informațiile obținute prin această monitorizare sunt indispensabile pentru elaborarea și implementarea politicilor dedicate utilizării sustenabile a solului, pentru menținerea serviciilor sale ecosistemice pe termen nedefinit.

Proiectele de cercetare care au abordat aspecte legate de sol derulate în UE sunt RAMSOIL care a identificat o serie de metodologii de evaluare a riscurilor în cazul proceselor de degradare a solului, ENVASSO care a propus cerințe minime necesare pentru armonizarea activităților de monitorizare a solului și SOIL SERVICE care a elaborat scenarii pe termen lung privind schimbarea destinației terenurilor.

Rezultate deosebite sunt așteptate din partea studiului LUCAS, referitor la acoperirea și exploatarea terenurilor, precum și la indicatorii de agromediu. Obiectivul Proiectului LUCAS este de a efectua servicii și analize fizico-chimice, inclusiv recoltarea și pregătirea probelor de sol, pentru controlul fertilității acestuia. În acest proiect, începând cu anul 2012, au fost recoltate probe de sol, inclusiv din România, pentru evaluarea proceselor de degradare a terenurilor, poluării și stabilirii metodelor de refacere a solului.

Pentru gestionarea fertilității solului, programele de dezvoltare rurală din UE-28, urmăresc realizarea condițiilor minime de protecție a solului, prevăzute în schemele de agromediu, care sprijină lucrările de protejare a solurilor și a biodiversității, stabilite în COM (2011) 450.

Cele mai importante proiecte dezvoltate în ultima perioadă în UE-28, privind sistemul informațional al solului, sunt:

- DIGISOIL, inițiat în septembrie 2008, care are în vedere evaluarea proprietăților solului, a indicatorilor de degradare și integrarea lor în sistemul digital de cartografiere a solului;

- ENVASSO (aprilie 2009) ce urmărește inventarierea solurilor într-o rețea de zone pilot în Europa;

- LUCAS, (aprilie 2009), care monitorizează evoluția însușirilor solului, ca textura, carbonul organic, pH-ul și metalele grele din 22000 de puncte din Europa;

- SAFELAND (ianuarie 2010), pentru evaluarea și gestionarea riscului la alunecări și schimbări climatice în regiunile Europei.

Toate aceste proiecte urmăresc:

- evaluarea proceselor de degradare a terenurilor;
- stabilirea zonelor care au nevoie de reabilitare și controlul modului de implementare a măsurilor comunitare de protecție a solului COM (2006) 232;

- evaluarea impactului în conformitate cu orientările Comisiei (SEC (2006) 1165 și SEC (2006) 620);

- evaluarea și controlul Programelor naționale de acțiune (PNA) pentru punerea în aplicare a Convenției Organizației Națiunilor Unite pentru combaterea deșertificării (UNCCD).

Pricipalele fenomene care determină deșertificarea sunt distrugerea solului prin eroziune în suprafață, crustificarea, aridizarea, salinizarea și alcalinizarea.

Studiul privind organizarea sistemului de monitorizare a calității solurilor pe plan național cu scopul supravegherii, prognozei, avertizării și a intervenției operative în protecția solurilor, în conformitate cu Ordonanța de Urgență nr. 195/2005 privind protecția mediului, aprobată prin Legea nr. 265/2006 și Hotărârea de Guvern nr. 1408/19.11.2007 urmăresc modalitățile de investigare și evaluare a poluării solului și subsolului. Etapele pentru realizarea studiilor ecopedologice cuprind faza de documentare privind condițiile climatice, ecopedologice, pregătirea bazei topografice, recunoașterea pedologică a terenului, studiul condițiilor naturale ale mediului și cartografierea solurilor. La nivel național, ICPA București a elaborat Harta solurilor din România, la scara 1:200 000.

Degradarea solului are un impact direct asupra calității apei și aerului, biodiversității și schimbării climatice. Legislația Uniunii Europene prevede că solul este o resursă neregenerabilă, în sensul că ritmul de degradare este rapid în timp ce procesele de formare și regenerare sunt extrem de lente. Degradarea solului și îmbunătățirile aduse acestuia au un impact major asupra celorlalte zone de interes ale Comunității, cum sunt protecția apelor, schimbările climatice, protecția naturii, a biodiversității și securitatea alimentară. Spre deosebire de aer și apă, solul în UE este deținut mai mult în proprietate privată, iar datorită faptului că este o resursă naturală de interes comun, aceasta trebuie protejată în interesul generațiilor viitoare.

Principalele aspecte care afectează sustenabilitatea agriculturii și calitatea mediului sunt determinate de intensificarea producției în anumite zone, în timp ce în alte zone terenurile sunt abandonate sau sunt incorect

gestionate, precum și de schimbarea practicilor agricole și forestiere și a modului de utilizare a terenurilor.

Inițiativa UE, pentru dezvoltarea în viitor a infrastructurii europene de date spațiale (European Spatial Data Infrastructure, ESDI) în cadrul proiectului INSPIRE (<http://inspire.jrc.it>) va genera o bază de date și un flux rapid de informații, privind solul, de la nivel local până la nivelul întregii Europe.

Principalele probleme propuse spre rezolvare prin sistemul informațional al solului (SIS) sunt următoarele:

- Stabilirea zonelor care au nevoie de reabilitare în UE și controlul modului de implementare a măsurilor politicii comunitare pentru protecția solului prevăzute în COM (2006) 232.

- Realizarea de hărți tematice la nivel regional și național cu precizarea zonelor cu risc de compactare și a condițiilor tehnologice, agrotehnice și de exploatare a utilajelor, pentru evitarea apariției acestui fenomen.

- Controlul evoluției însușirilor fizice și chimice ale solului pe suprafețele pe care s-au aplicat lucrări agropedoameliorative.

- Elaborarea și implementarea unui sistem de agricultură de precizie, pentru optimizarea resurselor fizice și chimice ale solului, utilizând Sistemul Informațional Geografic (GIS), Sistemul de Poziționare Globală (GPS), analiza satelitară, monitorizarea resurselor și a evoluției culturilor.

- Cadrul strategic global, pe 10 ani, pentru punerea în aplicare a măsurilor regionale pentru prevenirea, controlul și combaterea deșertificării.

- Evaluarea proceselor de degradare a terenurilor și în special a poluării, elaborarea și reprezentarea metodelor de refacere a solului.

- Întocmirea de hărți tematice la nivel național și regional cu precizarea zonelor cu risc de poluare cu pesticide, nitrați și produse de uz fitosanitar folosite în agricultură.

- Controlul efectelor metodelor de protecție a solului și îmbunătățirea tematicii privind protecția solului în concordanță cu strategia UE, stabilită în Directiva pentru protecția solului COM (2006) 231, 232.

- Prezentarea în dinamică și controlul evoluției însușirilor solului folosind programul ArcGIS cu aplicațiile ArcView, ArcEditor, ArcMap, ArcGlobe.

- Elaborarea unui sistem național și regional de supraveghere, evaluare, prognoză, avertizare și intervenție operativă cu privire la starea calității solului prin cartarea și prelucrarea automată a parametrilor solului.

- Promovarea unor proiecte europene pentru dezvoltarea și actualizarea permanentă a informațiilor spațiale, bazate pe straturi tematice cu informații detaliate, la nivel local, regional și global, privind folosințele și starea de calitate a terenurilor.

Potrivit Strategiei tematice privind protecția solului în UE, COM (2006) 232, cele mai mari amenințări pentru solurile din Europa sunt eroziunea și declinul materiei organice. Reducerea cantității de materie organică din sol este o amenințare în Europa de Sud, unde, conform Agenției Europene de Mediu (European Environment Agency- EEA) aproape 75% din suprafața totală analizată are un conținut mic (3,4%) sau foarte scăzut (1,7%) de materie organică. Cercetătorii consideră că solurile cu un conținut de materie organică mai mic de 1,7% se află în etapa de pre-deșertificare.

Strategia națională pentru diminuarea efectelor secetei și pentru combaterea degradării terenurilor și a deșertificării este îmbunătățirea practicilor de utilizare a resurselor de apă și sol. Degradarea solului prin eroziune și alți factori de degradare constituie o problemă de mediu majoră în România și PNDR cuprinde măsuri și stimulente pentru fermieri pentru a adopta practici mai eficiente de conservare a solului. Prevenirea și combaterea proceselor de degradare se bazează, pe de o parte, pe lucrări pedoameliorative și de îmbunătățiri funciare, iar pe de altă parte pe tehnologiile de cultură ameliorative specifice factorilor care au determinat degradarea. În situația degradării accentuate a solului este indicată schimbarea modului de folosință a terenului, respectiv împădurirea sau înierbarea acestuia.

Suprafețele agricole din România sunt afectate de secetă pe aproximativ 7 mil. ha, au un conținut redus de humus pe cca. 7,3 mil. ha, eroziune prin apă și alunecări de teren pe cca. 6,4 mil. ha, exces temporar de apă pe cca. 4 mil. ha, conținut redus de fosfor accesibil (cca. 4,4 mil. ha), aciditate (cca. 3,4 mil. ha), conținut redus de azot (cca. 3,3 mil. ha), compactare (cca. 2,8 mil. ha) etc. O treime din teritoriul României, aproximativ 7 milioane de hectare și 40% din suprafața agricolă, se află în zone cu risc de deșertificare.

Regiunile cele mai expuse sunt în Câmpia Română, Dobrogea și sudul Moldovei.

Conform definiției Convenției Organizației Națiunilor Unite pentru combaterea deșertificării (UNCCD) terenurile degradate din zonele aride,

semiaride și subumed-uscate supuse deșertificării au indicele de ariditate între 0,05 - 0,65.

Cercetările efectuate în ultimii ani au avut în atenție identificarea speciilor de bacterii care fixează azotul în celulele vegetale, cum sunt bacteriile din specia *Rhizobium*, care trăiesc în simbioză cu plantele leguminoase, și specia *Spirillum*, care fixează azotul pe plantele tropicale, fapt care deschide perspective certe pentru viitor, când și cerealele își vor putea procura singure azotul. Aceasta este una dintre cele mai performante metode pentru reducerea consumurilor energetice la îngrășămintele cu azot, concomitent cu reducerea poluării mediului cu nitrați.

Pentru reducerea consumului de îngrășămintă, cercetările au fost orientate spre producerea de îngrășămintă cu azot cu solubilitate lentă, care reduc pierderile prin levigare sau a îngrășămintelor lichide complexe, care, prin aplicarea dirijată la plantă, determină reducerea pierderilor și creșterea coeficientului de utilizare a azotului din îngrășămintă, de la aproximativ 50%, cât este în prezent, la 60-70%.

În noul management al agriculturii durabile sectorul agricol poate deveni, dintr-un consumator de energie convențională, un furnizor de energie neconvențională, prin biomasa produsă.

Producerea biomasei în scopuri energetice, la culturile cu conținut mare de zahăr, amidon (sorgul zaharat, porumbul, cartoful) sau cu producție mare de biomasă energetică (floarea-soarelui) a început să constituie o alternativă pentru înlocuirea energiei din hidrocarburi. Biomasa poate fi valorificată ca sursă de energie prin producerea de etanol, metanol sau biogaz. Numai valorificarea paielor și cocenilor reprezintă un echivalent energetic substanțial, având în vedere că dintr-o tonă de paie se pot extrage 125 m³ metan epurat sau se poate obține o cantitate de energie echivalentă cu aproximativ 3900 MJ sau 97 l motorină, ceea ce înseamnă consumul de motorină necesar pentru cultura grâului pe un hectar.

După estimările realizate de Agenția Europeană de Mediu (European Environment Agency - EEA) procesul de formare a solului este foarte lent și menționează că rata medie de formare a solului variază între 0,05 și 0,5 mm/an, ceea ce corespunde unor pierderi de sol prin eroziune cuprinse între 0,7 și 7 t/ha/an ($D_a = 1,4 \text{ g/cm}^3$).

„Salvarea solului reprezintă prioritatea numărul unu pentru că prezența/existența lui este decisivă și pentru biodiversitate, dar și pentru reglarea circulației apei în ecosisteme și în natură în general. Să nu uităm că

peste 90% din biodiversitate planetei, evaluat numeric, își are habitatul în sol. Este și motivul pentru care considerăm solul un "Organism Viu" [Mihai Berca, (3)].

Evaluarea impactului activităților agricole asupra producției și a calității componentelor mediului sunt principalele obiective ale strategiei privind Politica Agricolă Comună în perioada 2014-2020 și în perspectiva anului 2030.

12.4 AGROTEHNICA PE TERENURILE ARABILE ÎN PANTĂ

12.4.1 INDICATORII PRIVIND EROZIUNEA SOLULUI ÎN UE-28 ȘI CERINȚELE DE MEDIU

Monitorizarea, implementarea și evaluarea Politicii Agricole Comune (PAC) 2014-2020 se desfășoară pe baza unui set de 45 de indicatori de mediu, socio-economici și sectoriali, cunoscuți sub numele de "Indicatori de context ai PAC", pe baza cărora se analizează realizările și performanța PAC 2014-2020. Lista indicatorilor de context este menționată în Regulamentul de punere în aplicare (UE) nr. 834/2014 care cuprinde normele de aplicare a cadrului comun de monitorizare și evaluare a PAC și Regulamentul (UE) nr. 808/2014 în care s-au stabilit normele de aplicare a Regulamentului (UE) nr. 1305/2013 al Parlamentului European și al Consiliului privind sprijinul pentru dezvoltare rurală acordat din Fondul European Agricol pentru Dezvoltare Rurală (FEADR). Pentru fiecare indicator, s-a întocmit o fișă de informații care conține definiția, descrierea metodologiei utilizate și sursele de date. Centrul Comun de Cercetare (Joint Research Centre - JRC), prin pachetul de lucru AGSOL, furnizează datele, documentația și modul de analiză a indicatorului de eroziune a solului prin apă (C.42).

Indicatorii privind eroziunea solului în UE-28 sunt necesari pentru a sprijini:

- Comisia Europeană COM (2006) 508 - Comunicarea privind dezvoltarea indicatorilor agroecologici pentru monitorizarea integrării aspectelor de mediu în politica agricolă comună, Bruxelles, 2006;

- Comisia Europeană Europa 2020 - O strategie pentru o creștere inteligentă, durabilă și favorabilă incluziunii, COM (2010) 2020 final, Bruxelles, 2010;

- Foaia de parcurs pentru o Europă eficientă din punctul de vedere al utilizării resurselor COM (2011) 571;

- Obiectivele dezvoltării durabile (SDG): - Comisia Europeană, Pașii următori pentru un viitor european durabil: Acțiunea europeană pentru durabilitate, COM (2016) 739, Bruxelles, 2016;

- Indicatorii agro-ecologici ai Organizației pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (OCDE).

Din raportul Centrului Comun de Cercetare (Joint Research Centre - JRC), rezultă că în fiecare an, 2,4 tone de sol pe hectar sunt pierdute din cauza eroziunii apei în UE-28. Aplicarea practicilor ameliorative de gestionare a agriculturii, cum ar fi lucrările reduse ale solului, reziduurile de culturi, culturile de acoperire, benzile înierbate, terasele și agricultura pe contur, a determinat reducerea eroziunii solului cu 9%. Cu toate acestea, ratele de eroziune a solului sunt încă de 1,6 ori mai mari comparativ cu rata de formare a solului.

Agenția Europeană de Mediu arată că în Europa, 115 mil. ha, sau 12% din suprafață, sunt afectate de eroziunea aluvionară, 42 mil. ha (4,4%) de eroziunea eoliană și 45% din soluri au un conținut scăzut de materie organică.

Programele de dezvoltare rurală din UE-28, cuprind condițiile minime de protecție a solului prevăzute în schemele de agromediu care sprijină lucrările de protejare a solurilor și a biodiversității, stabilite în COM (2011) 450.

Degradarea solului și deșertificarea reprezintă reducerea sau pierderea fertilității ca urmare a proceselor de aridizare și eroziune. Defrișările exagerate amenință și echilibrul ecologic al României, siguranța alimentară și sănătatea populației.

În ultima perioadă s-au perfecționat metodele pentru studiile privind eroziunea, eficiența măsurilor de conservare a solului și pentru identificarea celor mai bune și eficiente practici de conservare a solului și a apei prin folosirea separată sau combinată a izotopilor de Cesium-137, Plumb-210 și Beriliu-7. Cesium-137 are un timp de înjumătățire de 30,2 ani și datorită duratei acesteia a fost folosit pentru a estima eroziunea, sedimentarea și pierderea sau acumularea de carbon organic din sol la lucrările convenționale și la sistemul fără lucrări pentru perioade mai lungi (15 ani). Beriliu-7 are un timp de



înjumătățire de 53,3 zile și a fost utilizat pentru estimarea proceselor de eroziune pentru evenimente pluviale singulare. Prin compararea inventarelor radioactivității din punctele de prelevare a probelor și din punctele martor, unde nu s-au observat procese de eroziune, se poate evidenția redistribuția radioizotopilor din sol și rata de redistribuție a solului prin eroziune și sedimentare.

12.4.2 RATA FORMĂRII SOLULUI ȘI EROZIUNEA TOLERABILĂ

Principiile de bază ale conservării mediului au în vedere cunoașterea cauzelor care determină deteriorarea factorilor de mediu, stoparea apariției de noi surse de poluare și de degradare a mediului.

Pentru că ne aflăm deja într-o situație gravă, când aproape jumătate din uscatul planetei a suferit degradări majore dintre care defrișările, eroziunea, schimbările de temperatură au dus la ariditate și la deșertificare, principala direcție a organismelor internaționale este dirijată pentru reconstrucția și apoi pentru gestionarea mediului ambiant degradat și distrus.

Încă de la Conferința Mondială pentru Dezvoltare Durabilă, desfășurată în 2002 la Johannesburg, în Africa de Sud se arăta că 15% din suprafața arabilă de pe glob este degradată datorită activităților umane, terenurile cultivate s-au redus de la 0,23 ha/locuitor cât era în anul 1950 la 0,12 ha/locuitor în anul 1995 iar rezerva de humus a solului s-a redus, pe parcursul ultimului secol, cu aproximativ 30%.

În 2030 populația lumii va ajunge la 8 miliarde iar pentru anul 2070, statisticile prevăd 10 miliarde de locuitori. Agricultură durabilă și cea ecologică trebuie să asigure cerințele crescânde de hrană și în același timp gestionarea corespunzătoare a resurselor de apă și sol.

În scenariile elaborate de FAO și de alte organizații reprezentative privind tendința globală în alimentație, nutriție și agricultură pentru următorii 30 de ani ("Agriculture: Towards 2015/30 - forecasts global trends in food, nutrition and agriculture over the next 30 years"), se estimează că suprafața de teren cultivată se va putea extinde foarte puțin (de la actuala suprafață de 5,1 miliarde ha la 5,4 miliarde ha în 2030), după alți autori suprafața poate să scadă la 4,4 miliarde ha, datorită urbanizării și a degradării terenurilor. Pentru a produce suficientă hrană trebuie mărită producția culturilor pe unitatea de suprafață prin creșterea potențialului biologic, modernizarea tehnologiilor de



cultură și prin conservarea fertilității solurilor. Raportul prezentat de FAO arată că și în viitor cerealele vor constitui cea mai importantă sursă de calorii pentru hrană.

În literatura de specialitate s-a discutat mult despre valoarea pragului de eroziune a solului, pierderile tolerabile, care este considerată o problemă gravă pentru că depășește capacitatea naturală de refacere a solului și care trebuie utilizată pentru dimensionarea lucrărilor antierozionale.

Pentru că determinarea pierderilor tolerabile de sol prin eroziune este dificilă, mulți specialiști consideră că la stabilirea acestei valori trebuie avută o atitudine prudentă, de limitare a acestor pierderi anuale la cel mult o tonă pe hectar/an. Valoarea eroziunii tolerabile a solului arată riscul potențial de eroziune din zonă, care determină pierderi de producție în zona unde are loc și pagube în afara amplasamentului. Eroziunea tolerabilă este un criteriu util pentru proiectarea practicilor de conservare și pentru dimensionarea lucrărilor pentru controlul eroziunii, care trebuie să asigure reducerea pierderilor de sol sub acest prag tolerabil. Valoarea eroziunii tolerabile poate constitui și un indicator pentru cuantificarea calității solului, un prag tolerabil mai ridicat arătând un sol fertil și rezistent la eroziune și unde producția este puțin afectată.

Limitele minime și maxime prezentate în literatura de specialitate arată o rată minimă de formare a solului de 569 kg/ha/an în bazinul hidrografic Hubbard Brook, New Hampshire, SUA și o rată maximă de formare a solului de 2700 – 5700 kg/ha/an la solurile fertile din bazinul râului Iu din sud-vestul Japoniei [Wakatsuki, (4)] (tabelul 12.1).

În condițiile pajiștilor naturale din zonele temperate un centimetru de sol se formează în 100 de ani. Pierderea solului prin eroziunea apei este recunoscută drept principala amenințare pentru degradarea solului atât în Europa cât și la nivel global.

Dacă preocuparea pentru conservarea solului și a apei ar fi extinsă s-ar putea implementa sisteme adecvate de lucrare a solului și sisteme antierozionale de cultură pentru a reduce eroziunea solului și pentru a îmbunătăți conservarea apei. Cu toate acestea, această preocupare este limitată și adesea politicile guvernamentale, prețurile materiilor prime, obiectivele de producție, preferințele producătorilor și educația, proprietatea asupra terenurilor și obiectivele pe termen scurt primesc mai multă atenție decât adoptarea măsurilor de conservare.

Tabelul 12.1

Rata formării solului în diferite zone și condiții climatice (4)

Zona	Limita inferioară (t/ha/an)	Limita superioară (t/ha/an)	Referință
America de Nord, Europa, Australia (Victoria), Zimbabwe	0,02	1,27	Alexander (1988a)
California de Nord, SUA	0,39	0,91	Heimsath et al. (1997)
Europa Centrală	0,26	1,3	Schaller et al. (2001)
SUA	0,3	1,1	Bennett (1939)
Scară globală	0,4	1,4	Wilkinson and McElroy (2007)
New Hampshire, SUA	0,569		Wakatsuki Toshiyuki (1992)
Sud-vestul Japoniei	2,70	5,70	Wakatsuki Toshiyuki (1992)
Scară globală	0,370	1,290	Wakatsuki, Toshiyuki (1992)
Anhui, China	0,69	0,95	Huang Lai-Ming (2013)

Bunele practici agricole și de mediu recomandă reducerea pierderilor tolerabile de sol prin eroziune la 0,5 t/ha/an pe pajiști și păduri, 1,5 t/ha/an pe terenurile agricole, 2 t/ha/an pe plantațiile viticole și 3,0 t/ha/an în livezi (tabelul 12.2) [Bazzoffi (5)]. Reducerea eroziunii solului poate fi realizată prin aplicarea unor practici durabile de gestionare a terenurilor. Ratele de formare a solului sunt necesare pentru stabilirea eroziunii tolerabile a solului în diferite zone pedoclimatice. Pentru Europa, stadiul actual al cunoștințelor științifice indică faptul că ratele tolerabile ale eroziunii solului variază de la cca. 0,3 la 1,4 t /ha/an în funcție de factorii de solificare, materialul parental, climat, modul de utilizare a terenului, poziția geografică etc.

Cunoașterea efectelor tehnologiilor de cultură asupra eroziunii și a calității solului este importantă pentru factorii politici pentru a proteja calitatea solului și pentru a asigura securitatea alimentară.

Tabelul 12.2

Valorile cerințelor minime de mediu (Environment Minimum Requirements - EMR) pentru diferite utilizări ale solului (5)

Categoria de folosință a solului	Toleranța eroziunii solului, t/ha/an	Utilizarea solului CORINE*
Păduri	0,5	31
Pajiști naturale	0,5	321
Zonele forestiere în evoluție	0,5	3242
Pajiște permanentă	0,8	231
Zone cu arbuști	0,8	322
Vii pe terase	1,0	2211
Zone agricole abandonate	1,0	3241
Zone mixte agricole și naturale	1,5	243
Zonele cu vegetație redusă	1,5	333
Plantații viticole plantate pe contur	2,0	2212
Plantații specializate de măslini	2,5	223
Livezi	3,0	222
Podgorii plantate deal-vale	3,0	2213

*Coordination, Information on the Environment

Comisia Europeană a sugerat statelor membre să își stabilească propriile limite, în temeiul Directivei pentru protecția solului COM (2006) 231 pentru a se asigura protecția funcțiilor solului dar până în prezent numai două țări europene au stabilit limitele maxime pentru pierderile tolerabile de sol prin procesele de eroziune.

În Elveția pierderile maxime tolerabile prin eroziune au fost limitate la 1-2 t/ha/an în funcție de vulnerabilitatea solului la eroziune iar în Norvegia, pragul a fost stabilit la 2 t/ ha/ an [Verheijen și colab., (6)].

Pierderile de sol prin eroziune nu trebuie să depășească ratele de formare a solului. Datorită schimbării condițiilor de mediu, climă și sol și a creșterii cerințelor de energie, hrană și de agrement ale populației viitoare, sistemele de agricultură trebuie adaptate acestor cerințe și fiecare suprafață trebuie să fie destinată pentru folosință durabilă, care asigură îmbunătățirea biodiversității, creșterea producției de alimente, produse tradiționale și biocarburanți dar și dezvoltarea turismului sau a zonelor de agrement.

Viitorul sistem de monitorizare și evaluare a indicatorilor de dezvoltare rurală, utilizat pentru a măsura performanța Politicii Agricole Comune (PAC) în cadrul strategiei Europa 2020, se va baza pe opțiunea de integrare, care prevede sprijinirea competitivității, a dezvoltării durabile și a inovării în acest sector.

Acesta urmărește promovarea unor condiții în care fermierii, fie individual, fie în mod colectiv, să poată face față mai bine provocărilor viitoare legate de economie și de mediu COM (2011) 625; COM (2011) 626; COM (2011) 627; COM (2011) 628; COM (2011) 629; SEC (2011) 1153; COM (2012) 325.

Uniunea Europeană are o politică activă de dezvoltare rurală, susținută prin Fondul European Agricol Pentru Dezvoltare Rurală (FEADR), care contribuie la dezvoltarea infrastructurilor și serviciilor sociale și educaționale și la îmbunătățirea capitalului uman în zonele rurale.

În România monitorizarea calității solurilor, cu scopul supravegherii, prognozei, avertizării și a intervenției operative în protecția acestora, se face în conformitate cu Legea nr. 265/2006 și Hotărârea de Guvern nr. 1408/19.11.2007 privind modalitățile de investigare și evaluare a solului și subsolului.

Comisia Mondială pentru Mediul Înconjurător și Dezvoltare a definit conceptul dezvoltării durabile a agriculturii, precizând că "Dezvoltarea durabilă reprezintă capacitatea omenirii de a asigura continuu cerințele generației prezente, dar fără a le compromite pe cele ale generațiilor viitoare".

Obiectivele sistemului de agricultură durabilă au în vedere următoarele:

- optimizarea consumurilor tehnologice și echilibrarea balanțelor energetice;
- creșterea și menținerea îndelungată a fertilității solurilor;
- protecția resurselor de apă și a atmosferei;
- conservarea biodiversității;
- protejarea și stimularea activității microorganismelor, florei și a faunei utile;
- refacerea și protejarea peisajului natural.

Din datele Organizației Mondiale de Meteorologie (OMM), temperatura medie a globului a crescut în perioada 1901 – 2000 cu 0,6 °C. Pentru România, conform INMH – București, această creștere este de 0,3 °C,

mai mare în regiunile de sud și est (0,8 °C) și mai mică în regiunile intracarpătice (0,1 °C). Încălzirea climei este mai pronunțată după anul 1961 și mai ales după anul 2000 (2003, 2005) când frecvența zilelor tropicale (maxima zilnică > 30 °C) a crescut îngrijorător de mult iar a zilelor de iarnă (maxima zilnică < 0 °C) a scăzut substanțial. Drept urmare, mai multe zone din țara noastră prezintă un risc ridicat de secetă și deșertificare, în special cele unde temperatura medie anuală este mai mare de 10 °C, suma precipitațiilor atmosferice anuale este <350-550 mm, precipitațiile din perioada aprilie - octombrie sunt <200-350 mm iar rezerva apă din sol pe adâncimea de 0-100 cm la 31 martie este < 950-1500 mc/ha.

Conform Convenției Națiunilor Unite pentru Combaterea Deșertificării (UNCDD) indicele de ariditate, raportul între cantitatea anuală de precipitații și evapotranspirația potențială – ETP, pentru zonele aride, deșerturi, este de 0,05 iar pentru zonele subumede, uscate, de 0,65, prag peste care un teritoriu se consideră a fi aproape de normalitate. Conform acestei convenții, ETP pentru stepă și silvostepă este de 400 - 900 mm iar pentru zona montană de 300 mm.

În al patrulea raport al Comitetului Internațional pentru Schimbări Climatice (IPCC) pentru perioada 2020-2030, față de anul 2000, într-o variantă optimistă se estimează o creștere globală a temperaturii medii cu 0,5 °C și într-o variantă mai pesimistă cu 1,5 °C iar în perioada 2030 - 2100 creșterea în cele două variante se situează între 2,0 °C și 5,0 °C, ceea ce este extrem de mult. Dacă am considera nivelul anului 2070 cu o creștere de numai 3 °C față de nivelul actual, atunci 68% din teritoriul României, situat sub 500 m altitudine, va fi supusă aridizării și deșertificării.

Prin creșterea temperaturii medii a aerului cu numai 3 °C până în anul 2070 conform prognozelor, peste 30% din teritoriul țării va fi afectat de deșertificare și cca. 38% de aridizare accentuată, care vor îngloba toate câmpiile noastre, până la 85% din zona de dealuri și aproape 20% din zona premontană și montană joasă.

Prognoza încălzirii globale cu 3 °C în țara noastră va crea perturbații majore în distribuția pe altitudine a etajelor de vegetație din Carpați, în sensul creșterii limitei superioare a molidului cu 600 m, atingând 2400 m altitudine, cu dispariția treptată a etajelor subalpin (jneapăn) și alpin. Productivitatea maximă a pădurilor și a pajiștilor naturale, situate în prezent la nivelul de 1000 - 1200 m, se va ridica după încălzirea globală la 1600 - 1800 m altitudine.



12.4.3 FACTORII CARE DETERMINĂ EROZIUNEA SOLULUI

Factorii care determină eroziunea solului pot fi grupați în două categorii mari: factori naturali și factori antropici.

Factorii naturali, cuprind factorii climatici (regimul precipitațiilor, temperatura, vânturile), factorii de relief (panta, lungimea și forma versanților, expoziția etc.), factorii litologici (solul, natura rocii mame) și factorii edafici (permeabilitatea, textura, structura).

Eroziune hidrică este determinată de ploile torențiale și de activitatea omului iar relieful, vegetația și solul favorizează intensitatea acestui proces. Intensitatea și cantitatea de precipitații influențează foarte mult procesul de eroziune.

Picăturile de ploaie cu energie cinetică mare, prin acțiunea mecanică asupra solului, dispersează și transportă particulele de sol la diferite distanțe. Cantitățile cele mai mari de sol erodat se înregistrează la ploile cu o cantitate mare de apă într-o perioadă scurtă de timp.

Pentru condițiile din România agresivitatea pluvială se apreciază cu indicatorul stabilit de Stănescu (7), pe baza produsului dintre intensitatea medie a nucleului torențial pe 15 minute și rădăcina pătrată a cantității de precipitații înregistrată pe durata ploii.

Relieful este acela care influențează mișcarea apei pe versanți, apa fiind factorul activ al desprinderii, dispersării și transportului particulelor de sol. Pe versanții cu profil drept, eroziunea de suprafață crește spre bază, pe măsura concentrării scurgerilor iar pe versanții concavi, care au panta mai mare în partea superioară, solul se degradează mai puternic în treimea superioară.

În funcție de lungimea medie de scurgere a apei pe versant, versanții au fost clasificați în versanți scurți, sub 100 m, medii, cei cu lungimea de 100-200 m, lungi, cu lungimea cuprinsă între 200 și 500 m și foarte lungi, când lungimea depășește 500 m.

Solul, prin rezistența sa, influențată de permeabilitate, gradul de acoperire cu vegetație, starea de umiditate și structurare, determină amploarea procesului de eroziune. Solurile lutoase și luto-nisipoase, structurate, sunt cele mai rezistente la eroziune. Solurile nisipoase cu permeabilitate mare și coeziune mică și cele argiloase cu o capacitate de infiltrație scăzută a apei se erodează mai ușor.

Vegetația condiționează în mare măsură procesul de eroziune. Dacă covorul vegetal este bine încheiat, acoperind solul în proporție de 90 - 100%,

cum este cazul la ierburile perene în anul doi de vegetație, cantitățile de sol erodat sunt sub limitele tolerabile.

Eroziunea provoacă pagube foarte mari agriculturii și altor sectoare de activitate și este și un factor poluant pentru că pesticidele, transportate odată cu apa și solul erodat, afectează resursele de sol și apă. Eroziunea modifică și textura solului, pentru că particulele fine de argilă sunt transportate mai ușor decât cele grosiere de nisip. Datorită acestui fenomen, solurile erodate își măresc proporția de schelet.

Distrugerea structurii, modificarea texturii și reducerea conținutului de humus împreună cu pierderea unor cantități mari de sol determină înrăutățirea regimului de apă din sol. Pe versanții erodați, fenomenul de secetă este mult mai accentuat.

Solul erodat are o capacitate de reținere a apei redusă și la aceeași cantitate de apă rezultată din ploi, versanții erodați rețin o cantitate tot mai redusă de apă, ceea ce sporește caracterul secetos al zonei respective.

Evoluția solurilor este continuă și este influențată în principal de factorii naturali dar și de activitățile omului care, prin procesele tehnologice modifică în timp caracteristicile profilului de sol.

Prevenirea procesului de eroziune a solului este mai ușoară și mai ieftină, decât de a lua măsuri complexe pentru stăvilirea și combaterea acestui proces. Procesul de eroziune este un factor de degradare a solului, care poate epuiza nerecuperabil această resursă. Dacă este utilizat rațional, solul este un factor regenerabil, nu se epuizează și nu se degradează. Dacă este întreținut necorespunzător el se poate degrada foarte repede și devine neproductiv. Refacerea solului din starea de degradare este cu atât mai dificilă și mai costisitoare, cu cât este mai avansată.

Pentru agricultură, eroziunea solului constituie una dintre cele mai mari calamități. Aceasta produce o serie de efecte dăunătoare, cum sunt scăderea fertilității solului, diminuarea producției, înrăutățirea regimului apelor, accentuarea secetei ș.a.

Pentru estimarea pierderilor de sol prin eroziune, în condițiile pedoclimatice din România se folosește ecuația universală a eroziunii (12.1) adaptată de Moțoc M. (8), după Wischmeyer (9), care se bazează pe factorii care determină și amplifică eroziunea:

$$E = K \cdot S \cdot C \cdot C_s \cdot L^{0,3} (1,36 + 0,97 \cdot i + 0,138 \cdot i^2) \quad (12.1) \text{ în care:}$$

- E - eroziunea medie anuală, în t/ha/an;
 K - coeficientul de agresivitate pluvială;
 S - coeficientul pentru erodabilitatea solului;
 C - coeficientul de influență a vegetației;
 Cs - coeficientul de influență a sistemului de cultivare;
 L - lungimea versantului, în m;
 i - panta medie a versantului, în %.

Condițiile diferite de relief, climă și vegetație au determinat formarea unei game variate de soluri, de la cernoziomuri tipice la soluri brune luvice și podzolite care au o rezistență la eroziune foarte diferită. Deși rezistența la eroziune a solurilor cernoziomice este mai mare ca a altor soluri, eroziunea superficială este totuși cea mai răspândită iar în zonele unde orizontul de acumulare a humusului a fost îndepărtat ritmul eroziunii se accentuează.

Modificarea substanțială a însușirilor fizice și chimice ale solului, ca urmare a spălării particulelor fine de sol, a orizontului cu humus și a elementelor nutritive (N, P, K, Ca etc.) conduc la scăderea treptată a fertilității.

Bazinul hidrografic, prin elementele morfometrice (formă, înclinare, lungime, expoziție, suprafață) și prin caracteristicile versanților (pantă, grad de acoperire cu vegetație etc.), determină amploarea procesului de eroziune.

Moțoc și colab. (8), au împărțit terenurile după valoarea pantei în cinci grupe, culturile de câmp putând fi cultivate în primele trei (tabelul 12.3).

Tabelul 12.3

Clasificarea terenurilor după valoarea pantei (8)

Grupa simbol	Panta %	Clasa		
		simbol	Panta (%)	Denumirea terenului
I	0-5	A	0-2	Practic orizontal
		B	2-5	Extrem de slab înclinat
II	5-12	C	5-8	Foarte slab înclinat
		D	8-12	Slab înclinat
III	12-25	E	12-18	Mijlociu înclinat
		F	18-25	Puternic înclinat
IV	25-50	G	25-35	Foarte puternic înclinat
		H	35-50	Extrem de puternic înclinat
V	> 50	I	50-70	Abrupt
		J	70-100	Foarte abrupt
		L	>100	Extrem de abrupt

Covorul vegetal contribuie la reducerea eroziunii solului, datorită interceptării picăturilor de ploaie ce determină reducerea forței cu care acestea lovesc solul și a vitezei de scurgere a apei ca efect al rugozității determinate de plante.

Aplicarea incorectă a tehnologiilor de cultură și în special efectuarea lucrărilor solului pe linia de cea mai mare pantă, folosirea unor culturi slab protectoare contra eroziunii, culturile semănate în rânduri rare și folosirea unor doze insuficiente de îngrășăminte sunt principalele cauze care favorizează procesele de eroziune (tabelul 12.4) [Dumitrescu, (10)].

În afară de acestea, aplicarea lucrărilor de desecare, drenare, irigare care nu sunt bine exploatate pot modifica în timp însușirile fizice, chimice și biologice ale solului cu efecte însemnate asupra regimului hidric al acestuia și asupra vegetației.

Tabelul 12.4

Grupele de culturi și % în care asigură protecția terenurilor arabile situate pe pante (10)

Grupa de culturi	Panta (%)		
	5 - 8	8 - 18	18 - 25
Foarte bune protectoare	10	10	35
Bune protectoare	20	40	35
Mijlociu protectoare	20	20	15
Slab protectoare	50	30	15

Coeficientul care exprimă influența vegetației asupra mărimii pierderilor de apă și sol prin eroziune (C) are valori cuprinse între 0,001 și 1 (tabelul 12.5) [Dîrja, (11)].

Efectuarea lucrărilor solului pe versanții cu pante mari pe linia de cea mai mare pantă și cultivarea prășitoarelor influențează negativ evoluția solurilor. Aceste lucrări, aplicate în mod nerațional, sau fără măsurile specifice pentru combaterea eroziunii solului au determinat declanșarea unor procese complexe de degradare care înrăutățesc însușirile fizice, chimice și biologice ale solului. Modificarea proprietăților fizice, chimice și biologice pe terenurile în pantă are ca prim efect scăderea fertilității solului și în consecință amplificarea procesului de eroziune și reducere a producției agricole.

Tabelul 12.5

Valorile factorului (C) privind influența vegetației asupra eroziunii (11)

Nr. crt.	Natura vegetației (cultura)	Factor C
1.	Porumb în monocultură	1,0
2.	Porumb în rotație	0,8
3.	Cartof și sfeclă	0,6
4.	Mazăre și fasole	0,3
5.	Cereale păioase de primăvară	0,2
6.	Cereale păioase de toamnă	0,14
7.	Ierburi perene anul I de vegetație	0,06
8.	Ierburi perene după anul I de vegetație	0,014
9.	Pășuni bine încheiate	0,001
10.	Pășuni slab degradate	0,2
11.	Pășuni moderat degradate	0,8
12.	Pășuni puternic degradate	1,2
13.	Terenuri neproductive fără vegetație	0,7
14.	Plantații de viță de vie	0,5
15.	Plantații pomicole încheiate	0,005
16.	Pădure	0,001

O parte din aceste categorii de lucrări trebuie asigurate de beneficiarii terenurilor, însă în bazinele hidrografice mari, unde lucrările de combatere a eroziunii solului predomină, trebuie să funcționeze sisteme hidroameliorative specializate.

Solurile lucrate corespunzător au o structură și o stabilitate hidrică bună a agregatelor de sol, fapt care le conferă o coeziune, porozitate și o permeabilitate bună pentru apă, făcându-le mai rezistente la eroziune față de solurile nestructurate și tasate.

Fundamentarea modelelor matematice pentru controlul eroziunii, presupune cunoașterea relațiilor existente între factorii care determină eroziunea, scurgerea și sedimentarea și între factorii de rezistență, care se opun și care pot limita pierderile de sol. Modelele pot stabili până la ce limită este posibil să se reducă eroziunea solului, ținând cont de „eroziunea tolerabilă”, de factorii determinanți ai procesului și de variabilele de amenajare, asupra cărora trebuie să se acționeze pentru a se determina efectele în diferite variante de optimizare.

Eroziunea afectează atât proprietățile fizice cât și pe cele chimice și biologice ale solului. Prin eroziune se modifică textura în orizontul arabil datorită dislocării și transportului, îndeosebi, a particulelor fine ale fazei solide a solului. Textura se modifică însă și datorită faptului ca prin procesul de eroziune sunt aduse la zi orizonturile inferioare, cu alcătuirea granulometrică mai puțin favorabilă plantelor cultivate decât cea a orizontului cu humus.

La solurile afectate de eroziune și cu un grad redus de aprovizionare cu elemente nutritive, se recomandă aplicarea unei agrotehnici antierozionale diferențiată funcție de condițiile pedoclimatice și folosirea de îngrășăminte organice pentru a crește fertilitatea solului. Totodată, acolo unde sunt necesare, trebuie aplicate lucrările pedoameliorative cum sunt drenajul, captarea izvoarelor de coastă, modelarea și nivelarea formațiunilor torențiale, amendarea solurilor acide sau alcaline, afânarea solurilor tasate etc.

O rezistență bună la eroziune o au solurile structurate, cu permeabilitate și capacitate de infiltrație mare, în timp ce solurile cu structură deteriorată sunt foarte puțin rezistente la eroziune pentru că rețin puțină apă și formează crustă care favorizează scurgerea apei pe versanți. Din această cauză solurile bogate în humus și calciu, care au rol important în formarea structurii, sunt mai rezistente la fenomenul de eroziune decât solurile al căror complex absorbtiv este saturat cu sodiu.

Activitatea omului, prin lucrările solului pe direcția deal vale, defrișări, parcelarea pe linia de cea mai mare pantă, destelenirea pașiștilor, pășunatul nerațional și agrotehnica necorespunzătoare, poate intensifica procesul de eroziune și degrada într-un timp scurt suprafețe mari de teren, care apoi sunt abandonate și scoase din circuitul agricol. Organizarea teritoriului funcție de panta terenului, cu benzi înierbate, culturi în fâșii sau agroterase (foto 12.1), aplicarea unor tehnologii de cultură moderne împreună cu lucrările agropedoameliorative determină reducerea pierderilor de sol prin eroziune sub limitele considerate “tolerabile”, funcție de capacitatea anuală de refacere naturală a solului și o valorificare în condiții economice a acestor terenuri. Prin organizarea antierozională a teritoriului se stabilește cel mai potrivit mod de folosință a terenului pentru reducerea eroziunii.

Fertilizarea organică a terenurilor în pantă reprezintă un mijloc important de reducere a eroziunii, deoarece fiecare tonă de gunoi de grajd sporește conținutul solului cu 40 kg carbon total sau 56-70 kg humus [Budoii și colab., (12)].



Foto 12.1 - Organizarea teritoriului cu benzi înierbate și culturi în fâșii

Ordinul MADR nr. 352/2015 prevede menținerea fâșiilor de protecție existente pe terenurile agricole, situate în vecinătatea zonelor de protecție a apelor de suprafață, stabilite în conformitate cu prevederile legislației în domeniu. Lățimea minimă a fâșiilor de protecție este de 1 m pe terenurile cu panta $<12\%$ și de 3 m pe terenurile cu panta $>12\%$.

În cazul în care pe terenul agricol situat în vecinătatea zonelor de protecție a apelor de suprafață nu există fâșii de protecție, fermierul are obligația înființării și menținerii acestor fâșii, în conformitate cu prevederile Codului de bune practici agricole.

Principalii parametri topografici care determină variabilitatea spațială a proceselor dintr-un teritoriu sunt prezentați în tabelul 12.6 [ICPA, (13)].

Aplicarea gunoiului de grajd și a altor îngrășăminte organice determină creșterea conținutului de humus, care îmbunătățește structura, măresc permeabilitatea și viteza de infiltrație a apei în sol. Gunoiul de grajd și îngrășămintele minerale (NPK) aplicate pe un sol brun argilos puternic erodat în județul Cluj au sporit ponderea agregatelor hidrostabile, cu diametrul peste 5 mm, de la 15% la 19,85% [Guș, (14)].

Tabelul 12.6

**Parametrii topografici care determină variabilitatea spațială
a proceselor dintr-un teritoriu (13)**

Parametrul	Definiție	Importanță
Altitudinea	Elevație	Climat, vegetație, potențial energetic
Altitudinea zonei superioare de versant	Altitudinea medie a zonei bazinale superioare de formare a scurgerii	Potențial energetic
Expoziția	Direcția pantei	Radiația solară, evapotranspirație, distribuția și abundența florei și faunei
Panta	Înclinare	Viteza și valoarea scurgerii de suprafață și subterană, precipitații, vegetație, geomorfologie, conținutul solului în apă, clasele de productivitate a terenului
Panta zonei superioare de versant	Panta medie a zonei bazinale superioare de formare a scurgerii	Viteza scurgerii
Panta zonei inferioare de versant	Panta medie a zonei bazinale inferioare de dispersie a scurgerii	Rata de drenaj a solului
Aria zonei superioare de versant	Aria zonei bazinale superioare de formare a scurgerii	Volumul scurgerii, rata de scurgere în stare laminară
Aria zonei inferioare de versant	Aria zonei bazinale inferioare de dispersie a scurgerii	Rata de drenaj al solului
Aria bazinală	Aria suprafeței drenată până la punctul de închidere	Volumul scurgerii
Aria bazinală specifică	Aria zonei superioare de versant pe unitatea de lungime a curbei de nivel	Volumul scurgerii, rata de scurgere în stare laminară, caracteristicile solului, conținutul în apă al solului, geomorfologie
Lungimea căilor de curgere	Distanța maximă de curgere a apei până la un punct din bazin	Rata de eroziune, încărcarea cu sedimente, timpul de concentrare
Lungimea zonei superioare de versant	Lungimea medie a căilor de curgere până la un punct din bazin	Accelerația scurgerii, rata de eroziune
Lungimea zonei inferioare de versant	Distanța de la un punct din bazin până la punctul de închidere	Rezistența la drenajul solului
Lungimea bazinului	Distanța de la cel mai înalt punct până la punctul de închidere	Atenuarea scurgerii de suprafață
Curbură în profil	Curbură suprafeței în direcția pantei	Accelerația scurgerii, rata de eroziune / sedimentare, geomorfologie
Curbură în plan	Curbură curbelor de nivel	Curgere convergentă / divergentă, conținutul în apă din sol
Procentajul altitudinii	% de celule cu altitudini mai mici decât valoarea celei centrale a unui cerc definit de utilizator	Poziția relativă a peisajelor, distribuția și abundența florei și faunei

Prevenirea procesului de eroziune a solului este mai ușoară și mai ieftină decât aplicarea unor măsuri complexe pentru stăvilirea și combaterea acestui proces. Procesul de eroziune este un factor de degradare a solului, care poate epuiza irecuperabil această resursă. Dacă se utilizează rațional, solul este un factor regenerabil, nu se epuizează și nu se degradează dar dacă este întreținut necorespunzător el se poate degrada foarte repede și devine neproductiv.

Refacerea solului din starea de degradare este cu atât mai dificilă și mai costisitoare, cu cât este mai avansată. Pentru agricultură, eroziunea solului constituie una din cele mai mari calamități, cu efecte dăunătoare, cum sunt scăderea fertilității, diminuarea producției, înrăutățirea regimului apelor, accentuarea secetei ș.a.

Modificarea substanțială a însușirilor fizice și chimice ale solului, ca urmare a spălării particulelor fine de sol, a orizontului cu humus și a elementelor nutritive (N, P, K, Ca etc.) conduce la scăderea treptată a fertilității. Din cercetările efectuate de Luca, (15), în condiții de câmp, la ogor negru și la 39 de tipuri și subtipuri de sol, folosind infiltrometrul cu picături, s-au stabilit corelațiile existente între valorile factorului de erodabilitate (S) și însușirile solului. Cantitatea de material dispersat și antrenat de scurgerea elementară a fost determinată la intervale de 10 minute, la o durată a aspersiunii de 60 de minute, cu intensitatea de 2,0 mm/minut. La această intensitate, la mărimea picăturilor de 2-4 mm și la înălțimea de cădere de 1,80 m, se dezvoltă o energie cinetică aproximativ egală cu cea a ploilor cu asigurarea de 10% (tabelul 12.7).

Prin prelucrarea datelor privind gradul de încărcare de șoc și de regim ale diferitelor soluri (g/l), raportate la valoarea obținută pentru loess, considerată de referință, s-au determinat valorile factorului de erodabilitate (S), utilizat în formula de calcul a eroziunii.

Stabilirea lucrărilor de amenajare complexă a unui bazin hidrografic se bazează pe indicatorii de risc privind eroziunea solului. După metodologia stabilită de Moțoc se diferențiază două tipuri de risc erozional: potențial și efectiv.

În ultima perioadă s-a dezvoltat tehnologia GIS (Geographic Information Systems) care constă în analiza complexă a datelor necesare pentru analiza calității apei și a solului și pentru proiectarea lucrărilor de conservare a acestor resurse la nivel de fermă, regional și național.

Tabelul 12.7

**Factorii care influențează scurgerile lichide și solide prin eroziune hidrică
simulată cu modelul WEPP (% din total) (15)**

Nr. crt.	Factorul	Scurgerea lichidă medie anuală	Scurgerea lichidă medie anuală iarna	Eroziunea medie anuală (% din total)
1.	Pantă versant	31,9	22,7	49,5
2.	Conținutul de argilă din sol	23,3	6,2	5,7
3.	Conținutul de nisip din sol	20,2	25,5	14,9
4.	Conductibilitatea hidraulică	18,3	30,4	4,3
5.	Capacitatea de schimb cationic	2,6	7,3	0,4
6.	Conținutul de materie organică	1,6	1,7	0,7
7.	Albedo	1,2	1,7	0,8
8.	Lungime versant	0,5	0,0	4,3
9.	Saturația în apă a solului	0,4	0,0	0,0
10.	Coefficientul de erodabilitate	0,0	0,0	14,3
11.	Rezistența la forfecare	0,0	0,0	4,7
12.	Alți factori: expoziție versant	0,0	4,5	0,4
Total		100	100	100

Factorii care influențează eroziunea solului sunt numeroși, incluzând parametri climatici, hidrologici, topografia terenului, vegetația și proprietățile solului, iar interacțiunea complexă a acestora la suprafața solului îngreunează stabilirea ratei de eroziune din bazinele hidrografice. Majoritatea modelelor dezvoltate în ultima perioadă folosesc, pentru determinarea ratei de eroziune, ecuația universală a eroziunii solului (Universal Soil Loss Equation - USLE) [Wischmeier și Smith, (16)] și ecuația revizuită a eroziunii solului (Revised Universal Soil Loss Equation - RUSLE) [Renard, (17)], integrate în modele spațiale complexe folosind tehnica GIS [Benedict, (18)].

Modelele matematice cele mai folosite pentru simularea și prognozarea proceselor erozionale sunt EPIC–Erosion Productivity Impact Calculator, WEPP–Water Erosion Prediction Project și EUROSEM–The

European Soil Erosion Model. Modelul eroziunii solului din Europa (EUROSEM) simulează procesele de eroziune din bazinele hidrografice mici cu diverse condiții de relief, climă, sol și vegetație. La Stațiunea de Cercetări pentru Combaterea Eroziunii Solului Perieni, Vaslui cu ajutorul modelului WEPP s-a determinat ponderea influenței unor factori asupra scurgerii lichide și asupra scurgerii solide medii anuale (tabelul 12.8) [Popa, (19), Luca, (20)].

Refacerea fertilității solului se poate realiza prin intervenții antropice care constau în schimbarea structurii culturilor, aplicarea îngrășămintelor, adoptarea sistemelor antierozionale de cultură eficiente etc. Pe termen lung (50 ani) se estimează că atunci când suprafața degradată depășește 30-50% din suprafața perimetrului studiat reconstrucția ecologică apare ca o necesitate evidentă.

Tabelul 12.8

**Proprietățile fizico-chimice ale solurilor grupate
pe clase de erodabilitate (20)**

Clasa	Valoarea factorului de erodabilitate (S)	Humus %	Porozitatea necapilară %	Argila, <0,002 mm %	Densitatea aparentă g/cm ³
1	1,2	0,70-1,00	8-10	10-18	1,45-1,60
2	1,0	1,00-1,40	10-12	18-22	1,40-1,45
3	0,9	1,40-1,60	12-14	22-26	1,35-1,40
4	0,8	1,60-2,00	14-16	26-35	1,30-1,35
5	0,7	2,00-3,00	16-20	35-45	1,25-1,30
6	0,6	3,00-5,50	20-30	45-60	1,20-1,25

Aceste scenarii cu indicatorii de risc erozional constituie metodologia folosită la elaborarea strategiilor de amenajare și exploatare cu eficiență sporită a terenurilor agricole.

Riscul erozional potențial (E_p) este dat de cantitatea de sol erodat când solul nu este protejat de vegetație și nu este amenajat cu lucrări antierozionale:

$$E_p = K S L^{0,5} I^{1,4} \quad (12.2)$$

unde:

K = coeficientul de agresivitate pluvială;

S = coeficientul pentru erodabilitatea solului;

L = lungimea versantului, în m;

I = panta medie a versantului, în %.

Riscul erozional efectiv (E_e) reprezintă pierderea de sol atunci când se iau în considerație natura și gradul de protecție al solului prin diferite culturi, prin lucrări și măsuri antierozionale existente și/sau propuse. Acesta se stabilește cu ajutorul formulei 12.3:

$$E_e = K S L^{0,5} I^{1,4} C C_s \quad (12.3), \quad \text{în care:}$$

K = coeficientul de agresivitate pluvială;

S = coeficientul pentru erodabilitatea solului;

L = lungimea versantului, în m;

I = panta medie a versantului, în %.

C = coeficientul de influență a vegetației;

C_s = coeficientul de influență a sistemului de cultivare;

Un alt indicator de risc privind eroziunea este gradul de protecție al solului la eroziune și este dat de raportul dintre valoarea eroziunii efective și cea a eroziunii potențiale (E_e / E_p).

Vulnerabilitatea solului la eroziune este determinată de raportul dintre valoarea eroziunii efective și cea a eroziunii admisibile din bazinul studiat.

Indicatorii de risc dintr-un bazin hidrografic se stabilesc pentru cel puțin trei scenarii mai importante care asigură solului o protecție antierozională slabă, medie și bună.

Conform principiilor formulate de Moțoc (21), stadiile de depreciere a calității solurilor erodate prin intervenție antropică sunt starea de autoreglare, stadiul de reabilitare și stadiul de reconstrucție ecologică.

În stadiul de *autoreglare* echilibrul sistemului se menține relativ constant și variațiile productivității solului sunt determinate de condițiile climatice. În acest stadiu se găsesc terenurile agricole care, în urma evaluării riscului la eroziune, se încadrează în limitele tehnice și economice admisibile.

Scenariul caracterizat ca fiind cel mai avantajos din punct de vedere al protecției antierozionale este cel care plasează întregul areal analizat în categoria ce corespunde stării de autoreglare a sistemului.

Stadiul de *reabilitare* se caracterizează prin dereglarea funcțiilor sistemului, astfel încât acesta nu reușește să-și refacă singur starea de echilibru iar pe termen lung are loc o depreciere importantă a productivității solurilor. Limita de trecere (toleranța) de la stadiul de autoreglare la cel de reabilitare este dată de eroziunea admisibilă sau tolerabilă.

12.4.4 AMPLOAREA PROCESELOR DE EROZIUNE

Amploarea proceselor de degradare a solului a determinat dezvoltarea unor programe naționale și internaționale, coordonate de Departamentul European al Solului, care au rolul de a evalua și monitoriza informațiile despre mediul înconjurător și în special severitatea riscului erozional și a altor procese de degradare a solului. Evaluarea globală a degradării solului (Global Assessment of Soil Degradation) (GLASOD) a constituit o primă încercare de a realiza o hartă mondială privind starea degradării solului produsă de om. Studiul a fost realizat de ISRIC (International Soil Reference and Information Centre) (1991) și a condus la realizarea unei hărți globale la scara de 1:10 milioane. Pentru a măsura gradul de degradare a solului au fost stabilite patru nivele: ușor, moderat, puternic, foarte puternic. Gradul relativ al fiecărui tip de degradare a solului a fost estimat utilizând cinci clase, de la frecvente ($\leq 5\%$ din unitatea afectată) până la dominantă ($> 50\%$ din unitatea afectată).

În România, Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie [ICPA (22)] a stabilit clasele pentru aprecierea gradului de eroziune a solului, considerând că valoarea acesteia la eroziune puternică este cuprinsă între 17 și 23 t/ha/an (tabelul 12.9).

Tabelul 12.9

Clasele de apreciere a gradului de eroziune a solului (22)

Cod	Denumire	Pierderi de sol estimate (t/ha/an)
0	Fără eroziune	≤ 1 t/ha/an
1	Eroziune slabă	2 - 8 t/ha/an
2	Eroziune moderată	9-16 t/ha/an
3	Eroziune puternică	17-23 t/ha/an
4	Eroziune foarte puternică	24-30 t/ha/an
5	Eroziune excesivă	≥ 31 t/ha/an

Adaptarea la schimbările climatice răspunde nevoilor legate de conservarea resurselor naturale și în consecință, este o prioritate pentru strategia Planului Național de Dezvoltare Rurală (PNDR). Sunt necesare acțiuni pentru a sprijini adaptarea "accelerată" a fermierilor, procesatorilor și comunităților rurale la schimbările climatice prin îmbunătățirea gestionării durabile a apei și protecția solului. Acest lucru va fi susținut și prin transferul de cunoștințe, stimularea inovării și adaptarea rezultatelor cercetării la nevoile reale ale sectorului.

12.4.4.1 AMPLOAREA PROCESELOR DE EROZIUNE ÎN CÂMPIA MOLDOVEI

Prin caracteristicile versanților (formă, pantă, lungime, expoziție), relieful este factorul principal care declanșează procesul de eroziune.

Pe versanții cu profil drept, pe măsura creșterii pantei și a lungimii acestora, eroziunea de suprafață crește din amonte spre bază, pe măsura concentrării scurgerilor, iar pe versanții concavi, care au panta mai mare în partea superioară, solul se degradează mai puternic în treimea superioară.

Amploarea proceselor de eroziune este determinată și de expoziția versanților. Microclimatul versanților cu expoziție estică și nordică, mai puțin însoriți, se caracterizează printr-o temperatură mai scăzută în timpul anului, deoarece sunt expuși vânturilor mai reci, zăpada se topește mai greu primăvara, dar umiditatea este mai ridicată. Microclimatul versanților cu expoziție vestică se caracterizează printr-un plus de căldură în timpul zilei, grosimea stratului de zăpadă mai redusă, umiditatea mai scăzută.

Regiunea Nord-Est deține 15,45% (2 131 421 ha) din suprafața agricolă a țării (14 836 585 ha) și cuprinde suprafețe foarte mari cu soluri afectate de eroziune (peste 58%), acidifiere, compactare și alunecări.

Comparativ cu diversitatea factorilor geomorfologici și pedoclimatici din țara noastră, cercetările privind procesele de eroziune a solului s-au efectuat în prea puține zone. Cercetările efectuate privind eroziunea potențială, care este condiționată de factorii geomorfologici și pedoclimatici, au arătat că la nivelul regiunii de Nord-Est pierderile medii de sol prin eroziune sunt de 18,3 t/ha/an, valori care corespund unui risc erozional moderat [Ioniță, (23)]. Cercetările efectuate privind eroziunea efectivă, bazate pe determinări directe și analize complexe, care au integrat efectul vegetației și a lucrărilor antierozionale, au arătat că pe ansamblul Regiunii de Nord-Est eroziunea efectivă are o valoare medie de 4,6 t/ha/an.

În județul Iași, din totalul de 376 513 ha agricol, 108 000 ha sunt afectate de eroziune, 63 600 ha de alunecări, 55 200 ha de salinitate, 62 900 ha sunt cu exces de umiditate, 15 800 ha de inundații și aproape 200 000 ha sunt cu compactare primară și secundară. Predomină solurile de tipul cernoziom cambic (29%, 108 488 ha) și tipic (16%, 607 36 ha), urmate de solurile cenușii (14%, 507 52 ha) și cele argilo-iluviale și brun luvice (9%, 35 056 ha).

În bazinele hidrografice mici controlul, prognozarea și avertizarea proceselor de eroziune este dificilă, deoarece ploile torențiale sunt greu de

prognozat iar aceste fenomene sunt foarte rapide și de scurtă durată, timpul de la căderea ploilor până la ieșirea apei din bazin fiind de câteva ore. Particularitățile proceselor de eroziune impun pentru lucrările de cartografiere a stării de eroziune din teritoriu un sistem informațional complex, bazat pe date climatice, pedologice, hidrotehnice, agrotehnice etc.

Pierderile medii anuale de sol prin eroziune, în zona Moldovei, oscilează, în funcție de cultură, de la 0,261 t/ha la ierburile perene, în anul doi de vegetație, la 10-11 t/ha, la culturile de porumb și floarea-soarelui [Ailincăi, 24)]. Acceptând faptul că procesul de eroziune este inevitabil și considerând nivelul toleranței pierderilor de sol de 2-3 t/ha/an, corespunzător ratei anuale de refacere naturală a solului, tehnologiile aplicate trebuie să țină sub control aceste limite [Ionescu, V., (25); Moțoc, M., (26); Dumitrescu, N.,(10); Savu, P., (27); Ailincăi, C., (24), (28); Bucur, D., (29)].

Din studiile efectuate în partea sudică a Câmpiei Moldovei, cunoscută sub denumirea de “Câmpia Jijiei inferioare și a Bahluiului”, caracterizată prin temperaturi medii anuale de 9,6 °C și o cantitate medie de precipitații, pe 50 de ani, de 553,5 mm, din care 141,5 mm în perioada septembrie - decembrie și 412 mm în perioada ianuarie - august, s-a constatat că 72% din suprafață este afectată de eroziune și alunecări, în diferite grade. Astfel, solurile moderat erodate ocupă 942 ha (38%), solurile puternic erodate 136 ha (5,5%), solurile foarte puternic erodate 124 ha (5%), solurile cu degradări complexe fără alunecări 49 ha (2%), solurile cu degradări complexe în zone cu alunecări 521 ha (21%) și suprafețe afectate de eroziunea în adâncime 12 ha (0,5%).

Din rezultatele obținute în urma cartării unei suprafețe de 2480 ha, situată în sudul Câmpiei Moldovei, pe teritoriile comunelor Podu-Iloaiei, Dumești și Popești, s-a constatat că cea mai mare răspândire o au fenomenele de eroziune în suprafață, 43% din total, urmate de alunecări, 21,3% și eroziunea în adâncime, 0,36 % (tabelul 12.10) [Ailincăi și colab. (30)].

Începând cu anul 1980, la Stațiunea de Cercetări Agricole Podu-Iloaiei, județul Iași (47°12' N latitudine, 27°16' E longitudine), cercetările efectuate în Microbazinul Scobîlțeni, au urmărit influența diferitelor structuri, succesiuni de culturi și a îngrășămintelor asupra producției, eroziunii și a fertilității solului.

Microbazinul Scobîlțeni, cu o pantă medie de 11%, o suprafață de recepție de 159 ha, o altitudine medie de 119,4 m și o lungime medie a versanților de 250 m, a fost amenajat antierozional în sistemul de cultură în fâșii combinat cu benzi înierbate.

Tabelul 12.10

**Starea de degradare a solurilor din bazinele hidrografice
Podu-Iloaiei, Scobîlteni și Popești (30)**

Starea de degradare	Suprafața, ha	%
Soluri moderat erodate	916	36,9
Soluri puternic erodate	104	4,2
Soluri erodate foarte puternic	191	7,7
Soluri cu degradări complexe, fără alunecări	31	1,3
Soluri cu degradări complexe în zona cu alunecări stabilizate	264	10,6
Soluri cu degradări complexe în zona cu alunecări active	273	11,0
Eroziune în adâncime	9	0,4
Total suprafețe degradate	1788	72,1
Suprafețe fără degradări	692	27,9
Total suprafață cartată	2480	100,0

Pe terenul arabil s-a făcut delimitarea solurilor pe fiecare versant din cuprinsul bazinului hidrografic, stabilindu-se dimensiunile și orientarea acestora, amplasarea perdelor antierozionale și proiectarea lucrărilor ameliorative pentru limitarea procesului erozional la valori tolerabile. Solurile, pe cât posibil, au avut formă dreptunghiulară sau trapezoidală, cu latura lungă pe direcția generală a curbelor de nivel (figura 12.1) [Ailincăi, (30)].

Lățimea fâșiilor cultivate a fost de 200-250 m la panta de 5-10%, 100-150 m la panta de 10-15% și 50-100 m la panta de 15-18%.

Eroziunea provocată de apă este prezentă pe toate suprafețele înclinate iar intensitatea procesului este influențată de numeroși factori dintre care gradul de înclinare și lungimea versanților, alcătuirea petrografică și modul de utilizare a terenului au o mare influență asupra scurgerilor de apă și sol (figurile 12.2, 12.3) [Ailincăi, (31); Ioniță, (32)].

Întocmirea hărților digitale cu panta terenului, expoziția versanților, gradul de acoperire cu vegetație, tipurile de curbura, măsurate pe direcția curbelor de nivel și pe direcția de scurgere sau perpendicular pe curbele de nivel, se realizează prin teledetecție și constituie etape în realizarea straturilor de informații pentru urmărirea evoluției unor procese de eroziune, inundații, alunecări, compactare etc. pe terenurile respective.

Particularitățile proceselor de eroziune impun pentru lucrările de cartografiere a stării de eroziune din teritoriu un sistem informațional complex bazat pe date de relief, climatice, pedologice, hidrotehnice și agrotehnice.



Figura 12.1 - Bazinul hidrografic Scobîlteni, Iași, amenajat cu lucrări antierozionale (30)

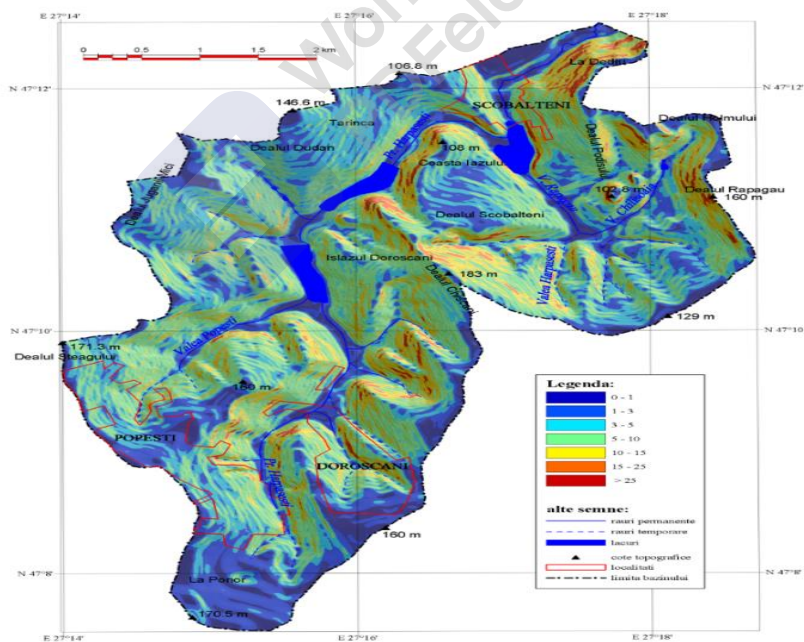


Figura 12.2 - Harta înclinării reliefului din Bazinul hidrografic Scobîlteni (31)

Teledetecția este știința prin care caracteristicile unor obiecte se pot stabili, măsura și analiza de la distanță, prin radiația electromagnetică reflectată sau emisă de aceste obiecte. Aceasta a început să fie folosită după anul 1972, când a fost lansat primul satelit de observare terestră, Landsat-1.

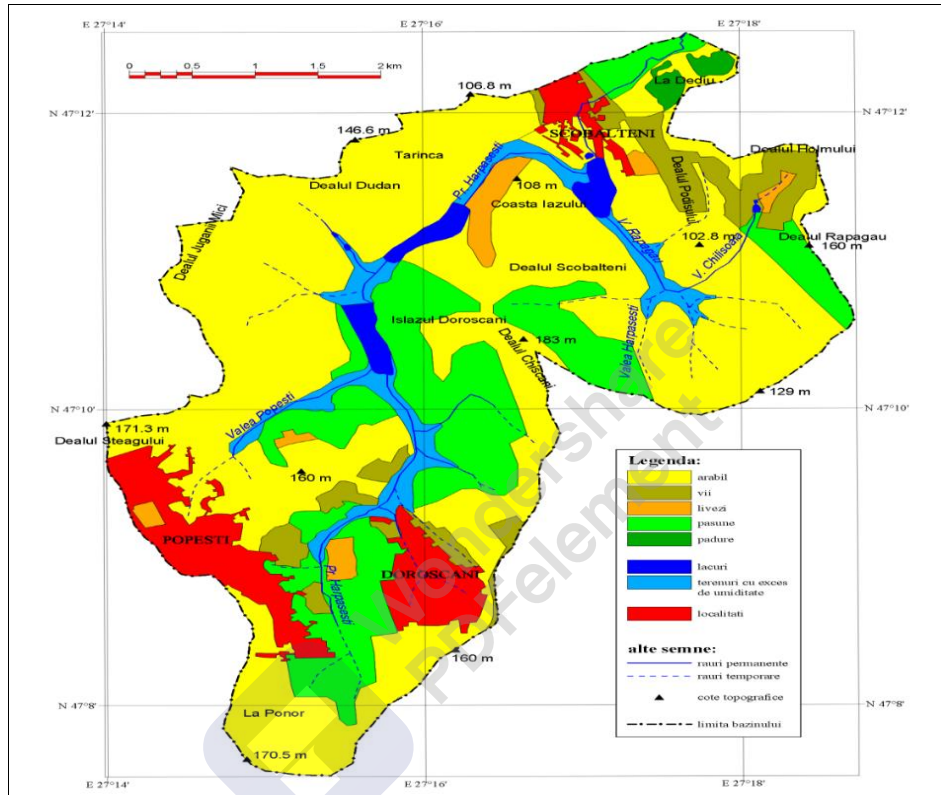


Figura 12.3 - Harta modului de folosință a terenurilor din Bazinul hidrografic Podu-Iloaiei, Scobîlteni (32)

Structura culturilor, care a determinat, în perioada 1991-2013, diminuarea pierderilor de sol prin eroziune sub 1,954 t/ha/an a cuprins 20% cereale păioase (grâu de toamnă), 20% leguminoase anuale (mazăre), 20% culturi prășitoare (porumb) și 40% leguminoase și graminee perene (lucermă și *Lolium*).

La nivelul județului Iași au fost inventariați o serie de factori limitativi care afectează suprafețe importante de terenuri, între care mai importanți sunt conținutul de humus, gradul de erodare și tipul de compactare a solului, procedele de sărăturare și acidifiere a solului (tabelul 12.11) (33).

Tabelul 12.11

Suprafețe afectate de factori limitativi în județul Iași (33)

Factor limitativ	Suprafața afectată (ha)
<i>a. Conținut în humus, total, din care:</i>	384155
• extrem de mic	7614
• foarte mic	11421
• mic	57104
• mijlociu	277463
• mare	30553
<i>b. Eroziunea solului datorată apei, total din care:</i>	169852
• erodat slab	62683
• erodat moderat	55079
• erodat puternic	19423
• erodat foarte excesiv	12045
• erodat excesiv	20316
<i>c. Compactarea primară a solului (soluri cu textura fină >> 33% argilă)</i>	185476
<i>Compactare secundară a solului datorită lucrărilor agricole necorespunzătoare (hardpan)</i>	Nu s-au efectuat estimări
<i>d. Sărăturarea solului, total din care</i>	55995
• slab	33090
• moderat	13078
• puternic	7070
• foarte puternic	2191
• excesivă	566
<i>e. Acidifierea solului, total, din care:</i>	378285
• puternic acidă	3456
• moderat acidă	58442
• slab acidă	111991
• neutră	40109
• slab alcalină	162399
• moderat la puternic alcalină	1888

Determinarea pierderilor de sol, apă și elemente nutritive prin eroziune s-a efectuat cu ajutorul parcelelor pentru controlul scurgerilor, cu suprafața de 100 m² și pe întreaga suprafață a bazinului de recepție (159 ha) în care sunt amplasate experiențele, cu ajutorul unei stații hidrologice care a cuprins: deversor triunghiular, pluviometru, pluviograf, limnigraf și dispozitive pentru prelevarea probelor de apă și sol din timpul ploilor.

La fiecare ploaie care a determinat scurgeri de apă și sol prin eroziune, s-au prelevat probe pentru determinarea turbidității parțiale și a conținutului de humus și elemente minerale pierdute prin eroziune.

Însoșirile solurilor sunt influențate de factorii naturali și de activitățile omului care, prin procesele tehnologice, modifică în timp caracteristicile profilului de sol. Rocile de solificare, reprezentate de depozitele loessoide, se întâlnesc pe platouri, versanți și terase, pe care s-au format cernoziomurile tipice și cambice. O răspândire mare pe unele platouri, interfluvii și versanți o au luturile, pe care s-au format cernoziomurile tipice, cernoziomurile cambice și solurile cenușii.

În Câmpia Moldovei condițiile diferite de relief, climă și vegetație au determinat formarea unei game variate de soluri de la cernoziomuri tipice la soluri brun luvice (podzolite). Fragmentarea și diversitatea formelor de relief, care se întâlnesc în Câmpia Moldovei, reprezentate prin platouri, versanți și văi, afectate de procese de pantă sau de microclimatul iazurilor, a determinat formarea unei clase variate de soluri. Procesele pedogenetice care au stat la baza formării solurilor din bazinul hidrografic Scobilțeni, sunt în cea mai mare parte specifice zonei de silvostepă, pentru cernoziomurile tipice și cambice, și mai puțin zonei de pădure, întâlnită în partea sudică a zonei. În Depresiunea Jijia-Bahlui predomină cernoziomurile tipice și cambice, regosolurile, erodisolurile și lăcoviștile (figura 12.4) [OSPA Iași, (34)].

Cernoziomul tipic moderat erodat luto-argilos, s-a format pe depozite loessoide, în condiții fitoclimatice de silvostepă, pe interfluvii și versanți slab-mijlociu înclinați, având ca rocă de solificare depozitele loessoide. Solul are o reacție slab alcalină (0-20 cm), un conținut mijlociu în humus și azot și o asigurare mijlocie în fosfor mobil și foarte bună în potasiu mobil.

Cernoziomul cambic tipic, moderat erodat, luto-argilos, s-a format pe depozite loessoide, în condiții fitoclimatice de silvostepă, pe versanți slab și mijlociu înclinați, unde eroziunea a îndepărtat aproximativ 25% din orizontul cu humus. Solul are o textură luto-argiloasă, o reacție (0-20 cm) slab acidă, un conținut mijlociu în humus și azot și o asigurare mijlocie în fosfor mobil și foarte bună în potasiu mobil.

Erodisolul cambic tipic, moderat erodat, cu textură luto-argiloasă s-a format pe depozite loessoide, în condiții fitoclimatice de silvostepă, pe versanți slab și mijlociu înclinați, unde eroziunea a îndepărtat aproximativ 40% din orizontul cu humus.

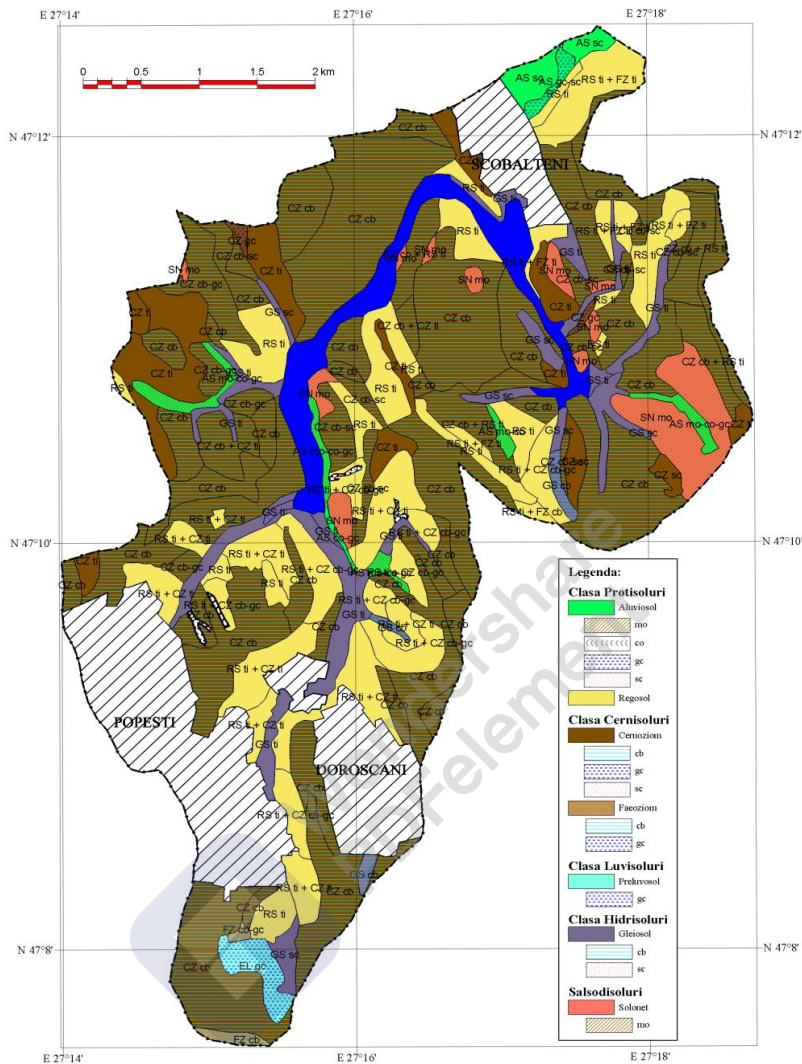


Figura 12.4 - Harta solurilor din bazinul hidrografic Scobâlteni (34)

Solul are o reacție slab acidă, un conținut mijlociu în humus și azot, o asigurare slabă în fosfor mobil și o capacitate de schimb cationic mijlocie.

Parcelele pentru controlul eroziunii au fost izolate de restul suprafeței prin pereți metalici iar bazinele pentru colectarea scurgerilor au fost prevăzute cu dispozitive de fracționare, din care se iau probele de apă și sol pentru determinarea turbidității parțiale și pentru analize chimice (foto 12.2) [(Ailincăi, (24)].



Foto 12.2 - Parcele pentru controlul pierderilor de sol prin eroziune

Cercetările au semnalat că în bazine hidrografice mici, cu panta medie de 11%, după 23 ani de la amenajare cu sistemul de cultură în fâșii cu benzi înierbate și la o structură de culturi care cuprind 30% grâu, 30% porumb, 30% leguminoase pentru boabe și 10% ierburi perene, pierderile de sol înregistrate la ploile torențiale au fost cuprinse între 0,222 și 1,521 t/ha (tabelul 12.12; figurile 12.5 și 12.6;) [Ailincăi și colab., (35)].

Tabelul 12.12

**Scurgerile de apă și sol prin eroziune la diferite evenimente pluviale
în Bazinul hidrografic Scobîlțeni (35)**

Evenimente pluviale	Precipitații (mm)	Intensitatea ploii (mm/ minut)	Scurgerea (mm)	Turbiditatea (g/l)	Eroziunea (kg/ha)
4 iulie, 1987	65,0	0,118	4,1	14,5	594,50
5 august, 1987	44,9	0,096	4,3	2,98	128,14
25 iunie, 1989	32,0	1,280	3,1	7,4	229,40
5 august, 1989	48,1	0,295	4,6	12,6	579,61
7 septembrie, 1989	128,4	0,038	12,9	1,72	221,88
1 iulie, 2006	57,2	0,264	4,9	19,2	940,8
24 aprilie, 2008	55,1	0,196	6,5	23,4	1521,0

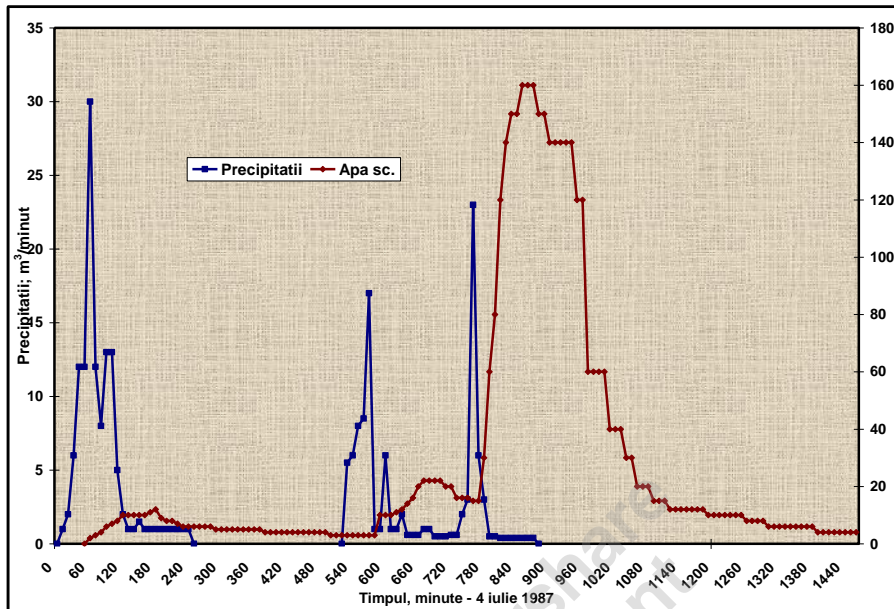


Figura 12.5 - Hidrograful unei de viitură la data de 4 iulie 1987 (35)

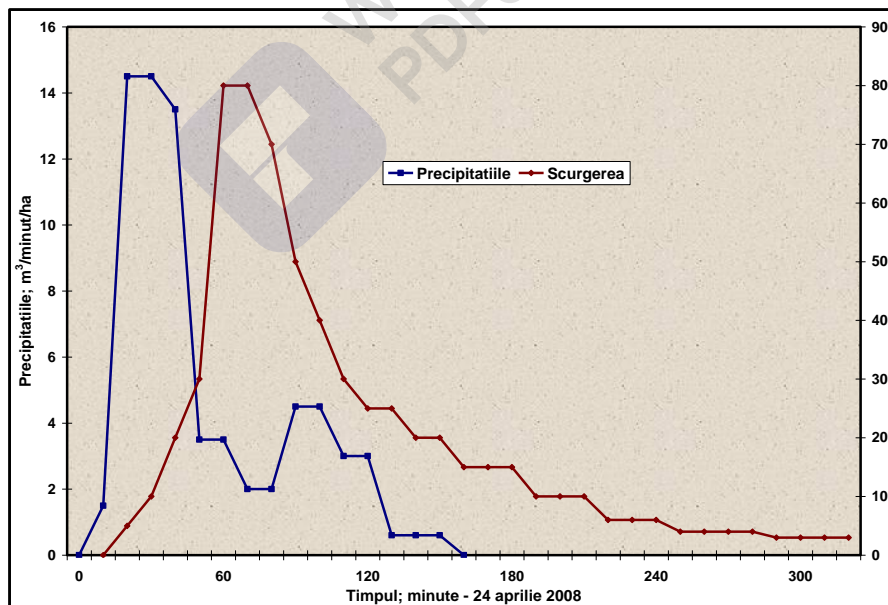


Figura 12.6 - Hidrograful unei de viitură la data de 24 aprilie 2008 (35)

La cernoziomul cambic moderat erodat, cu panta de 10%, de la Scobîlțeni, Iași, din rezultatele obținute cu ajutorul parcelelor pentru controlul scurgerilor de apă și sol, amplasate pe un versant cu expoziție sudică, s-a constatat că din totalul de 562,4 mm precipitații înregistrate, 398,2 mm au produs scurgeri lichide, cuprinse între 8,9 mm la ierburile perene în anul doi de vegetație și 48,5 mm la sfecla pentru zahăr. Pierderile medii de sol prin eroziune înregistrate, în perioada 2004 - 2011, pe cernoziomul cambic cu panta de 10%, au fost cuprinse între 0,143 t/ha la ierburile perene în anul doi de vegetație și 5,916 t/ha la sfecla pentru zahăr (tabelul 12.13) [Ailincăi și colab. (36)]. Pierderile cele mai mari de elemente nutritive (NPK) s-au înregistrat pe terenul lipsit de vegetație (ogor), care au depășit de 10 - 40 de ori pe cele care s-au produs la ierburile perene în anul II de vegetație. Pierderile medii anuale de azot prin eroziune au fost cuprinse între 8,68 și 8,94 kg/ha la culturile prășitoare și între 2,39 și 5,36 kg/ha/an la culturile de grâu și soia.

Tabelul 12.13

Scurgerile medii anuale de sol, apă și elemente minerale prin eroziune înregistrate pe terenurile cu panta de 10% (36)

Cultura	Apă scursă, mm	Sol erodat, t/ha	Azot, kg/ha	P ₂ O ₅ , kg/ha	K ₂ O, kg/ha	Total NPK
Ogor	68,1	14,576	11,26	0,75	1,82	13,83
Sfeclă pentru zahăr	48,5	5,916	8,94	0,52	1,13	10,59
Porumb	46,7	5,511	8,68	0,49	1,12	10,29
Soia	41,3	4,255	5,36	0,23	0,92	6,51
Grâu	15,4	0,697	2,39	0,05	0,08	2,52
Ierburi anul I	31,0	2,188	3,62	0,21	0,34	4,17
Ierburi anul II	8,9	0,143	1,35	0,03	0,03	1,41

Pe terenurile cu panta de 10%, reducerea procentului de plante prășitoare de la 75% la 20%, a determinat reducerea cantităților de sol erodat cu 55,3% (2,264 t/ha/an) (tabelul 12.14) [Ailincăi și colab., (37)].

Din rezultatele obținute privind eroziunea la diferite asolamente s-a constatat că, în condițiile terenurilor cu panta de 10% din Podișul Moldovei, reducerea pierderilor de sol prin eroziune sub limita „tolerabilă” de 2 t/ha/an, se realizează numai în cazul asolamentelor de 3 ani cu una sau două sole săritoare cu leguminoase și graminee perene, care protejează mai bine solul.

Tabelul 12.14

Scurgerile medii anuale de sol și apă prin eroziune la diferite asolamente pe terenurile cu panta de 10% (37)

Rotația	Apa scursă		Eroziunea		Plante prășitoare (%)
	(mm)	%	t/ha/an	%	
*Pm	48,5	100	5,511	100	100
SGSfP	37,9	78,1	4,095	74,3	75
S-G-P	34,5	71,1	3,488	63,3	66
RGSfP	32,6	67,2	3,319	60,2	50
SGP+1 L	29,6	61,0	2,840	51,5	50
R-G-P	27,3	56,3	2,453	44,5	33
S-G-P+2L	26,7	55,1	2,452	44,5	40
R-G-P+1L	24,3	50,1	2,064	37,5	25
R-G-P+ 2L	22,4	46,2	1,831	33,2	20

*Pm = porumb monocultură, SGSfP = soia-grâu-sfeclă pentru zahăr- porumb, S-G-P = soia-grâu-porumb, RGSfP=rapiță-grâu-sfeclă-porumb, SGP+1 L= soia-grâu-porumb + o solă cu lucernă, R-G-P= rapiță-grâu- porumb, S-G-P+2L = soia-grâu-porumb + 2 sole cu lucernă, R-G-P+1L = rapiță-grâu- porumb+ o solă cu lucernă, R-G-P+ 2L= rapiță-grâu- porumb+ două sole cu lucernă.

Pierderile medii anuale de sol prin eroziune înregistrate pe terenurile amenajate cu sistemele de cultură în fâșii cu benzi înierbate au fost de 3,018 t/ha la floarea-soarelui, 2,69 t/ha la porumb, 0,356 t/ha la grâul de toamnă și 0,107 t/ha la leguminoasele și gramineele perene în anul doi de vegetație (tabelul 12.15). După 24 de ani de la amenajarea terenului cu sistemele de cultură în fâșii cu benzi înierbate, scurgerile de apă s-au redus cu 28,6% și pierderile de sol s-au diminuat cu 54%.

Rezultatele obținute privind scurgerile de apă și sol prin eroziune, la diferite culturi în Podișul Moldovei, arată că, în perioada 1980-2010, din totalul de 570,2 mm precipitații înregistrate, 366,1 mm (64,2%) au determinat scurgeri care au fost cuprinse între 6,3 mm la ierburile perene în anul doi de vegetație și 29,6-35,4 mm la culturile de porumb și floarea-soarelui. Pierderile medii anuale de sol prin eroziune au fost cuprinse între 0,246 t/ha la ierburile perene și 8,976 t/ha la floarea-soarelui (tabelul 12.16) [Ailincăi și colab., (24)].

Eroziunea afectează fertilitatea solului prin îndepărtarea, împreună cu apa scursă și solul erodat, a unor însemnate cantități de humus și elemente minerale, care la culturile de porumb și floarea-soarelui ajung la 16-18 kg/ha azot, 1-2 kg/ha fosfor și 2-3 kg/ha potasiu, acestea reprezentând în medie între 8 -14 % din cantitatea de îngrășămintă chimice necesare acestor culturi.

Tabelul 12.15

**Scurgerile de apă și sol înregistrate pe terenurile amenajate
și neamenajate cu lucrări antierozional (24)**

Cultura	Precipitații care au determinat scurgeri (mm)	Scurgeri lichide (mm)	Coefficient de scurgere	Turbiditate medie (g/l)	Eroziunea (t/ha/an)
A. Teren neamenajat					
Mazăre	345,6	6,704	0,019	21,09	1,414
Grâu	345,6	6,083	0,018	11,34	0,690
Porumb	345,6	9,946	0,029	54,57	5,428
Floarea-soarelui	345,6	10,180	0,030	57,34	5,837
Fasole	345,6	8,760	0,025;	45,43	3,980
Ierburi an I	345,6	6,618	0,019	14,32	0,948
Ierburi an II	345,6	4,384	0,013	4,69	0,206
Media	345,6	7,525	0,022	35,12	2,643
B. Teren amenajat cu lucrări antierozionale					
Mazăre	225,3	5,690	0,025	11,78	0,670
Grâu	225,3	4,155	0,018	8,57	0,356
Porumb	225,3	6,990	0,031	38,48	2,690
Floarea-soarelui	225,3	7,430	0,033	40,62	3,018
Fasole	225,3	5,930	0,026	17,88	1,060
Ierburi an I	225,3	4,670	0,021	13,28	0,620
Ierburi an II	225,3	2,760	0,012	3,87	0,107
Media	225,3	5,375	0,024	22,64	1,217

Tabelul 12.16

**Scurgerile de apă și sol prin eroziune la diferite culturi
pe terenurile cu panta de 16% (24)**

Cultura	Apa scursă mm	Sol erodat t/ha	Coefficient de scurgere	Turbiditatea medie (g/l)
Ogor	59,7	18,240	0,16	30,5
Floarea-soarelui	35,4	8,976	0,10	25,3
Porumb	29,6	8,425	0,08	28,4
Fasole	23,6	4,519	0,06	19,1
Soia	19,8	3,854	0,05	19,4
Mazăre	21,3	3,789	0,06	17,7
Grâu	11,4	1,662	0,03	14,5
Ierburi anul I	18,7	1,914	0,05	10,2
Ierburi anul II	6,3	0,246	0,02	3,9

Pierderile medii anuale de azot prin eroziune au fost cuprinse între 16,1 și 17,5 kg/ha la culturile prășitoare și între 3,9 și 8,3 kg/ha/an la culturile de grâu și soia (tabelul 12.17) (24). Folosirea asolamentelor de trei sau patru ani cu leguminoase și graminee perene au determinat diminuarea pierderilor de sol, humus și elemente minerale prin eroziune.

Tabelul 12.17

**Scurgerile de carbon organic și elemente minerale prin eroziune
la diferite culturi pe terenurile cu panta de 16%(kg/ha) (24)**

Cultura	Carbon organic	Azot	P-AL	K-AL	Total NPK
Ogor	362	31,408	2,098	4,378	37,884
Floarea-soarelui	181	17,544	1,293	3,178	22,015
Porumb	167	16,138	1,154	2,030	19,322
Fasole	90	9,713	0,497	0,904	11,114
Soia	77	8,320	0,439	0,840	9,599
Mazăre	75	8,309	0,413	0,758	9,480
Grâu	33	3,932	0,186	0,416	4,534
Ierburi anul I	38	4,946	0,220	0,477	5,643
Ierburi anul II	5	1,074	0,028	0,061	1,163

Din rezultatele obținute privind eroziunea la diferite asolamente s-a constatat că, în condițiile terenurilor cu panta de 16% din Podișul Moldovei, reducerea pierderilor de sol prin eroziune sub limita „tolerabilă” de 3-4 t/ha/an se realizează numai în cazul asolamentelor de 4 ani cu una sau două sole săritoare cu leguminoase și graminee perene care protejează mai bine solul. Aceste informații constituie o sursă pentru baza de date necesară pentru elaborarea proiectelor de îmbunătățiri funciare, pentru amenajarea complexă a bazinelor hidrografice și pentru fundamentarea metodelor de protecție și de reconstrucție a resurselor de sol și apă (28).

Structura culturilor, care a determinat reducerea pierderilor de sol prin eroziune la valori de sub 3,206 t/ha, a cuprins 20% cereale păioase, 20% leguminoase anuale, 20% culturi prășitoare și 40% leguminoase și graminee perene (tabelul 12.18) [Ailincăi, (28)]. Reducerea procentului de culturi prășitoare de la 50 % la 17% a determinat reducerea eroziunii cu 46,2% (2,335 t/ha/an).

Folosirea asolamentelor de trei sau patru ani cu leguminoase și graminee perene, care lasă în sol cantități importante de rădăcini și resturi vegetale, pe seama cărora se echilibrează balanța humusului, determină diminuarea pierderilor de sol, humus și elemente minerale, care sunt de 2,5 ori mai mici, față de cele înregistrate la culturile de porumb și floarea-soarelui.

Tabelul 12.18

Scurgerile medii anuale de sol și apă prin eroziune la diferite asolamente pe terenurile cu panta de 16% (28)

Rotația	Apa scursă		Eroziunea		Plante prășitoare (%)
	mm	%	t/ha/an	%	
*Pm	29,6	100	8,425	100	100
FGFIPG	22,3	75	5,049	60	60
GP	20,5	69	5,044	60	50
PWMSf+G	21,6	73	4,731	56	40
MGP	20,8	70	4,625	55	33
PWMSf+ 2G	19,8	67	4,076	48	33
FGP + 2G	17,1	58	3,242	38	40
MPSf+2G	17,8	60	3,206	38	20
SGP+ 2G	16,3	55	3,096	37	40
MGP + 3G	15,6	53	2,714	32	17

*Pm = porumb monocultură; FGFIPG = rotația fasole-grâu-floarea soarelui-porumb-grâu; GP = rotația grâu-porumb; MGP = mazăre-grâu-porumb; PWMSf + G = rotația mazăre-grâu-porumb-floarea soarelui + o solă cu graminee și leguminoase perene; FGP + 2G = fasole-grâu-porumb + 2 sole cu graminee și leguminoase perene; SGP = soia-grâu-porumb + 2G.

Concentrația de nitrați din apa scursă prin eroziune de la diferite culturi agricole a fost cuprinsă între 8,9 și 11,2 mg/l iar cantitățile totale de N-NO₃ scurse odată cu apa și solul prin eroziune au fost cuprinse între 1,129 kg/ha la ierburile perene în anul doi de vegetație și 7,109 kg/ha la floarea soarelui (tabelul 12.19) [Ailincăi, (28)].

Reducerea scurgerilor de nitrați se poate realiza prin folosirea de culturi protectoare în timpul iernii (grâu, ierburi perene) și a rotației culturilor, succedând alternativ pe cele cu înrădăcinare superficială, după care urmează cele cu înrădăcinare mai adâncă. În medie, aplicarea resturilor vegetale, în doză de 6 t/ha/an, determină reducerea scurgerilor de apă de 30 ori și a pierderilor de sol prin eroziune de 348 de ori, față de martorul netratat cu resturi vegetale [Lal, (38)].

Tabelul 12.19

Cantitățile de nitrați din apa scursă prin eroziune la diferite culturi (28)

Cultura	Cantitățile de nitrați, P și K scurse prin eroziune, kg/ha			
	N-NO ₃ din sol	N-NO ₃ din apă	P-AL	K-AL
Floarea-soarelui	0,601	6,508	0,864	1,847
Porumb	0,591	6,015	0,850	1,811
Fasole	0,456	4,870	0,655	1,416
Ierburi anul I	0,145	2,852	0,202	0,450
Mazăre	0,269	2,725	0,189	0,421
Rapiță	0,172	2,305	0,116	0,266
Grâu	0,073	1,618	0,051	0,107
Ierburi anul II	0,048	1,081	0,023	0,051

Eroziunea a determinat reducerea particulelor fine de la suprafața solului și creșterea fracțiunilor grosiere, înrăutățind textura și structura solului. Îndepărtarea orizonturilor superioare, diminuarea materiei organice, modificarea structurii și a texturii favorizează tasarea solului, reducerea capacității de infiltrare a apei și a capacității pentru apă capilară.

Pentru terenurile în pantă din zonele secetoase și cu torențialitate accentuată, o importanță deosebită trebuie acordată păstrării apei în sol cu ajutorul culturilor protectoare, a lucrărilor de conservare și a resturilor vegetale, care limitează levigarea nitraților și scurgerile de apă, sol și elemente minerale prin eroziune.

Calitatea solurilor este influențată puternic de factorii antropici și mai ales de modul cum se practică agricultura și sunt exploatate pădurile.

Sistemele de amenajare a terenurilor pentru conservarea solului și a apei cuprind sistemele antierozionale de cultură (culturi în fâșii, cu benzi înierbate, agroterase) și lucrări pentru interceptarea și controlul scurgerilor cum sunt șanțurile temporare, canalele permanente, rezervoarele de apă, debușeele etc.

Organizarea teritoriului funcție de panta terenului, cu benzi înierbate, culturi în fâșii sau agroterase (foto 12.3), aplicarea unor tehnologii de cultură moderne împreună cu lucrările agropedoameliorative determină reducerea pierderilor de sol prin eroziune sub limitele considerate “tolerabile”, funcție de capacitatea anuală de refacere naturală a solului și o valorificare în condiții economice a acestor terenuri. Prin organizarea antierozională a teritoriului se stabilește cel mai potrivit mod de folosință a terenului pentru apărarea lui împotriva eroziunii, ameliorarea suprafețelor degradate și valorificarea

maximă a condițiilor naturale și a forței de muncă. Pentru buna protecție a solului trebuie să se țină seama că suprafețele acoperite de vegetație, bine încheiată, sunt cel mai puțin expuse eroziunii.



Foto 12.3 - Culturi în fâșii cu benzi înierbate
(Scobîlțeni, Iași)

12.4.4.2 AMPLOAREA PROCESELOR DE EROZIUNE ÎN ROMÂNIA

În România, aproximativ 2/3 din suprafața țării și peste 36% din suprafața arabilă se află situată pe pante, solul fiind în diferite grade de eroziune. Suprafața agricolă este de 14 741 200 ha, reprezentând 61,8% din suprafața totală a țării, din care 63,9% este arabil, 22,8% sunt pășuni, 10,2% fânețe, 1,4% vița de vie și 1,5% livezi.

Pe aproximativ 7,5 milioane ha de teren arabil, reprezentând circa 80% din suprafața arabilă totală, calitatea solului este afectată de una sau mai multe forme de degradare. Eroziunea prin apă, împreună cu alunecările de teren, afectează peste 7 milioane ha teren agricol. Fenomenul se manifestă cu cea mai mare intensitate în Podișul Moldovei, dealurile subcarpatice dintre Trotuș și Olt, Podișul Getic și Depresiunea Colinară a Transilvaniei. Cantitatea de sol pierdută prin eroziune anual, la nivelul întregii țări este estimată la 126 milioane tone.

Pentru a caracteriza și a cunoaște vulnerabilitățile sistemelor agricole din zonele cu terenuri în pantă trebuie studiate influențele topografiei terenului asupra regimului radiațiilor, temperaturii, umidității și fluxurilor de lumină, căldură și apă la nivel de sub-bazin hidrografic.

Temperatura la suprafața zonelor de deal diferă în funcție de caracteristicile topografice ale pantei, care modifică regimurile termice, radiația, evapotranspirația și viteza vântului, în funcție de pantă, expoziție și caracteristicile vegetației culturilor.

Unitățile morfostructurale ale reliefului din România cuprind toate etajele, de la nivelul mării până la 2 500 m, adică câmpii, dealuri, podișuri și munți. Varietatea locală și regională a factorilor climatici este determinată de unitățile de relief.

Unitatea montană reprezintă 27,9% (66 303 km²) din suprafața țării, având înălțimea medie de 1000 m și înălțimea maximă de 2544 m.

Unitatea de dealuri și podișuri, prezentă la exteriorul și la interiorul Arcului Carpatic, are altitudini cuprinse între 300 și 700 m, uneori chiar 900 m și însumează 40% din suprafața țării.

Unitatea de câmpii cuprinde aproape o treime din teritoriul României (66 000 km², 27,80% din suprafața țării), la care se mai adaugă încă 10 600 km², care reprezintă suprafața Câmpiei Moldovei (6 200 km²) și a Deltei Dunării (4 400 km²). Aceste suprafețe de câmpii au în general altitudini de sub 200 m și doar în anumite zone trec de 250 sau ajung la 300 m.

Microclimatul platourilor slab înclinate se caracterizează printr-o insolație puternică, amplitudini termice diurne mari, umiditate relativă scăzută și vânturi cu intensitate mai mare.

Microclimatul versanților cu expoziție estică și nordică, mai puțin însoriți, se caracterizează printr-o temperatură mai scăzută în timpul anului, sunt expuși la vânturi mai reci, zăpada se topește mai greu primăvara și au o umiditate mai ridicată.

Microclimatul versanților cu expoziție vestică are un plus de căldură în timpul zilei, grosimea stratului de zăpadă este mai redusă și umiditatea mai scăzută.

Amploarea proceselor de degradare a solurilor, eroziune, compactare, acidifiere etc. care se datorează atât agresivității condițiilor climatice cât și factorului antropic impun preocupări imediate pentru adoptarea măsurilor de conservare prin elaborarea unor soluții tehnologice eficiente pentru conservarea apei și a solului, pentru controlul proceselor de eroziune și pentru

limitarea fenomenelor de poluare și degradare a solului. Totodată, datorită reducerii producției agricole de pe aceste terenuri afectate de eroziune și de alte forme de degradare pentru rentabilizarea activităților agricole trebuie găsite metode pentru ameliorarea solului.

Suprafața arabilă puternic, foarte puternic și excesiv erodată în România însumează 1 414 299 ha (tabelul 12.20) [ICPA, (13)].

În România, zonele cele mai afectate de eroziunea prin apă sunt podișurile Moldovenesc, Getic, Transilvănean și Someșan. Cele mai mari suprafețe de teren arabil, afectate de eroziune, se găsesc în județele Botoșani (214 000 ha), Vaslui (205 000 ha), Cluj (159 000 ha), Iași (136 000 ha) și Salaj (105 000 ha).

Tabelul 12.20

Starea actuală a formelor de degradare a solului în România (13)

Tip de degradare	Suprafața (ha)	Suprafața (%)
<i>Eroziune de suprafață, de adâncime, alunecări, din care:</i>	3 372 946	100
Slab erodat	944763	28,0
Moderat erodat	1 013 854	30,1
Puternic erodat	749420	22,2
Foarte puternic	454150	13,5
Excesiv erodat	210729	6,2
<i>Compactare primară și/sau secundară, din care:</i>	1 553 276	100
Slab compactate	543371	35,0
Moderat compactate	544556	35,1
Puternic compactate	251268	16,2
Foarte puternic compactate	125555	8,1
Excesiv compactate	88526	5,7
<i>Poluare prin sedimente produse de eroziune (colmatare)</i>	13299	100
<i>Soluri sărăturate</i>	484835	100
<i>Soluri acide, din care:</i>	4614130	100
Slab acide	1766295	38,3
Moderat acide	1926886	41,8
Puternic acide	716794	15,5
Foarte puternic acide	186023	4,0
Excesiv acide	18132	0,4
<i>Exces sau deficit de elemente nutritive și humus, din care:</i>	33545606	100
Deficit puternic	7783959	23,2
Deficit foarte puternic	3349505	10
Deficit excesiv	1373196	4,1

Limita pierderilor admisibile în aceste zone, considerată după Moțoc, (8) de 3-6 t/ha/an funcție de tipul de sol, pantă și de fertilitatea acestuia este mult mai mare în toate zonele la culturile prășitoare, având valori de 7,2 – 11,8 t/ha/an.

În regiunea de Nord-Est, unde terenurile în pantă au o pondere de peste 50% din suprafața arabilă, menținerea stabilității producției se poate realiza numai prin ameliorarea caracteristicilor fizice, chimice și biologice ale solurilor și prin reducerea riscului erozional (tabelul 12.21) [ADR, (39)].

Tabelul 12.21

Principalele restricții ale calității solurilor pe teritoriul regiunii de Nord - Est (ha) (39)

Județul	Bacău	Botoșani	Iași	Suceava	Vaslui
Exces de umiditate	-	49484	7038	21264	16641
Terenuri puternic acide	31522	-	-	12815	2.127
Eroziune de suprafață	200413	159447	7856	13714	203987
Eroziune de adâncime	10078	8640	1927	1080	28643
Alunecări de teren active	32728	35738	26015	5006	21062
Soluri puternic și moderat acide	48897	23171	-	107792	-
Asigurarea slabă și foarte slabă cu fosfor mobil	152321	172800	-	67733	-
Asigurarea slabă cu potasiu mobil	-	-	-	81117	-
Asigurarea slabă cu azot	233853	98182	-	58393	-
Asigurarea extrem de mică și foarte mică cu humus	141300	-	-	28598	-
Soluri sărăturate (halomorfe)	4537	-	7231	-	2723
Terenuri afectate de tasare	102815	-	-	-	-

Estimată după cantitatea anuală totală de aluviuni transportate de rețeaua hidrografică a României, rata medie de 1,89 t/ha/an, nu reflectă amploarea acestui fenomen, care are o mare variabilitate spațială și temporală, în funcție de factorii naturali și condițiile tehnologice de exploatare a terenurilor înclinate.

Amploarea proceselor de degradare a solurilor (eroziune, compactare, acidifiere, asigurare slabă cu humus și elemente nutritive) impune elaborarea unor soluții tehnologice eficiente pentru conservarea apei și a solului, pentru controlul proceselor de eroziune și pentru limitarea fenomenelor de poluare și degradare a solurilor. Cantitatea medie de sol erodat poate ajunge la 10 t/ha/an

în Transilvania și la 11 t/ha/an în Podișul Moldovei, valori care depășesc rata eroziunii tolerabile de 2-3 t/ha/an, corespunzătoare capacității naturale de refacere a solurilor.

Din estimările efectuate a rezultat că în România eroziunea cea mai puternică, de 30-45 tone sol pe ha/an, se înregistrează în curbură Subcarpaților, în Podișul Moldovei este de 15-30 t/ha/an, 15-20 t/ha/an în Podișul Transilvaniei și 10-15 t/ha/an în zona dealurilor subcarpatice, cele din vestul țării și din Dobrogea.

În România, cele mai mari suprafețe de terenuri arabile afectate de eroziunea solului se regăsesc pe teritoriile administrative ale județelor Botoșani, Vaslui, Mureș, Cluj, Iași, Sălaj etc. în special în regiunile deluroase (tabelul 12.22) [Nițu și colab., (43)].

Eroziunea totală estimată pentru teritoriul României este de 126,6 milioane tone/an din care 84% (106,6 milioane tone/an) este de pe terenurile agricole [Ioniță, (40)].

În România, modelarea eroziunii solului a început prin înființarea de parcele pentru controlul eroziunii în cadrul S.C.C.C.E.S. Perieni, județul Vaslui și în Stațiunile de Cercetări Agricole de la Podu-Iloaiei - Iași, Aldeni - Buzău, Bilcești - Argeș, Turda - Cluj, și a continuat cu înregistrarea, stocarea și prelucrarea datelor de eroziune. Cartografierea solului, realizată de ICPA, a condus la realizarea unui inventar al terenurilor afectate de diferite grade de eroziune, conducând ulterior la publicarea hărții de eroziune a solului în România la scara 1:500000 [Florea, (41)]. Această hartă calitativă prezintă zonele afectate de eroziunea apei și a vântului, precum și zonele expuse riscului de inundații, din care rezultă că 45,6% din terenurile agricole sunt afectate de eroziune hidrică și 1,4% de eroziunea eoliană [Ioniță, (40)].

La molisolul cu textură lutoasă de la S.C.C.C.E.S. Perieni, județul Vaslui, cu panta de 12%, pierderile medii de sol prin eroziune determinate cu ajutorul parcelelor pentru controlul scurgerilor, pe o perioadă de 30 de ani, au fost de 33,1 t/ha/an la ogor, 0,7 t/ha la grâul de toamnă și 7,74 t/ha la porumb (foto 12.4) [Popa, (42)].

În aceeași perioadă, la molisolul luto-argilos cu panta de 16%, de la Podu-Iloaiei, Iași, cantitățile de sol erodat au fost de 2,7 t/ha/an la grâul de toamnă și de 17,2 t/ha/an la porumb.

Moțoc și colab. (8), au clasificat terenurile după valoarea pantei în cinci grupe și au stabilit că se pot cultiva culturi de câmp în primele trei dintre aceste grupe (tabelul 12.23).

Tabelul 12.22

Distribuția pe județe a suprafețelor afectate de eroziune (43)

Județul	Agricol (mii ha)	Arabil (mii ha)	Județul	Agricol (mii ha)	Arabil (mii ha)
Cluj	360	159	Neamț	150	68
Harghita	310	67	Buzău	122	22
Mureș	308	183	Prahova	117	8
Botoșani	285	214	Constanța	113	73
Caraș - Severin	282	52	Arad	112	35
Vaslui	279	205	Galați	100	62
Alba	274	96	Dolj	99	65
Bistrița	254	84	Covasna	95	22
Maramureș	249	62	Vrancea	87	23
Hunedoara	239	38	Tulcea	85	44
Sibiu	223	69	Timiș	81	46
Iași	222	136	Dâmbovița	67	13
Bacău	213	95	Olt	66	37
Sălaj	210	105	Satu Mare	60	33
Suceava	198	65	Teleorman	46	38
Vâlcea	177	42	Giurgiu	26	21
Bihor	176	70	Călărași	11	9
Gorj	174	51	Ialomița	11	10
Brașov	164	35	Ilfov	4	3
Argeș	160	29	Brăila	1	1
Mehedinți	157	80	Total	6367	2571

Tabelul 12.23

Repartizarea terenurilor pe categorii de pantă (8)

Nr. crt.	Categoria de pantă (%)	Suprafața (ha)	% din total arabil
1	5-10	1 553 300	16
2	10-20	996 500	11
3	20-30	468 700	5
4	30-45	201 500	2
5	Peste 45	144 800	1
	Total > 5%	3 364 800	35
	Total < 5%	6 363 400	65



Foto 12.4 - Parcele pentru controlul eroziunii solului

În regiunile de munte, vegetația lemnoasă și ierboasă protejează solul împotriva eroziunii, însă în regiunile deluroase, acest fenomen afectează suprafețe foarte mari, întâlnindu-se atât eroziunea de suprafață, cât și eroziunea de adâncime.

Din datele obținute de Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie a rezultat că intensitatea eroziunii solului pe terenurile agricole din România este ridicată, astfel că din 6 367 000 ha teren agricol, cu panta mai mare de 5%, ponderea suprafețelor afectate moderat, puternic și excesiv de eroziune este de 19%, 18% și respectiv de 2,6% la care, pierderile medii de sol prin eroziune sunt de 12,23 și respectiv de 37,5 t/ha/an.

Din determinările efectuate de Centrul Comun de Cercetare cu ajutorul modelului RUSLE 2015 a rezultat că în România pierderile medii de sol prin eroziune sunt de 2,86 t/ha/an iar suprafața afectată de eroziune severă, cu pierderi de peste 11 t/ha/an, ocupă 9,7% din suprafață [Borrelli și colab., (44)]. Cantitatea medie de sol erodat poate ajunge la 10 t/ha/an în Transilvania și la 11 t/ha/an în Podișul Moldovei, valori care depășesc rata eroziunii tolerabile de 1-3 t/ha/an, corespunzătoare capacității naturale de refacere a solurilor.



Estimată după cantitatea anuală totală de aluviuni transportate de rețeaua hidrografică a României, rata medie de 1,89 t/ha/an, nu reflectă amploarea acestui fenomen, care are o mare variabilitate spațială și temporală, în funcție de factorii naturali și condițiile tehnologice de exploatare a terenurilor înclinate. Degradarea capacității productive a solurilor din ultimii 40-50 de ani s-a manifestat prin intensificarea proceselor de eroziune, prin alunecări de teren, deficit de humus, insuficiența de fosfor mobil, acidifiere, salinizare și solonțizare și aridizare.

Eficiența lucrărilor de combatere a eroziunii solului trebuie urmărită pe bazine hidrografice, amenajate cu întregul complex de lucrări, care să includă, în primul rând pe cele agrotehnice.

În OUG nr. 3/2015 sunt prezentate schemele de plăți, care se aplică în agricultură în perioada 2015-2020, iar în Ordinul MADR nr. 352/2015 sunt prezentate normele de eco-condiționalitate pentru UE și România. Prin Programul ORIZONT 2020 se prevede dezvoltarea unor proiecte inovative, în parteneriate dintre cercetare și practica agricolă, pentru realizarea de noi produse, tehnologii și procese, care să valorifice eficient resursele naturale și să adapteze practicile agricole la schimbările climatice.

Preocupările legate de stabilirea lucrărilor pentru reducerea influenței factorilor care determină degradarea terenurilor au stat în atenția specialiștilor din agricultură, îmbunătățiri funciare și alte domenii de activitate [Ailincăi, (24), (36); Băloi, (51); Biali, (52); Bucur (49); Dîrja, (11); Dumitrescu, (10); Filipov (50); Ioniță (32), (40); Jităreanu (45), (46), (47); Moțoc, (8), (21), (26); Popa, (19); Savu, (27), Simota, (48)].

Combaterea eroziunii și ameliorarea solului sunt prevăzute la Submăsura 10.1 - P4 și sunt prevăzute facilități pentru înființarea culturilor verzi pe suprafețele arabile, care asigură protecția terenului împotriva proceselor de eroziune. Particularitățile proceselor de eroziune impun pentru lucrările de cartografiere a stării de eroziune din teritoriu un sistem informațional complex, bazat pe date climatice, pedologice, hidrotehnice, agrotehnice. Lucrările antierozionale asigură protecția solului și protecția întregii zone a bazinului hidrografic, când sunt proiectate, executate și completate cu lucrări agrotehnice adecvate și în primul rând cu asolamente cu plante amelioratoare, sisteme de fertilizare și cu sisteme conservative de lucrare a solului.

12.4.4.3 AMPLOAREA PROCESELOR DE EROZIUNE ÎN EUROPA

Fenomenele care reduc fertilitatea solului sunt denumite procese de degradare și conform raportului JRC (Joint Research Centre) a Comisiei Europene "Addressing soil degradation in EU agriculture: relevant processes, practices and policies", principalele șase procese de degradare a solului sunt eroziunea, scăderea cantității de materie organică, compactarea, salinizarea, contaminarea și declinul biodiversității.

Agenția Europeană de Mediu arată că procesele de degradare ale solului constituie o problemă pentru toată UE. Procesele de degradare ale solului variază considerabil de la un stat membru la altul, cu diferite grade de severitate. Din suprafața totală a Europei, 115 milioane ha sau 12%, este afectată de eroziune aluvionară, 42 milioane ha de eroziune eoliană și 45% din solurile Europei au un conținut scăzut de materie organică, în principal în partea de sud. La nivel global, 12% din suprafețe nu au constrângeri pentru producție, 23% sunt afectate de toxicitatea de aluminiu, 15% au un conținut de fosfor redus și 26% un conținut redus de potasiu.

După GLASOD-Global Assessment of Human-Induced Soil Degradation, suprafața afectată de eroziunea prin apă în Europa, excluzând Rusia, este de 114 milioane hectare, aceasta reprezentând 17% din suprafața totală. Din măsurătorile efectuate în diferite țări a rezultat că pierderile medii anuale de sol prin eroziune pe terenurile arabile sunt de 0,6 (cu limite între 0,1-9,5) t/ha în sudul Suediei [Alstrom, (53)], 2,1 (0,1-19,4) t/ha în Anglia [Quinton, (58)], 3,6 (0,1-35,0) t/ha în Belgia [Govers, (54)], 1,4 (0,1-13,2) în nordul Franței [Ludwig, (57)], 3,7 (0,1-30,1) t/ha în Austria [Klik, (55)]; 8,7 (0,2-83,3) t/ha în Italia [Bazoffi, (54)]; 1,4 (0,7-4,6) t/ha în Grecia [Kosmas, (56)] și de 1,2 (0,1-35,8) t/ha în Portugalia [Roxo, (59)].

În Europa, amploarea proceselor de degradare a solului a determinat dezvoltarea unor programe naționale și internaționale, coordonate de Departamentul European al Solului, care au rolul de a evalua și monitoriza informațiile despre mediul înconjurător și în special, severitatea riscului erozional și a altor procese de degradare a solului sub influența sistemelor agricole (tabelul 12.24) (61). Metodologia elaborată de INRA [Le Bissonnais și Daroussin, (60)], bazată pe estimarea USLE (Universal Soil Loss Equation) și pe metodologiilor inițiate de proiectele PESERA (Pan European Soil Erosion Risk Assessment) și CORINE (Co-ordination of Information on the Environment), este considerată de mulți experți un model pentru controlul eroziunii la scară europeană.

Tabelul 12.24

Estimări privind riscul de eroziune a solului prin apă în țările europene

[Stolte Jannes, (61)]

Sursa	Cerdan,2010	Kirkby 2004	Bosco 2014	Panagos 2014	OECD 2013
Unități	t/ha/an	t/ha/an	t/ha/an	t/ha/an	%
Indicator	1*	2	3	4	5
Estimări bazate pe:	Parcele control	PESERA	eRUSLE	EIONET	OECD
Austria	1,6	0,5	4,8	0,7	3,0
Belgia	1,4	1,1	2,3	3,7	9,0
Bulgaria	1,9	0,6	2,2	1,9	-
Rep. Cehă	2,6	1,3	-	-	4,0
Danemarca	2,6	2,3	-	-	-
Finlanda	0,2	-	-	-	0,0
Franța	1,5	1,6	-	-	4,0
Germania	1,9	0,9	2,7	1,4	-
Grecia	0,8	5,8	-	-	20,0
Ungaria	1,0	0,4	-	-	25,0
Irlanda	0,5	0,2	-	-	-
Italia	1,0	3,1	7,4	6,6	30,0
Letonia	1,3	0,1	-	-	-
Lituania	1,0	0,3	-	-	-
Luxemburg	1,3	0,5	-	-	25,0
Olanda	0,4	0,1	0,6	0,3	0,0
Norvegia	0,2	-	-	-	3,0
Polonia	1,5	0,7	1,6	1,5	29,0
Portugalia	1,2	4,6	-	-	-
România	1,8	0,4	-	-	-
Slovacia	3,2	1,3	2,3	1,0	55,0
Slovenia	1,2	0,9	-	-	38,0
Spania	1,0	2,4	-	-	28,0
Turcia	0,3	-	-	-	39,0
Anglia	0,9	0,3	-	-	17,0

*1,2,3,4 = Risc mediu de pierdere a solului

*5 = Suprafața cu risc de pierdere a solului > 11 t/ha/an.

Unul dintre cele mai importante obiective ale dezvoltării durabile este protecția solului împotriva diferitelor forme de degradare și în primul rând, împotriva eroziunii produsă de apă și vânt. Odată cu pierderea solului fertil prin eroziune, se elimină cantități mari de carbon organic și nutrienți, amenințând securitatea alimentară și calitatea factorilor de mediu. Creșterea populației, scăderea PIB-ului și degradarea solului prin eroziune creează presiuni puternice asupra sistemelor de producție alimentară în țările care nu-și pot permite să aplice măsuri de protecție a solului.

Rata eroziunii solului este de două ori mai mare comparativ cu ratele de formare a solului. Rata medie a pierderilor de sol de 2,4 t /ha/an înregistrată în 2012 în UE, este mult mai mare decât rata medie de formare a solului în Europa, care este de 1,4 t /ha/an [Verheijen et al., (62)].

Procentul terenurilor agricole afectate de eroziune este unul dintre indicatorii Organizației pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (OCDE). Structura modelului RUSLE 2015 poate simula scenarii de gestionare a terenurilor, schimbări ale utilizării terenurilor și schimbări climatice, fiind un instrument util pentru factorii de decizie politică în estimarea modificărilor pierderii solului pe baza scenariilor viitoare.

Unul dintre indicatorii PAC și OCDE constă în evaluarea pierderilor de sol prin procesele de eroziune a apei și stabilirea zonelor afectate de eroziune moderată până la severă, adică >11 t/ha/an (tabelul 12.25) [Panagos, (63)]. Cei doi subindicatori privind procesul de eroziune a solului se bazează pe rezultatul unei versiuni îmbunătățite a modelului revizuit privind ecuația universală a eroziunii, numit RUSLE 2015 (JRC-Ispra), elaborat pentru a evalua eroziunea solului prin apă la scară regională.

În RUSLE 2015 modelele globale de erozivitate a precipitațiilor sunt cuantificate printr-o metodologie amănunțită bazată pe intensitatea precipitațiilor în loc de volum, utilizând o serie de date cu înregistrări pluviografice de la 3625 de stații din 63 de țări.

În UE-28, suprafața agricolă cu pierderi de sol mai mici de 2 t/ha/an este de 76%, iar pe restul de 24%, unde eroziunea depășește pierderile tolerabile de 2 tone de sol pe hectar/an, sunt necesare lucrări pentru protejarea terenului [Verheijen și colab., (62)]. Pe terenurile agricole pierderile de sol sunt de 10 până la 40 de ori mai mari decât rata de formare a solului. În fiecare an, aproximativ 10 milioane de hectare de terenuri agricole sunt pierdute din cauza eroziunii solului în timp ce raportul FAO arată că două treimi din populația lumii este subnutrită [Pimentel, (64)].

Tabelul 12.25

**Suprafața agricolă (ha, %) afectată de eroziune hidrică
moderată până la severă (> 11 t/ha/an) (62)**

Țara	Eroziunea t/ha/an	Agricol	Arabil	Pășuni și fânețe
EU-28	2,40	14137,2 (6,7%)	12025,5 (7,5%)	2111,8 (4,2%)
Belgia	1,22	6,9	6,5	0,4
Bulgaria	2,03	204,7	191,6	13,1
Rep. Cehă	1,62	65,7	63,2	2,5
Danemarca	0,50	0,1	0,1	0,0
Germania	1,18	286,9	242,7	44,2
Estonia	0,21	0,1	0,1	0,0
Irlanda	1,12	14,7	6,7	8,0
Grecia	4,19	657,9	607,4	50,5
Spania	3,73	2633,1	2381,2	251,9
Franța	2,25	973,3	679,5	293,8
Croația	3,03	238,7	183,2	55,5
Italia	8,35	5574,1 (32,7%)	5043,6 (33%)	530,6 (29,4%)
Cipru	2,94	33,5	33,4	0,1
Letonia	0,33	0,2	0,2	0,0
Lituania	0,49	0,6	0,6	0,0
Luxemburg	2,08	4,7	4,5	0,2
Ungaria	1,57	166,3	162,4	3,9
Malta	6,00	1,5	1,5	0,0
Olanda	0,27	0,1	0,1	0,0
Austria	7,32	690,6 (21%)	243,7 (12,2%)	446,9 (34,3%)
Polonia	0,93	258,0	257,0	1,0
Portugalia	2,21	231,8	229,9	1,9
România	2,86	1373,2 (9,7%)	1248,0 (11,2)	125,2 (4,1%)
Slovenia	7,41	306,9 (42,4%)	242,4 (41,2%)	64,4 (47,4%)
Slovacia	2,12	158,9	152,1	6,8
Finlanda	0,05	0,1	0,1	0,0
Suedia	0,39	13,2	12,3	0,9
Anglia	2,07	241,2	31,2	210,0

În studiul USLE 2015, privind eroziunea solului, valoarea eroziunii s-a divizat în șapte clase: Clasa 1: eroziune foarte scăzută (0-1 t/ha/an); Clasa 2: eroziune scăzută (1-3 t/ha/an); Clasa 3: eroziune moderată cu 3 -5 t/ha/an); Clasa 4: eroziune ridicată (5-10 t/ha/an); Clasa 5: eroziune severă (10-

20 t/ha/an); Clasa 6: eroziune foarte severă (30 t/ha/an) și Clasa 7: eroziune extrem de severă (> 40 t/ha/an).

Suprafața erodabilă a țărilor membre UE-28, este de 3,94 milioane km², care reprezintă 86% din total, fără clădiri, ape, plaje, dintre aceasta 1,74 milioane km² (45%) fiind terenuri agricole, 1,19 milioane km² teren arabil iar restul este acoperit de păduri (44%) și vegetație semi-naturală (11%).

Pierderile de sol pe aproximativ 76% din suprafața totală a Europei sunt mai mici de 2 t/ha/an, deci apropiate de ratele general acceptate de formare a solului [Verheijen și colab., (62)]. Restul de 24% din suprafața europeană, are rate de pierdere a solului de peste 2 t/ha/an și contribuie cu aproape 87% la totalul pierderilor de sol din Europa (tabelul 12.26).

Tabelul 12.26

**Ratele de pierdere a solului în UE pe întreaga suprafață
de studiu de 3 941 103 km² (63)**

Clasa	Total suprafață %	Pierdere medie de sol pe clasă t/ha/an	Contribuția la total pierdere %	Teren agricol %
0-1	63,5%	0,24	6,1%	44,4%
1-2	12,3%	1,43	7,2%	23,0%
2-5	12,8%	3,18	16,8%	19,9%
5-10	6,2%	7,00	17,8%	7,6%
10-20	3,2%	13,79	18,2%	3,6%
20-50	1,6%	29,51	19,0%	1,4%
>50	0,4%	88,67	14,9%	0,1%
Total	100,0%	2,46	100,0%	100,0%

Pierderea solului în sistemele fluviale reprezintă în Europa aproximativ 15% din eroziunea brută estimată pe amplasament. Scurgerea de sedimente a fost estimată la $0,164 \pm 0,013$ miliarde tone/an, care corespunde la $4,62 \pm 0,37$ t/ha/an, în zona de eroziune [Borrelli și colab., (65)]. Acestea depășesc pierderile medii de sol prin eroziunea prin apă de pe terenurile agricole, care sunt de 2,46 t/ha/an [Panagos, (63)].

În zonele din vestul și centrul Europei pierderile de sol prin eroziune au variat între 2 și 10 t/ha/an. Cele mai mari pierderi de sol s-au înregistrat la plantațiile viticole (17,4 tone ha/ an), urmate de terenurile arabile (3,6 tone ha/an), livezi (3 tone ha/an) și alte utilizări ale terenurilor care au avut valori medii sub 1 tonă ha/an [Stolte, (61)].

Aproximativ 98,64% din suprafața împădurită a UE-28, indică rate foarte scăzute ale eroziunii iar 1,13% din suprafață are o eroziune scăzută.

În Bulgaria pierderile medii anuale de sol prin eroziune (2,05 t/ha/an) au fost mai mici față de media din Europa (2,46 t/ha/an) iar în Grecia (4,13 t/ha/an) și Turcia (6,14 t/ha/an) acestea au fost de 2-3 ori mai mari [Ozsahin, E., (66)]. În România pierderile medii de sol prin eroziune, stabilite după USLE 2015, sunt de 2,86 t/ha/an iar suprafața afectată de eroziune severă, cu pierderi de peste 11 t/ha/an, ocupă 9,7% din suprafață.

Aplicarea practicilor de gestionare a agriculturii, cum ar fi lucrările de cultivare redusă, folosirea resturilor vegetale, culturile de acoperire, benzile înierbate, terasele și agricultura pe contur, au redus eroziunea solului cu 9% în UE-28 în perioada 2000-2012.

Suprafața de teren arabil cu o rată de pierdere a solului de peste 5 t/ha/an, ocupă 12,7% din suprafața UE și pe aceste terenuri măsurile pentru combaterea eroziunii sunt prioritare. Un studiu recent efectuat de Panos Panagos de la Centrul de Cercetare Comun arată că la nivelul UE, eroziunea solului afectează peste 12 milioane de hectare de teren, care reprezintă aproximativ 7,2% din totalul terenurilor agricole și determină pierderi de producție de aproximativ 0,43% din productivitatea culturilor, în valoare de 1,25 miliarde de euro (tabelul 12.27) [Panagos, (63)].

Comparând ratele de pierdere a solului cu stocul european de carbon organic din sol (SOC), s-a estimat o deplasare de SOC prin eroziunea apei de 14,5 milioane tone/an, din care 2,2 milioane tone /an (~15%) au fost transferate /au ajuns în sistemul fluvial [Borrelli, (65)]. Cea mai mare cantitate de sol erodat, care ajunge în râuri, provine de pe terenurile agricole (93,5%).

Măsurile de protecție a solului care ar trebui luate în mod obligatoriu se impun pe 7,2% din suprafața agricolă europeană care suferă de pierderi severe de sol, adică peste 11 t/ha/an și care contribuie cu peste 60% la pierderile totale de sol din Europa.

Organizația pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (OCDE) consideră ca pierderile de sol tolerabile prin eroziune sunt de până la 6 t/ha/an iar Bazzoffi (67) consideră că pentru asigurarea unor cerințe minime de mediu și pentru continuarea activității agricole, valoarea pierderilor tolerabile de sol nu trebuie să depășească 3 t/ha/an. Pierderile medii ale solului prin eroziune înregistrate în România (2,84 t/ha/an), Regatul Unit (2,38 t/ha/an), Portugalia (2,31 t/ha/an) și Franța (2,25 t/ha/an) sunt de circa trei ori mai mari decât

pierderile medii tolerate în UE28, care sunt considerate de majoritatea experților că oscilează între 0,3 și 1,4 t/ha/an.

Tabel 12.27

**Pierderile anuale ale productivității (suprafață, % și €)
utilizând evaluarea costului direct (63)**

Țara	Suprafețe sever erodate (mii ha)	Total suprafață agricolă (mii ha)	% din suprafața agricolă totală cu eroziune severă	Pierderi de productivitate ale terenului (%)	Pierderi de productivitate ale culturilor (mil euro)
Austria	218,4	1967,7	11,1	0,8878	29,086
Belgia	6,5	1405,0	0,5	0,0373	1,380
Bulgaria	202,2	53237,0	3,8	0,3038	17,617
Cipru	34,4	437,3	7,9	0,6286	1,648
Cehia	67,3	3814,1	1,8	0,1412	10,564
Germania	286,7	16857,6	1,7	0,1361	50,763
Danemarca	0,1	3,209,4	0,0	0,0003	0,018
Estonia	0,1	1,221,8	0,0	0,0006	0,006
Grecia	608,6	5,140,3	11,8	0,9471	43,352
Spania	2444,3	24541,2	10,0	0,7968	153,117
Finlanda	0,1	2,944,4	0,0	0,0003	0,007
Franța	688,9	24113,0	2,9	0,2285	130,896
Croația	178,6	1,966,8	9,1	0,7265	18,778
Ungaria	177,5	5568,7	3,2	0,2550	18,902
Irlanda	7,2	1,105,7	0,7	0,0521	0,989
Italia	5030,5	15261,7	33,0	2,6369	619,095
Lituania	0,8	3564,1	0,0	0,0018	0,079
Luxemburg	4,6	103,3	4,4	0,3530	0,553
Letonia	0,2	1972,6	0,0	0,0009	0,019
Malta	1,4	15,4	8,8	0,7049	0,116
Olanda	0,1	1415,4	0,0	0,0007	0,033
Polonia	264,4	16892,3	1,6	0,1252	29,078
Portugalia	242,6	4154,6	5,8	0,4671	7,554
România	1146,7	10960,3	10,5	0,8370	74,058
Suedia	12,2	3667,0	0,3	0,0266	1,444
Slovenia	242,1	589,3	41,1	3,2869	26,587
Slovacia	160,1	2098,6	7,6	0,6102	16,903
Regatul Unit	38,5	6975,8	0,6	0,0441	5,314
EU	12065,0	167287,3	7,2	-	1257,622

Conform estimărilor privind utilizarea terenurilor, estimările RUSLE 2015 arată că pierderea solului prin eroziunea apei va scădea ușor până în 2050 datorită creșterii suprafețelor de pădure, însă această reducere va fi anihilată de cererea crescândă de terenuri arabile pentru alimente și combustibil.

Eroziunea solului are costuri directe și indirecte.

Costurile directe afectează fermierii în principal prin pierderile de producție, deteriorarea plantațiilor și costul nutrienților suplimentari necesari pentru echilibrarea pierderii părții superioare și fertile a solului.

Costurile indirecte ale eroziunii solului sunt resimțite de diferite sectoare ale economiei și societății. Printre acestea se numără pierderea habitatului faunei sălbatice și a biodiversității, abandonarea terenurilor, deteriorarea căilor ferate, a drumurilor și a altor infrastructuri publice.

Estimarea impactului eroziunii asupra societății este foarte dificilă deoarece eroziunea provoacă pierderi cantitative, cuantificate prin valoarea produselor agricole, nutrienți spălați, pierderi de produse, îngrășăminte și pesticide, costuri pentru repararea daunelor provocate de eroziune, la fața locului și în afara amplasamentului (sedimentare, inundații, alunecările de teren și eutrofizarea apei) etc.

Eroziunea solului produce și un impact calitativ, cu efecte negative asupra educației, sănătății, condițiilor de viață și sensibilității la risc a populației în zonele afectate de aceste procese.

De asemenea, efectele eroziunii asupra sănătății solului, a apei și microorganismelor din interiorul lor sunt la fel de dificil de cuantificat.

Pierderea de sol prin eroziunea apei este un indicator al OECD care indică o eroziune severă dacă acestea sunt mai mari de 10 tone/ha/an.

Deoarece solul este considerat o resursă neregenerabilă, eroziunea solului de peste 1,4 tone/ha/an poate fi ireversibilă pentru o perioadă de 50-100 de ani, în timp ce ratele >10 tone/ha/an sunt considerate ca foarte grave.

În ultimul deceniu, problema eroziunii solului a devenit parte a agendei de mediu din Uniunea Europeană (UE) datorită impactului acesteia asupra producției de alimente, calității apei potabile, serviciilor ecosistemice, inundațiilor, eutrofizării, biodiversității și asupra reducerii stocurilor de carbon. Intervențiile politice în UE, cum ar fi Politica Agricolă Comună și strategia tematică privind solul, au contribuit la introducerea unor măsuri care în ultimul deceniu au determinat o reducere a eroziunii cu aproximativ 9%.

Creșterea suprafețelor cu păduri au redus pierderile medii de sol cu 10% (0,83 t/ha/an) în Italia și cu 20% în Spania (0,77 t/ha/an) (tabelul 12.28).

Tabelul 12.28

Diferențele privind eroziunea solului datorită practicilor culturale și a creșterii suprafețelor forestiere (63)

Țara	Eroziunea, 2012 (t/ha/an)	Diferența 2000-2012 (t/ha/an)
Belgia	1,22	-0,21
Bulgaria	2,03	-0,52
Republica Cehă	1,62	-0,47
Denmarca	0,50	-0,05
Germania	1,18	-0,42
Estonia	0,21	-0,03
Irlanda	1,12	0,13
Grecia	4,19	-0,27
Spania	3,73	-0,77
Franța	2,25	-0,27
Croația	3,03	-0,25
Italia	8,35	-0,83
Cipru	2,94	-0,63
Letonia	0,33	0,00
Lithuania	0,49	-0,05
Luxembourg	2,08	-0,23
Ungaria	1,57	-0,20
Malta	6,00	-4,52
Olanda	0,27	-0,04
Austria	7,32	0,35
Polonia	0,93	-0,13
Portugalia	2,21	-0,36
Romania	2,86	-0,15
Slovenia	7,41	-0,24
Slovacia	2,12	-0,32
Finlanda	0,05	-0,02
Suedia	0,39	-0,02
Regatul Unit	2,07	-0,20
EU-28	2,40	-0,31

Strategia tematică a UE privind solurile, adoptată de Comisia Europeană arată că eroziunea accelerată a solului este o amenințare majoră pentru solul european. Rata medie de pierdere a solului pe terenurile predispuse la eroziune (terenuri agricole, păduri și zonele semi-naturale) a fost de 2,46 t/ha/an, ceea ce a dus la o pierdere totală de 970 milioane tone sol anual, egală cu o zonă de mărimea Berlinului pe un metru adâncime.

Principalele măsuri pentru reducerea eroziunii pe terenurile degradate și cu pantă mare sunt împădurirea și amplasarea culturilor de graminee și leguminoase perene. Aproximativ 0,4% din suprafața UE suferă o eroziune extremă, adică mai mult de 50 de tone pe hectar pe an.

Indicatorul de eroziune hidrică a solului, exprimat ca procent din suprafața agricolă totală (%), este alcătuit din doi sub-indicatori:

- Rata estimată a pierderii solului prin eroziunea apei (t/ha/an);
- Suprafața agricolă afectată, pe grade de eroziune a solului (ha).

Eroziunea eoliană a fost estimată la o rată medie a pierderii solului în UE de 0,53 tone pe hectar pe an numai pe terenurile arabile. Pierderea totală anuală a solului de către vânt a fost estimată la 53 milioane de tone.

12.4.4.4 AMPLOAREA PROCESELOR DE EROZIUNE LA NIVEL GLOBAL

Atât la nivel global cât și în Europa datele analizate privind categoriile de folosință și amploarea eroziunii solului urmăresc efectele și evoluția acestor procese pentru o perioadă de 10 ani (2001 – 2012). Suprafețele pe categorii de folosință pentru care s-a determinat eroziunea solului au fost prezentate de FAO și FAOSTAT la nivelul anului 2013 (74).

Din estimările efectuate a rezultat că eroziunea potențială la nivelul anului 2001 a fost de 35 miliarde tone, cu o medie de 2,8 t/ha/an. În anul 2012, s-a estimat o creștere generală de 2,5% a eroziunii solului, aceasta ajungând la 35,9 miliarde tone datorită schimbării categoriilor de folosință a terenului.

Determinările privind impactul practicilor de conservare din America de Nord și de Sud și alte țări arată că acestea au redus eroziunea globală cu 0,31 miliarde tone.

Modelul spațial al eroziunii solului din anul 2012 arată că zonele clasificate ca având o rată de eroziune foarte scăzută și redusă (clasa 1 și clasa 2) reprezintă aproximativ 71,9%, respectiv 12,7% din total. Valorile eroziunii solului moderate (clasa 3) și ridicate (clasa 4) au fost estimate la aproximativ

4,2% și respectiv 5,1% din suprafața studiată. Suprafața totală a terenului inclusă în clasele 5-7, în jur de 7,5 milioane km² (6,1% din teren agricol), depășește pragul de eroziune tolerabilă (valoare T) de 10 t/ha/an. Statisticile privind severitatea eroziunii solului pe continente, în anul 2012, sunt prezentate în tabelul 12.29.

Ratele globale privind eroziunea prin apă au fost estimate pe baza modelul RUSLE, integrat în baza de date a sistemului geografic de informații (GIS). Modelul oferă rate pe baza de celule de ~250 x 250 m pentru suprafața terenului din 202 țări (aproximativ 2,89 miliarde de celule, ~125 milioane km²), care acoperă aproximativ 84,1% din suprafața Pământului.

Tabelul 12.29

Suprafețele pe clase de gravitate a eroziunii în 2014 (%) (74)

Continentul	Redusă (clasa 1 și 2)	Moderată (clasa 3)	Ridicată (clasa 4)	> Valoarea tolerabilă (clasele 5-7)
Africa	80,3	6,0	6,0	7,7
Asia	80,6	4,9	6,9	7,6
Europa	94,5	2,1	1,7	1,6
America de Nord	87,7	3,7	4,3	4,3
America de Sud	81,9	4,6	5,2	8,3
Oceania	96,2	1,7	1,2	0,8

Un studiu cuprinzător, realizat de David Pimentel, publicat în Jurnalul Mediul, Dezvoltare și Sustenabilitate (68), care se bazează pe statisticile privind eroziunea solului din peste 125 de surse, arată că "în ultimii 40 de ani, aproape o treime din terenurile agricole din lume (1,5 miliarde de hectare) au fost abandonate din cauza eroziunii și degradării solului" iar "solul este măturat și spălat de 10 până la 40 de ori mai repede decât este refăcut". Statele Unite pierd sol de 10 ori mai repede, iar China și India de 30 - 40 de ori mai repede decât se formează în mod natural. Conform estimărilor efectuate la nivelul anului 2001, la nivel continental, America de Sud avea cea mai mare valoare a ratei medii de eroziune (3,53 t/ha/an), urmată de Africa (3,51 t/ha/an) și Asia (3,47 t/ha/an).

Statisticile privind severitatea eroziunii solului pe continente, în anul 2012, sugerează faptul că acest fenomen este comun în toate condițiile climatice și pe toate continentele. Urmărind valoarea procentuală a suprafețelor afectate de eroziune foarte ridicată din clasele 5-7 se constată că eroziunea cea mai puternică are loc în America de Sud, Africa și Asia.

America de Nord, Europa și Oceania prezintă valori considerabil mai scăzute, cu o valoare medie de 2,23, 0,92 și respectiv 0,9 t/ha/an. În anul 2012, în America de Nord, Europa și Oceania s-a înregistrat o tendință de scădere a eroziunii solului datorită schimbării modului de utilizare a terenului și a măsurilor de conservare adoptate, cu cea mai mare scădere estimată în America de Nord (4,8%).

Pentru Asia, se prezintă o creștere de aproximativ un procent, determinată în principal de o creștere notabilă a eroziunii solului în țările din Asia de Sud-Est. În schimb, China (~2%) și India (~0,45%), deși dens populate, arată o scădere a eroziunii solului.

În America de Sud și Africa s-a observat o creștere notabilă a eroziunii solului. Africa depășește America de Sud cu o creștere estimată a eroziunii solului de ~10% în 2012, devenind, astfel, continentul cu cea mai mare rată medie de eroziune a solului (3,88 t/ha/an). Aceasta pare a fi determinată în primul rând de creșterea eroziunii în țările din Africa de Vest și Centrală.

În aceeași perioadă, America de Sud a înregistrat o creștere de aproximativ 8% a eroziunii solului ca urmare a despăduririi și a extinderii terenurilor agricole în Argentina (41,6%), Brazilia (19,8%), Bolivia (37,8%) și Peru (5,9%).

Clasificate pe baza datelor de la Fondul Monetar Internațional și de la Organizația Națiunilor Unite, țările cu economiile cele mai puțin dezvoltate au înregistrat cea mai mare rată a eroziunii solului în 2001 (4,81 t/ha/an), egală cu 4,8 miliarde tone și 13,6% din eroziunea globală a solului.

Economiile mai puțin dezvoltate au cea de-a doua cea mai mare rată prognozată de eroziune a solului (4,74 t/ha/an), urmate de țările cu economii avansate (1,61 t/ha/an) și cele cu economii în tranziție (1,02 t/ha/an). Țările mai puțin dezvoltate din punct de vedere economic au înregistrat cea mai mare rată a eroziunii anuale totale a solului, respectiv de 20,7 miliarde tone pe an, care reprezintă 59,2% din eroziunea globală a solului.

În 2012, în țările cu economii avansate, s-a înregistrat o scădere a eroziunii solului determinată de schimbarea utilizării terenurilor (-5,3%), la cele în tranziție s-a redus cu -0,14%, în timp ce la țările cu economii puțin dezvoltate eroziunea a crescut cu 3% iar la cele mai puțin dezvoltate cu 11,7%. La țările cele mai puțin dezvoltate economic, situate preponderent în Africa Subsahariană, datele arată o creștere a eroziunii solului de trei ori mai mare față de cea înregistrată la țările cu economii mai puțin dezvoltate.

Zonele considerate cele mai fierbinți, cu eroziune foarte ridicată, de peste 20 tone/ha/an, se întâlnesc în regiuni din China (0,47 milioane km², 6,3% din suprafața țării), Brazilia (0,32 milioane km², 4,6% din suprafață), teritoriile africane situate de-a lungul Ecuatorului (0,26 milioane km², 3,2% din regiune), India (0,20 milioane km², 7,5% din suprafață) și într-o măsură mai mică în Etiopia Centrală și de Est (0,084 milioane km², 9,5% din suprafață), Mexic (0,079 milioane km², 4,6% din suprafață), Peru (0,074 milioane km², 7,5% din suprafață) și Europa mediteraneană (0,06 milioane km², 3,2% din regiune).

Din estimările efectuate s-a constatat că valori medii foarte ridicate a erozivității solului, de peste 4500 MJ/mm/ha/h/an, s-au înregistrat în regiunile din Africa Subecuatorială, China de Sud, India, Statele Unite ale Americii de Sud-Est, Oceania de Nord, America de Sud și Mexic.

Cele mai mari rate ale eroziunii solului, determinate de valorile foarte mari a erozivității, de peste 4500 MJ mm/ha/h/an, cu valori locale catastrofale, se întâlnesc în regiuni precum Africa subecuatorială, China de Sud, India, Sud-Estul Statelor Unite ale Americii, Oceania de Nord, America de Sud și Mexic, care depășesc cu mult media globală de 2000 MJ mm/h/ha/an.

Activitatea umană și schimbările legate de utilizarea terenurilor sunt principala cauză a eroziunii accelerate a solului, care are implicații substanțiale asupra ciclului de nutrienți și a carbonului, asupra productivității solului și implicit asupra condițiilor socio-economice la nivel mondial.

Studiile recente privind modelul global de eroziune a solului, executate cu echipamente având o rezoluție fără precedent (250 x 250 m), realizate pe baza utilizării unei combinații de teledetecție, modelare GIS și date din determinări directe, arată că față de valorile anterioare estimate pentru eroziunea solului, de 35,9 miliarde de sol erodat pe an, în 2012, aceasta este de cel puțin două ori mai mică.

În plus, s-au estimat efectele spațiale și temporare ale schimbării utilizării terenurilor, între 2001 și 2012 și compensarea potențială a aplicării globale a practicilor de conservare. Rezultatele indică o creștere globală potențială a eroziunii solului determinată de expansiunea culturilor. Cele mai mari creșteri se preconizează să se producă în Africa Subsahariană, America de Sud și Asia de Sud-Est. Se constată că cele mai puțin dezvoltate economii înregistrează și cele mai mari rate de eroziune a solului. Procesul de eroziune provoacă pierderi medii anuale de sol de 18,1 t/ha în America de Nord, 13,0 t/ha în Europa, 40 t/ha în Asia și 100 t/ha în Africa [Pimentel, (68)].

Principalele aspecte importante rezultate din acest studiu sunt următoarele:

- Suprafața modelată: 125 milioane km², care reprezintă aproximativ 84,1% din suprafața Pământului;
- În studiu sunt incluse 202 țări;
- Cantitatea de sol erodată, 35,9 miliarde tone sol pe an în 2012, este mai mică comparativ estimările din studiile anterioare;
- Creșterea cu 2,5% a eroziunii solului la nivel global, datorită schimbării modului de utilizare a terenului;
- Creșterea medie anuală a eroziunii solului cu 17 (-0,7, +1) miliarde tone;
- Deplasarea carbonului organic prin eroziunea apei este de cca. 2,5 miliarde tone C pe an.

Eroziunea solului a fost determinată pe baza datelor științifice privind controlul eroziunii cu ajutorul parcelelor pentru controlul eroziunii și cu ajutorul ecuației universale a eroziunii (RUSLE).

La suprafețele împădurite eroziunea totală a solului a scăzut cu 0,02 miliarde tone/ha/an iar la suprafețele cultivate (agricole) eroziunea a crescut cu 0,69 miliarde tone/ha/an. La suprafețele cu pajiști atât suprafața cât și eroziunea au crescut (0,2 miliarde tone/ha/an).

Din datele prezentate de FAO rezultă că între anii 2001 și 2012 suprafața ocupată cu păduri s-a redus cu 2,26 milioane km², aceasta fiind înlocuită în principal cu vegetația seminaturală de pajiști (2,17 milioane km²) și într-o măsură mai mică datorită trecerii la suprafețele agricole cultivate (~0,1 milioane km²).

Suprafețele cu terenuri agricole degradate și abandonate se ridică la 0,55 milioane km², în timp ce 0,76 milioane km² de terenuri noi au fost împădurite în detrimentul vegetației semi-naturale.

Modul de gospodărire a terenului și schimbările în modul de utilizare a folosințelor au un efect asupra gradului de eroziune accelerată a solului, care afectează productivitatea terenului și securitatea alimentară, diversitatea biologică și gestionarea conținutului de carbon din sol și atmosferă. La terenurile cultivate, în special în zonele aride dar și la cele calde și umede, rezervele de carbon organic din sol s-au redus, fapt care a scăzut productivitatea acestor soluri și a condus la degradarea și deșertificarea lor, deoarece toate substanțele organice conțin carbon.

Plantele, prin procesul de fotosinteză, produc substanțe organice pornind de la apă și carbon anorganic (CO₂) în prezența luminii. Plantele

produc substanțe organice folosind dioxidul de carbon din aer, apă și substanțele minerale din sol. Resturile vegetale din tulpini, rădăcini și frunze care rămân în sol prin degradare și humificare produc anumite cantități de carbon organic. Carbonul organic din sol reprezintă cel mai mare rezervor și este estimat la valori situate între 1 500 și 2 000 miliarde tone C pe un metru adâncime.

Carbonul anorganic din carbonați, estimat la 750 miliarde tone, cel din vegetație, estimat la 650 miliarde tone și cel din atmosferă, aproximativ 750 miliarde tone, reprezintă cantități mult mai reduse comparativ cu valoarea carbonului organic înmagazinat în sol. Fluxul dintre carbonul organic din sol și carbonul anorganic din atmosferă poate fi pozitiv (sechestrare) sau negativ (emisie de CO₂). Prin reducerea eroziunii solului se favorizează menținerea conținutului de carbon organic din sol.

Reducerea eroziunii și metodele de cultivare adecvate au efecte benefice asupra conservării solului, determinând creșterea conținutului de carbon organic din sol care ajută la prevenirea eroziunii.

Prin transformarea pajiștilor și a pădurilor în teren arabil se pierde mult carbon pentru că rezervele de carbon pe adâncimea de un metru la terenurile arabile variază între 35 și 55 tone C pe hectar iar la pajiștile permanente și păduri între 54 și 90 tone carbon pe hectar. În contextul protocolului de la Kyoto pentru atenuarea încălzirii climatice s-a propus crearea unor rezerve de carbon importante și cuantificabile în solurile agricole din întreaga lume, care pot reține aproximativ 20 miliarde tone de C în 25 ani, ceea ce reprezintă 10% din emisiile globale. În același timp, aceasta oferă și alte beneficii importante pentru calitatea solului, producția culturilor, mediu, pentru prevenirea eroziunii, deșertificării și pentru menținerea biodiversității.

Majoritatea cercetărilor arată că eroziunea totală pe glob pe terenurile agricole este de aproximativ 75 miliarde tone pe an.

Patruzeci la sută din biodiversitatea din America va fi pierdută până în 2050, potrivit cifrelor publicate în cadrul Platformei Interguvernamentale pentru Politică Științifică privind Biodiversitatea și Serviciile Ecosistemice (IPBES). Robert Watson (69), președintele IPBES arăta că "dacă vom continua să pierdem biodiversitatea, nu vom îndeplini Obiectivele de Dezvoltare Durabilă" iar degradarea solului subminează bunăstarea a cel puțin 3,2 miliarde de oameni la nivel global, cu cea mai mare degradare viitoare în America Centrală și de Sud, Africa Subsahariană și Asia. Sunt recunoscute progresele înregistrate în prevenirea pierderii biodiversității, însă nu este

suficient. Deși există lacune în ceea ce privește cunoștințele, "știm destule pentru a ne gestiona biodiversitatea mult mai bine decât în prezent." Cifrele arată o situație alarmantă în zona Americilor, care includ 7 din cele 17 țări cu cea mai mare biodiversitate din lume.

Până în 2050, se așteaptă ca degradarea terenurilor și schimbările climatice să reducă randamentele culturilor cu o medie de 10% în întreaga lume. Acest lucru va forța probabil aproximativ 50 - 700 de milioane de persoane să migreze.

Gândirea că solul este o resursă care se regenerează, deci o resursă care se poate reface, trebuie reanalizată spun unii specialiști deoarece comportamentul nostru a dus mai mult la epuizarea decât la refacerea ei.

În raportul, intitulat "Degradarea globală a solului" (70), se arată că aproximativ 2 miliarde de hectare de teren în întreaga lume, care reprezintă 38% din total, este slab asigurată cu apă și nutrienți. În ultimii 50 de ani, cantitatea de apă potabilă disponibilă pe persoană pe continent a fost redusă cu 50%. Această suprafață degradată prin activități umane reprezintă 15% din suprafața Pământului sau o zonă mai mare decât Statele Unite și Mexicul împreună.

O estimare mai puțin optimistă a perspectivelor viitoare de utilizare și de degradare a terenurilor apare într-un studiu din 2012, intitulat "Vârful agriculturii și perspectivele pentru sporirea naturii", de Ausubel, Iddo K. Wernick și Paul E. Wagoner (71). Conform acestuia, populația va continua să crească, cerințele de hrană vor crește și ele, însă vor crește și suprafețele alocate pentru producția de biocombustibili, iar utilizarea metodelor agricole intensive din punct de vedere chimic vor conduce la epuizarea solului.

12.4.5 LUCRĂRI PENTRU COMBATEREA EROZIUNII SOLULUI

Eroziunea solului prin apă prezintă patru abordări diferite de modelare: RUSLE 2015, care este versiunea modificată a RUSLE, G2, PESERA și MESALES. G2 este un model pentru determinarea cantității de sol erodat pe intervale de timp lunare, PESERA este un model pentru evaluarea riscului de eroziune a solului în Europa (Pan European Soil Erosion Risk Assessment) și MESALES – un model de evaluare spațială a eroziunii solului (Modèle d'Evaluation Spatiale de l'ALÉa Erosion des Sols). Cel mai recent și cel mai utilizat model este RUSLE 2015.

Modelele matematice cele mai folosite pentru simularea și prognozarea proceselor de eroziune sunt EPIC – Erosion Productivity Impact Calculator, WEPP – Water Erosion Prediction Project și EUROSEM – The European Soil Erosion Model. Modelul eroziunii solului din Europa simulează procesele de eroziune din bazinele hidrografice mici cu diverse condiții de relief, climă, sol și vegetație. Aceste modele performante pentru estimarea eroziunii solului sunt realizate pentru a conlucra și a utiliza baza de date din tehnologia GIS.

Tehnologia GIS (Geographic Information Systems) este utilizată pentru analize și evaluări complexe a calității resurselor de sol și apă.

Pentru stabilirea și aplicarea lucrărilor pentru combaterea eroziunii solului trebuie parcurse următoarele trei etape:

1. Precizarea diagnosticului prin stabilirea eroziunii admisibile, estimarea riscului de eroziune a solului și analiza cauzelor eroziunii;
2. Elaborarea planului de măsuri antierozionale;
3. Punerea în practică a două tipuri de măsuri: preventive, de ordin general și specifice, de combatere a eroziunii solului [Popa, (19)].

Estimarea riscului de eroziune a solului se poate realiza în diferite moduri care, în funcție de scopul urmărit, se pot diferenția în trei tipuri de metode și anume: *metode simple*, *metode exigente* și *metode foarte exigente*.

Metodele simple se referă fie la anchete expeditiv de câmp fie la unele modele matematice simple. De cele mai multe ori ele sunt utilizate în elaborarea unor rapoarte de informare rapidă a factorilor de decizie, la nivel local sau regional, privind riscul erozional.

Metodele exigente cuprind modele matematice performante, relativ simple și ușor de aplicat. Între acestea cea mai cunoscută și utilizată este Ecuația Universală a Eroziunii Solului (USLE). Tot aici se încadrează și ecuațiile derivate din USLE, cum sunt: MUSLE, RUSLE etc. Aceste ecuații s-au dovedit foarte utile pentru identificarea suprafețelor cu eroziune excesivă și elaborarea de proiecte pe termen lung, în vederea organizării antierozionale a teritoriului.

Metodele foarte exigente cuprind programe informatice de mare performanță, de simulare a proceselor implicate în declanșarea eroziunii solului. De fapt, ele sunt tehnologii complexe care înglobează cunoștințe din domenii științifice diverse.

12.4.5.1 EROZIUNEA SOLULUI, AGRICULTURA ȘI MEDIUL

Rapoartele FAO arată că peste 50% din sedimentele care ajung în râuri, cca. 4 miliarde tone/an, provin de pe terenurile agricole. Aceste sedimente determină poluarea cursurilor de apă pentru că ele conțin cantități importante de N, P, K, erbicide, insectofungicide etc. care distrug flora și fauna din râuri prin substanțele chimice, reducerea procentului de oxigen și pătrunderea luminii în apă.

Prin procesul de eroziune, o parte din pesticide ajung în râuri, lacuri iar o altă parte sunt depuse în zonele de depresionare poluând mediul ambiant. Controlul procesului de eroziune reprezintă și un mijloc de protecție a mediului înconjurător. Poluarea solului și a aerului se produce și prin eroziune eoliană, atunci când prin forța vântului sunt antrenate particule fine de sol, care sunt transportate la distanțe foarte mari. Din studiul prafului din atmosfera terestră a rezultat faptul că cele mai nocive sunt particulele sub 5 nanometri ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$).

Eroziunea accelerată se produce prin defrișarea pădurilor, destelenirea pajiștilor naturale, pășunatul abuziv, prin luarea în cultură a versanților cu pante mari fără lucrări pentru protecția solului, prin lucrări necorespunzătoare ale solului și un sortiment de culturi neadecvat.

Populația globului este prognozată să ajungă la 9,3 miliarde până în anul 2050, ceea ce va pune presiune mai mare pe resursele de apă și sol pentru asigurarea securității alimentare. Această presiune este amplificată de degradarea globală a solului, în special în Africa Subsahariană și Asia de Sud, precum și de riscurile crescute de eroziune a solului. La nivel global, degradarea solului este în prezent estimată la 1,9 miliarde de hectare și crește în fiecare an cu o rată de 5-7 milioane de hectare. Pe măsură ce schimbările climatice se înrăutățesc, acestea vor spori incidența fenomenelor meteorologice extreme cum sunt furtunile, secetele și inundațiile și în același timp, vor amplifica și mai mult riscurile de degradare a terenurilor, în special de eroziune a solului.

Costurile globale datorită pierderii solului prin eroziune au fost estimate la 400 de miliarde USD pe an, fapt care impune obligatoriu aplicarea măsurilor pentru conservarea solului, de care depind plantele și efectivele de animale. Această provocare poate fi abordată numai prin sisteme agricole integrate, cum sunt sistemele de agricultură conservativă, care constau în combinarea sistemelor de lucrări reduse cu aplicarea resturilor vegetale, a



asolamentelor și rotațiilor cu plante amelioratoare. Având în vedere aceste cerințe, este nevoie urgent de obținerea unor date cantitative cât mai sigure privind amploarea fenomenului de eroziune, pentru a stabili și susține strategiile de conservare a solului, inclusiv evaluarea impactului lor economic și asupra mediului.

Căutarea unor tehnici alternative pentru evaluarea eroziunii solului pentru a completa metodele clasice a direcționat atenția asupra utilizării radioizotopilor Plumb - 210, Beriliu - 7 și în special Cesium -137, ca markeri pentru a obține estimări cantitative ale eficacității măsurilor de conservare în combaterea eroziunii și îmbunătățirea calității solului. Redistribuția radioizotopilor din sol odată cu procesele de eroziune și sedimentare este pusă în evidență prin compararea inventarelor radioactivității din punctele de prelevare a probelor cu radioactivitatea din unele puncte de referință unde nu s-au observat procese de eroziune și de sedimentare.

Agricultura conservativă acoperă aproximativ 15,3% din suprafața cultivată (1,6 din 10,3 milioane km²) și determină o reducere generală a eroziunii solului cu aproximativ 9% față de anul de referință 2012, de la 10,93 la 10,15 miliarde tone pe an. La nivel continental, cele mai mari reduceri ale eroziunii solului sunt înregistrate în America de Sud (16%), Oceania (15,4%), America de Nord (12,5%) și ceva mai mici procentual în Europa (1,5%), Asia și Africa (1,1%) [Borrelli, (65)].

Activitățile agricole viitoare vor fi orientate pentru optimizarea costurilor tehnologice, în funcție de condițiile pedo-climatice existente și de posibilitățile de a produce profit, fără de care nu putem vorbi de investiții și dezvoltare în agricultură.

Elementele tehnologice trebuie orientate cerințelor pentru limitarea efectelor secetei și asigurarea stabilității producțiilor, reducerea consumurilor tehnologice și creșterea eficienței economice, valorificarea eficientă a resurselor limitate de apă, conservarea solului și protejarea mediului.

O tehnologie de producție durabilă trebuie să pună la dispoziția societății umane recolte care să-i satisfacă necesitățile din punct de vedere cantitativ și calitativ, în condițiile asigurării calității mediului.

Tehnologiile viitorului vor fi subordonate cerințelor crescânde de hrană și în același timp, vor fi orientate spre gestionarea corespunzătoare a resurselor și protecției mediului. Orientările actuale ale agriculturii din Europa și din lume către factorii de mediu impun cunoașterea și gestionarea științifică

a resurselor de apă și sol, de salvare a biodiversității și de eliminare a surselor de poluare și degradare a solului.

Chimizarea, irigarea, mecanizarea etc. au determinat creșterea producției agricole sau chiar dublarea acesteia, însă în unele zone au contribuit și la agravarea procesului de poluare și degradare a solului.

Agricultura conservativă este definită prin trei principii care trebuie aplicate concomitent în timp și spațiu [FAO, (72)]:

1. Lucrarea redusă a solului, până la 25% din suprafață și 15 cm adâncime, prin executarea de lucrări în benzi sau semănat direct;

2. Acoperirea permanentă a solului, de la cel puțin 30% până la 100%, cu diferite culturi sau cu materiale organice, resturi vegetale, pentru a crește conținutul de carbon organic din sol și a reduce eroziunea;

3. Diversificarea structurii culturilor și folosirea asolamentelor cu leguminoase și graminee anuale și perene, a culturilor pentru protecția solului, a benzilor pentru biodiversitate și pentru combaterea eroziunii solului.

Sistemul de agricultură conservativă cuprinde și se bazează pe combinarea tuturor practicilor de producție specifice condițiilor din agroecosistem.

Aplicarea practicilor de gestionare a agriculturii, cum ar fi lucrările de cultivare redusă, folosirea resturilor vegetale, a culturilor de acoperire, benzilor înierbate, teraselor și agricultura pe contur, a redus eroziunea solului cu 9% în UE-28 în perioada 2000-2012.

Potrivit Băncii Mondiale, creșterea populației, scăderea PIB-ului și degradarea solului prin eroziune creează presiuni puternice asupra sistemelor de producție alimentară în țările care nu-și pot permite să aplice măsuri de protecție a solului.

Unul dintre cele mai importante obiective ale dezvoltării durabile este protecția solului împotriva diferitelor forme de degradare și în primul rând, împotriva eroziunii produse de apă și vânt. Odată cu pierderea solului fertil prin eroziune, se elimină cantități mari de carbon organic și nutrienți, amenințând securitatea alimentară și calitatea factorilor de mediu.

În UE-28 pierderile medii de sol prin eroziunea prin apă, de pe terenurile agricole, a fost estimată la 2,4 t/ha/an [Panagos, (63)]. Rata eroziunii solului este mai mare de două ori comparativ cu ratele de formare a solului. Rata medie a pierderilor de sol, de 2,4 t/ha/an, înregistrată în 2012 în UE, este mult mai mare decât rata medie de formare a solului în Europa, care este de 1,4 t/ha/an.

Aproximativ 98,64% din suprafața împădurită din UE-28, indică rate foarte scăzute de eroziune a solului iar 1,13% din suprafață prezintă eroziune scăzută. Valori moderate ale eroziunii au fost estimate la 0,15% din suprafața studiată, eroziunea ridicată se înregistrează numai pe o suprafață foarte limitată (0,07%), iar pe restul suprafeței (0,01%) se depășește pragul de 10 t/ha/an. Procentul terenurilor agricole afectate de eroziune este unul dintre indicatorii Organizației pentru Cooperare și Dezvoltare Economică (OCDE). Structura modelului RUSLE2015 poate simula scenarii privind gestionarea terenurilor și schimbările climatice. Ca atare, modelul devine un instrument util pentru factorii de decizie atât pentru evaluarea performanțelor anterioare, cât și pentru estimarea modificării eroziunii solului pe baza scenariilor viitoare.

Pierderea solului din Europa în sistemele fluviale reprezintă aproximativ 15% din eroziunea brută estimată pe amplasament. Scurgerea de sedimente a fost estimată la $0,164 \pm 0,013$ miliarde tone /an, care corespunde la $4,62 \pm 0,37$ t/ha/an, în zona de eroziune [Borrelli, (65)].

Eroziunea solului are efecte negative directe pentru agricultura globală. Eroziunea solului prin apă determină scurgeri anuale de 23000-42000 tone de N și 14600-26400 tone de P de pe terenurile agricole. Aceste pierderi sunt foarte mari dacă le comparăm cu ratele anuale de aplicare a îngrășămintelor, care sunt de cca. 112 milioane tone pentru N și de cca. 18 milioane tone de P. Aceste pierderi de nutrienți care trebuie înlocuite prin fertilizare, la un preț de cca. 1,45 USD pe kg de N și cca. 5,26 USD pe kg de P, implică un cost economic anual în Statele Unite de 33-60 miliarde USD pentru N și 77-140 miliarde USD pentru P. Compensarea acestor pierderi de nutrienți produse de eroziune necesită o investiție masivă în utilizarea îngrășămintelor, care în regiunile sărace din Africa nu există.

Disponibilitatea resurselor de apă dulce arată o imagine foarte asemănătoare cu cea a terenurilor, adică la nivel global suficientă, dar foarte neuniform distribuită, cu un număr tot mai mare de țări sau regiuni care ating niveluri alarmante la deficitul de apă.

Studiul privind Zona Agroecologică Globală (The Global Agro-Ecological Zone (GAEZ) [Fischer, (73)], care combină caracteristicile solului și clima cu cerințele tehnologice a estimat că suprafața terenurilor pentru producția vegetală, la trei nivele de producție (scăzut, intermediar și ridicat), are potențial de extindere, în special, în țările în curs de dezvoltare.

Pe baza acestui studiu s-a estimat că aproximativ 30% din suprafața terenului la nivel mondial sau 4,2 miliarde ha este adecvată într-o oarecare

măsură pentru agricultură iar din această suprafață 1,6 miliarde de hectare sunt deja cultivate (tabelul 12.30) (73). Diferența de 2,6 miliarde hectare (4,2-1,6 miliarde de hectare) oferă o posibilitate semnificativă pentru extinderea în continuare a agriculturii. Cu toate acestea, această impresie favorabilă trebuie să fie foarte calificată dacă se iau în considerare o serie de constrângeri privind starea de degradare a terenurilor și schimbările climatice.

Tabelul 12.30

Terenuri cu potențial de producție vegetală la nivel mondial (73)

Categoria agroecologică	Suprafața teren cu potențial de producție vegetală (mil. hectare)	Randament (%)
Foarte adecvat	1348	80-100
Adecvat	1509	60-80
Moderat adecvat	794	40-60
Puțin adecvat	537	20-40
Neadecvate	9211	<20%
Total teren adecvat	4188	

Rapoartele FAO arată că pentru a produce suficientă hrană trebuie mărită producția culturilor pe unitatea de suprafață prin creșterea potențialului biologic, modernizarea tehnologiilor de cultură și prin conservarea fertilității solurilor. Datorită faptului că la nivel global numai 12% din suprafața nu prezintă constrângeri pentru producție, iar 9% are o slabă asigurare cu elemente nutritive, 23% este afectată de toxicitate cu aluminiu, 15% este cu fosfor fixat și 26% cu rezerve mici de potasiu, creșterea producției va trebui să se facă prin creșterea potențialului de producție al solurilor, prin tehnologii durabile și irigație. Suprafața totală a terenurilor din lume depășește 13 miliarde de hectare, dar mai puțin de jumătate din aceasta poate fi utilizată pentru agricultură.

Dezvoltarea durabilă constă în asigurarea unei calități mai bune a vieții pentru oameni și mai înseamnă faptul că economia, mediul și bunăstarea socială sunt într-o relație de interdependență. Pe plan mondial, în ultimele două decenii, agricultura a cunoscut importante transformări și a beneficiat de aportul rezultatelor cercetărilor agronomice și tehnice din toate domeniile.

Oamenii au găsit întotdeauna mijloacele necesare pentru a proteja sau a substitui resursele limitate și pentru stabilirea complementarităților dintre procesele de producție și cerințele privind protejarea factorilor de mediu.

La nivel global suprafața arabilă pe cap de locuitor a scăzut de la 0,45 ha, cât era în 1960, la 0,25 ha în prezent iar previziunile arată că va scădea sub 0,19 ha în 2050. Declinul continuu al terenurilor arabile pe persoană este adesea considerat ca o problemă iminentă și percepută ca fiind dată de cererea din ce în ce mai mare pentru produsele agricole care se confruntă cu resurse naturale de teren, apă și potențial genetic.

Scăderea acestor resurse ar putea fi amplificată de cererile pentru teren prin urbanizare, utilizări industriale și pentru producția de biocarburanți sau de factorii care ar schimba disponibilitatea lor, cum ar fi schimbările climatice și necesitatea de a conserva resursele pentru generațiile viitoare.

Studiul efectuat de FAO (74) arată că suprafața arabilă se va extinde până în 2050 cu aproximativ 70 milioane de hectare, ceea ce reprezintă mai puțin de 5% iar terenurile echipate pentru irigare s-ar extinde cu aproximativ 32 milioane ha (11%) (tabelul 12.31).

Tabelul 12.31

**Suprafața arabilă cultivată și echipată
pentru irigat la nivel mondial (mil. ha/%) (74)**

Suprafața arabilă cultivată	mil. ha / %	Suprafața echipată pentru irigat (mil. ha / %)
2005	1602 (100 %)	287 (100 %)
Estimare 2030	1648 (+2,8 %)	310 (+8,0)
Estimare 2050	1673 (+4,4 %)	318 (+10,8)

După proiecțiile FAO până în 2050, producția agricolă ar trebui să crească în medie cu 70%, iar în țările în curs de dezvoltare cu 100%, pentru a face față creșterii cu 40% a populației mondiale și pentru a crește consumul mediu de hrană la 3130 kcal pe persoană pe zi. Aceasta înseamnă producerea unei cantități suplimentare de un miliard de tone de cereale și 200 de milioane de tone de carne care vor trebui produse anual în 2050, comparativ cu nivelul producției din 2007. Producția de cereale va crește până în 2050 cu aproximativ 900 de milioane de tone, față de media din 2006-2008, respectiv de la 2138 milioane tone la 3009 milioane tone.

Cantitatea suplimentară de cereale și încă 200 de milioane de tone de carne, care ar trebui să fie produse anual până în 2050, necesită o creștere a producției de furaje concentrate. De exemplu, circa 80% din cele 480 milioane de tone suplimentare de porumb ce vor fi produse anual până în 2050 vor fi

destinate pentru hrana animalelor, iar producția de soia va trebui să crească cu 140%, până la 515 milioane de tone. Previziunile arată că producția de cereale ar încetini până la 0,7% pe an, iar producția medie de cereale ar atinge până în 2050 aproximativ 4,3 tone/ha, față de 3,2 tone/ha în prezent.

Experții FAO au estimat că până în 2050 suprafața recoltată va crește cu 160 milioane de hectare iar datorită creșterii intensității culturilor (tabelul 12.32) producțiile vor fi mai mari cu 17%.

Tabelul 12.32

**Suprafața și producțiile la principalele culturi din lume
prognozate pentru anul 2050 (74)**

Cultura	Suprafața (milioane ha)			Producția (t/ha)		
	1961/1963	2005/2007	2050	1961/1963	2005/2007	2050
Grâu	206	224	242	1,14	2,72	3,75
Orez	117	158	150	1,93	4,05	5,23
Porumb	106	155	190	1,99	4,73	6,06
Soia	24	95	141	1,14	2,29	3,66
Leguminoase pentru boabe	69	71	66	0,59	0,84	1,33
Orz	59	57	58	1,43	2,43	3,24
Sorg	48	44	47	0,93	1,39	2,36
Mei	43	36	34	0,58	0,86	1,43
Bumbac	32	36	32	0,92	1,95	2,80
Rapiță	7	31	36	0,56	1,61	2,91
Arahide	17	24	39	0,86	1,49	1,91
Floarea- soarelui	7	23	32	1,00	1,29	1,72
Trestie de zahăr	9	21	30	48,34	67,02	112,34

În scenariile și modelele prognozate de FAO și de alte organizații reprezentative, privind tendința globală în alimentație, nutriție și agricultură pentru următorii 30 de ani (FAO's Global Perspective Studies Unit. The report, Agriculture: Towards 2015/30', forecasts global trends in food, nutrition and agriculture over the next 30 years), se estimează că suprafața de teren cultivată se va putea extinde foarte puțin, respectiv de la actuala suprafață de 5,1 miliarde la 5,4 miliarde în 2030, iar după alți autori suprafața poate să scadă la 4,4 miliarde hectare datorită urbanizării și a degradării terenurilor.

Cantitatea de carbon organic din sol este dependentă de condițiile de mediu, de modul de utilizare a terenurilor și de practicile tehnologice aplicate.

Carbonul din sol poate fi separat în carbon anorganic, în principal carbonați, care sunt mai puțin susceptibili să reacționeze la schimbările antropogene ale mediului decât sunt compușii organici.

Cantitatea de carbon anorganic pe adâncimea de un metru din sol a fost estimată la 695-748 miliarde tone iar carbonul organic stocat pe aceeași adâncime este de aproximativ două ori mai mare (1502 miliarde tone).

Evaluarea cantitativă a stocurilor de carbon organic din sol a avut în vedere efectul schimbărilor privind modul de utilizare a terenurilor și s-a constatat că prin transformarea pădurilor în terenuri agricole stocul de carbon organic s-a redus cu 25-30% în regiunile temperate iar la tropice pierderile au fost și mai mari.

Deoarece opțiunile pentru schimbarea modului de utilizare a terenurilor sunt relativ limitate, abordările privind tendințele viitoare privind stocurile de carbon organic trebuie să urmărească efectul schimbărilor climatice și a practicilor tehnologice asupra ratelor de acumulare și descompunere a materiei organice.

Estimările efectuate privind stocurile globale de carbon organic din sol, pe adâncimea de un metru, au indicat valori cuprinse între 1462 și 1576 miliarde tone iar valoarea de 1500 miliarde tone a fost adoptată de Comisia Interguvernamentală pentru Schimbările Climatice (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). Estimările globale actuale (tabelul 12.33), rezultate din baza de date privind solurile la nivel mondial (HWSD, FAO / IIASA / ISRIC / ISS-CAS / JRC, 2009) arată că aproximativ 1417 miliarde tone de carbon organic sunt depozitate în stratul de sol 0-100 cm și aproximativ 716 miliarde tone pe adâncimea 0-30 cm [FAO, (74)].

Pe baza datelor privind solurile la nivel mondial (Harmonized World Soil Database - HWSD) (75), experții FAO arată că nivelul stocului de carbon organic, pe adâncimea de un metru, este cuprins între 890 și 1660 miliarde tone, cu un nivel de asigurare de 95%, care reprezintă aproximativ 385 miliarde tone.

Sursa de incertitudine privind estimările stocurilor globale de carbon organic este dată în special, de conținutul de carbon organic din solurile aflate în regiunea arctică și turbăriile din Asia de Sud.

Din estimările efectuate s-a constatat că stocul de carbon organic din sol depășește cantitatea de carbon păstrată în atmosferă, care a fost estimată între 720 și 820 miliarde tone [Mackey, (76)].

După datele prelucrate de experții FAO din Comisia interguvernamentală pentru schimbările climatice a Națiunilor Unite (IPCC) a rezultat că cele mai mari cantități de carbon organic sunt stocate în regiunea climatică "Boreală umedă" (356,7 miliarde tone C) și în regiunea "Temperată umedă și rece" (210,3 miliarde tone C), care reprezintă 40,1% din stocul total (tabelul 12.33).

Tabelul 12.33

**Distribuția stocului global de carbon organic (miliarde tone)
și cantitatea de carbon organic pe adâncimi (t/ha) (76)**

Regiunea climatică (IPCC)	IPCC 0-30cm	HWSDa 0-30 cm	Subsol 30-100cm	Sol 0-100 cm	C t/ha, 0-30cm
Tropicală ploioasă	52,4	62,6	65,4	128,0	66,5
Tropicală umedă	94,5	78,6	72,3	150,9	45,0
Tropicală uscată	99,9	67,3	69,0	136,2	22,0
Tropicală montană	49,8	29,6	26,5	56,1	40,3
Temperată umedă și caldă	41,7	33,3	29,7	63,0	60,2
Temperată uscată și caldă	42,9	38,9	39,6	78,5	30,8
Temperată umedă și rece	110,6	104,1	106,2	210,3	88,2
Temperată uscată și rece	56,9	52,2	50,0	102,2	42,7
Boreală umedă	137,3	162,0	194,7	356,7	117,6
Boreală uscată	30,3	32,0	37,0	68,1	84,0
Polară umedă	26,8	30,6	21,7	52,4	40,4
Polară uscată	7,2	8,0	4,3	12,3	40,5
Total	750,3	699,3	716,4	1415,7	52,1

Centrul Comun de Cercetare al Comisiei Europene a determinat stocurile de carbon organic la biomasa de deasupra solului și din sol care cuprinde materia organică și principalele tipuri de vegetație (tabelul 12.34).

Din stocul terestru total de carbon organic de 1915,7 miliarde tone, zonele cu pădure cuprind 56,4%, pășunile și fânețele 27,2% iar suprafața agricolă 9,8%. Stocul principal de carbon organic din biomasă se înregistrează la clasa de vegetație pădure din zona tropicală (54,4%).

Tabelul 12.34

Distribuția stocului de carbon organic din sol și de la principalele clase de vegetație (miliarde tone, %) (76)

Clase de vegetație	Suprafața solului	Subsol	Total Sol		Biomasa		Stocul total	
			Mld. t	%	Mld. t	%	Mld. t	%
Pădure mare	124,7	112,4	237,1	16,8	272,2	54,4	509,4	26,6
Pădure veșnic verde	126,8	139,7	266,4	18,8	46,4	9,3	312,9	16,3
Pădure heterogenă	40,5	47,8	88,3	6,2	21,8	4,4	110,1	5,7
Pădure naturală	27,4	36,2	63,6	4,5	10,9	2,2	74,5	3,9
Amestec pădure/agricol	23,2	23,4	46,6	3,3	28,0	5,6	74,6	3,9
Total pădure	342,6	359,5	702,0	49,6	379,3	75,9	1081,5	56,4
Arbuști	89,2	102,4	191,6	13,5	51,8	10,4	243,4	12,7
Pășuni	60,5	52,1	112,6	8,0	18,0	3,6	130,5	6,8
Pajiște sărăcăcioasă	69,0	65,5	134,5	9,5	12,7	2,5	147,2	7,7
Total pășuni și fânețe	218,7	220,0	438,7	31,0	82,5	16,5	521,1	27,2
Agricol	80,8	79,4	160,2	11,3	26,7	5,3	186,9	9,8
Alte clase	57,3	57,4	114,7	8,1	11,4	2,3	126,2	6,6
Total general	699,4	716,3	1415,6	100,0	499,9	100,0	1915,7	100,0

Transformarea agroecosistemelor naturale în terenuri agricole a condus la scăderea stocului de carbon organic din sol. Mărimea și rata pierderilor diferă între soluri și tipuri climatice. Pierderile sunt mai mari la solurile de la tropice în comparație cu cele din climatul temperat, sunt mai mari la solurile cu textură grosieră decât la cele cu textură fină și mai ridicate la solurile care conțin stocuri mai mari de SOC. În zonele umede, prin arat și îndepărtarea biomasei, pierderile sunt mari iar la solurile de la tropice, prin trecerea de la terenuri ocupate cu pădure la terenuri agricole, pierderile de carbon organic se reduc cu 50% din stocul lor inițial doar în cinci ani de la despădurire.

Rata și amploarea pierderilor de carbon organic sunt deosebit de grave la solurile vulnerabile la eroziune, cu conținut redus de nutrienți și humus, cele destructurate și compactate, cele acide, poluate și contaminate.

Lal (77) arată că amplitudinea pierderilor istorice de carbon organic din sol, din 1850, la diferite tipuri de vegetație, a oscilat de la 47 până la 104 miliarde tone (tabelul 12.35).

Tabelul 12.35

Estimarea epuizării istorice a COS la principalele clase de vegetație (77)

Clase de vegetație	Modificarea suprafeței mii ha	Pierdere de SOC miliarde tone
Păduri	1300	23-53
Păduri deluroase	180	3-7
Arbuști	140	1-4
Pășuni și fânețe	660	20-40
Total		47-104

Valorile determinate privind ratele de reducere a carbonului organic din sol sunt importante pentru stabilirea lucrărilor tehnice de recarbonare a solului. În timp ce rata de pierdere este foarte rapidă, în special în solurile ecosistemelor tropicale, rata de recarbonare este extrem de lentă. Rata lentă de recarbonare este o provocare majoră pentru identificarea modului de utilizare a terenurilor și adoptarea unor sisteme de gestionare a solului, apei și plantelor care să creeze un bilanț pozitiv al carbonului organic în sol.

Lal (38), a estimat valoarea pierderilor istorice de carbon la principalele tipuri de soluri, din anul 1850 până astăzi, între 66 și 90 miliarde tone (tabelul 12.36) iar pierderile de carbon organic datorate eroziunii solului prin apă și vânt la 19 până la 31 miliarde tone (tabelul 12.37).

Tabelul 12.36

Estimarea epuizării istorice a COS la diferite tipuri de soluri (38)

Tipul de sol	Suprafața (mii ha)	Stocul prezent (miliarde tone)	Pierdere istorică de C (miliarde tone)
Alfisol	1330	91	15-18
Andosol	110	30	5-7
Aridosol	1560	54	0,2-0,3
Entisol	2170	232	0,7-1,3
Histosol	160	312	-
Inceptisol	950	324	8-13
Molisol	920	120	7-11
Oxisol	1010	99	22-27
Spodosol	350	67	1-3
Ultisol	1170	98	6-7
Vertisol	320	18	1-2
Gelisol	1120	238	0
Alte soluri	1870	17	0,2-3
Total	13050	1700	66-90

Tabelul 12.37

**Pierderile istorice de carbon organic din sol datorită eroziunii
accelerate prin apă și vânt (38)**

Eroziunea	Suprafața erodată prin apă (mii ha)	Suprafața erodată prin vânt (mii ha)	Pierderile istorice de carbon organic (miliarde tone)
Redusă	343	269	2-3
Moderată	527	254	10-16
Puternică	224	26	7-12
Total	1094	749	19-31

Schimbările climatice, în principal temperatura și precipitațiile, pot afecta stocul de carbon organic din sol atât direct, prin rata de descompunere și prin procese microbiene, cât și indirect prin regimurile de temperatură și de umiditate a solului care afectează creșterea plantelor, biomasa, tipul și cantitatea de reziduuri necesare pentru realocarea de carbon organic în sol.

Totodată, rata și susceptibilitatea la eroziunea accelerată, salinizarea și alte procese de degradare pot amplifica frecvența evenimentelor extreme, care prin schimbările climatice pot influența factorii de formare a solului cum sunt precipitațiile, temperatura, microorganismele/biota și vegetația, influențând astfel rata de acumulare a carbonului organic din sol.

Rata de formare a materiei organice este estimată la 0,1 - 0,4 t/ha/an pentru regiunile alpine și arctice, 2 - 4 t/ha/an pentru pășunile din zona temperată, 1,5 - 3 t/ha/an pentru pădurile de conifere, 1,5 - 4 t/ha/an pentru pădurile de foioase, 5 - 10 t/ha/an pentru pădurea tropicală umedă și 1-2 t/ha/an pentru terenul arabil.

Pe plan mondial, 38% din suprafața cultivată, 21% din pășunile permanente și 18% din terenurile împădurite se aflau, la sfârșitul secolului trecut, în diferite stadii de degradare, în special în Asia și Africa dar și pe alte continente.

În ultimii 45 de ani, circa 11% din suprafața agricolă a planetei a suferit o degradare profundă, pierzând o parte din capacitatea de producție.

Îngrijorarea față de intensificarea degradării solului și a mediului înconjurător, datorită practicării de-a lungul anilor, a sistemului de agricultură convențională și costurile din ce în ce mai mari pentru lucrările de ameliorare a solului, au determinat studierea și implementarea unor tehnologii noi, ca o alternativă la cele convenționale, numite tehnologii conservative.

Agricultura conservativă presupune îmbunătățirea tuturor componentelor sistemului tehnologic agricol, de la modul de lucrare a solului, managementul resturilor vegetale, rotația culturilor, fertilizarea, protecția culturilor împotriva bolilor și a dăunătorilor, controlul riguros al buruienilor, până la prelucrarea și valorificarea producției.

Realizarea coeziunii dintre componentele economice, sociale și de mediu ale sectorului agricol, prin protejarea spațiului rural, presupune o îmbinare și adaptare favorabilă a tehnologiilor clasice cu cele ecologice, capabile să conducă la realizarea de produse agricole sănătoase, în condiții de eficiență economică.

Politica Agricolă Comună, pentru perioada 2014-2020, prevede ca fondurile de dezvoltare rurală să fie alocate pe baza unor criterii mai obiective și mai bine direcționate iar 30% din ajutorul direct este condiționat de "ecologizare", pentru practicile ecologice (COM (2011) 500 final).

Continuarea utilizării terenurilor agricole din zonele defavorizate și promovarea agriculturii durabile reprezintă principalul obiectiv din axa 2 a Programului Național de Dezvoltare Durabilă.

Agricultura este integrată, ca o componentă multifuncțională, în dezvoltarea rurală și are următoarele scopuri:

- Conservarea și protejarea florei și faunei sălbatice, apei și a solului;
- Menținerea sistemelor agricole cu o biodiversitate mare;
- Îndeplinirea obligațiilor prevăzute de Directiva Cadru Apa și Directiva Nitrați și pentru atenuarea efectelor schimbărilor climatice;
- Diversificarea și extinderea activităților economice alternative în exploatațile agricole;
- Îmbunătățirea practicilor pentru gospodărirea și managementul terenurilor agricole din zonele defavorizate.

Indicatorii pentru monitorizarea evoluției calității mediului sunt specifici pentru diferite zone și țări.

Abandonul activităților agricole duce la pierderea biodiversității și Politica Agricolă Comună din UE prevede măsuri pentru prevenirea acestui proces. Prin strategia UE în domeniul biodiversității pentru 2020, prevăzute în COM (2011) 244) s-au stabilit obiectivele și acțiunile necesare în statele membre, în zonele agricole și forestiere, până în 2020. Ca urmare a degradării componentelor de mediu legislația UE prevede monitorizarea indicatorilor pentru aprecierea eficienței economice și ecologice a agriculturii din țările membre.

12.4.5.2 CARTAREA EROZIUNII SOLULUI

Cartarea suprafețelor erodate pe terenurile agricole prezintă un interes deosebit pentru planificarea măsurilor și a lucrărilor pentru ameliorarea solului.

Pentru lucrările de cartare a eroziunii este nevoie de o bază topografică, un sistem de clasificare și apreciere a eroziunii și de stabilirea metodelor pentru organizarea cercetărilor în teren și pentru prelucrarea materialului. Condițiile actuale de prelucrare și tehnica GPS permit realizarea de hărți de eroziune la scară mare, respectiv 1/1000 – 1/5000 până la 1/10000, care asigură prezentarea amănunțită a proceselor de eroziune.

Prin cartările la scară mare (1/1000 sau 1/2000) se pot reprezenta pe hărți diferite forme ale eroziunii. Întocmirea hărților la scară mare ajută la întocmirea proiectelor speciale pentru organizarea teritoriului și la aplicarea lucrărilor pentru ameliorarea terenurilor.

O bază topografică detaliată pentru hărțile de eroziune trebuie să cuprindă obligatoriu curbele de nivel și cât mai multe detalii privind folosințele, lucrările antierozionale, drumurile, văile, debușeele etc.

În ultima perioadă, pentru cartarea solului și a eroziunii se folosește tehnica fotografiilor aeriene realizate cu drone performante, care permit delimitarea cu o mai mare precizie a formațiunilor eroziunii în adâncime și a formelor avansate ale eroziunii în suprafață.

O hartă de eroziune trebuie să evidențieze diferitele grade de eroziune a solului, în suprafață și de adâncime, precum și caracteristicile reliefului care condiționează procesul de eroziune. Autorii au propus diferite metode de cartare, unii considerând că trebuie să fie incluse pe hărți numai eroziunea de suprafață sau numai formele de eroziune în adâncime.

Moțoc (8) și alții, care s-au ocupat de cercetările complexe privind solul, condițiile naturale și procesele de degradare, au fost partizanii efectuării unor cercetări complexe a eroziunii și a factorilor ce o condiționează, precum și ai cercetării tuturor proceselor de distrugere a solului și includerea lor în cartograme. Dacă se are în vedere ca hărțile să servească la executarea lucrărilor de ameliorare a solului, atunci interesează nu numai starea actuală a procesului de eroziune ci și perspectiva dezvoltării acestuia, care se poate stabili pe baza factorilor care condiționează acest proces.

Clasificarea solurilor în funcție de intensitatea procesului de eroziune se face pe baza cercetărilor privind profilul de sol (tabelul 12.38).

Tabelul 12.38

Clasificarea și notarea solurilor cu eroziune de suprafață (8)

Clasa de eroziune	Cernoziomuri	Solurile de pădure	Solurile în formare cu profil slab diferențiat
Eroziune slabă	Erodat $\leq 25\%$ din orizontul A	Erodat $\leq 25\%$ din orizontul A sau $1/2$ din orizontul A_1	Erodat 25% din orizontul A
Eroziune moderată	Erodat 25-50% din orizontul A	Erodat 25-50% din orizontul A sau orizontul A_1	Erodat 25-50% din orizontul A
Eroziune puternică	Erodat $\geq 75\%$ din orizontul A și o parte din orizontul de trecere	Erodat complet orizontul A și s-a ajuns la orizontul B_1	Erodat aproape complet și orizontul de trecere
Eroziune foarte puternică	Erodat orizontul de trecere și s-a ajuns la orizontul C	Eroziunea a ajuns la orizontul B_2 sau la orizontul C	Eroziunea a ajuns la roca mamă

Prin analize privind conținutul de humus, efectuate în paralel la solurile neerodate și la cele erodate, se poate face o clasificare mai precisă a intensității procesului de eroziune în suprafață.

După Moțoc (8), conținutul de humus în orizontul arabil și în restul orizontului, scade față de orizontul de referință, cu până la 33% la solurile cu eroziune moderată, cu 33-66% la cele cu eroziune puternică și cu peste 66% la solurile cu eroziune foarte puternică. Pentru a prognoza perspectiva evoluției procesului de eroziune este nevoie să se carteze și factorii care influențează acest proces. Prin lucrările de cartare a eroziunii se notează forma și panta versanților, solul și roca mamă, categoria de folosință, agrotehnica aplicată și lucrările antierozionale existente. Pentru înclinarea versanților, acesta propune categoriile de pantă prezentate în tabelul 12.39.

Alegerea profilelor de referință cu soluri neerodate pentru a le compara cu profilele de la solurile erodate este foarte dificilă pentru că în aceleași condiții de relief ar trebui să avem terenuri înțelenite sau împădurite.

Prin efectuarea mai multor profile și sondaje și notarea orizontului în care a ajuns eroziunea se poate aprecia intensitatea eroziunii pe un anumit teritoriu. Numărul secțiunilor pedogeomorfologice este în funcție de uniformitatea reliefului și a solului.

Tabelul 12.39

Categoriile de pantă propuse de Moțoc (8)

Nr. crt.	Panta%	Categoria de teren
1	0-3	Teren plan
2	3-10	Teren slab înclinat
3	10-15	Teren moderat înclinat
4	15-25	Teren puternic înclinat
5	25-40	Teren foarte puternic înclinat
6	40-60	Teren abrupt
7	>60	Teren foarte abrupt

Hărțile se întocmesc separat pentru lungimea și panta versanților, tipurile de sol, categoriile de folosință, formele de eroziune etc. Pentru că la aceeași categorie de pantă se pot întâlni unități cu eroziune slabă, moderată și puternică se stabilesc indicii de eroziune sintetici folosind coeficienții de corecție specifici diferitelor grade de eroziune. Coeficienții de corecție propuși de Moțoc sunt: 1 pentru eroziunea neapreciabilă, 0,75 pentru eroziunea slabă, 0,5 pentru eroziunea moderată, 0,33 pentru eroziunea puternică și 0,25 pentru eroziunea foarte puternică. Cu ajutorul acestor coeficienți se stabilește eroziunea medie ponderată pe fiecare unitate de pantă, sol sau folosință.

Rezultatele cercetărilor complexe concretizate prin informații prezentate în hărți, fișe și alte materiale de cartare se folosesc în continuare la stabilirea măsurilor și a lucrărilor pentru ameliorarea solului și pentru creșterea producției.

Pentru terenurile agricole, pe baza informațiilor din materialele de cartare, se stabilesc în primul rând categoriile de folosință, apoi lucrările pedoameliorative, agrotehnice și lucrările pentru amenajarea antierozională a terenului. Studiile și proiectele de organizare a teritoriului se execută de specialiști din toate domeniile, care întocmesc cartograma lucrărilor ameliorative (lucrările de amenajare, culturile în fâșii, benzile înierbate etc.) și cartograma lucrărilor pedoameliorative (nivelări, modelări, afânare adâncă, amendare, fertilizare ameliorativă). În funcție de informațiile din aceste cartograme și de condițiile naturale și cerințele economice, se stabilesc lucrările agrotehnice privind asolamentele, sistemele de fertilizare și de lucrare a solului, metodele de semănat, de combatere a buruienilor și alte elemente tehnologice.

Prin eroziune se îndepărtează, în primul rând stratul de sol de la suprafață care conține cantități importante de humus și nutrienți determinând modificarea proprietăților chimice ale solului. Prin reducerea conținutului de humus din sol se distruge structura, se reduce permeabilitatea și se micșorează viteza de infiltrație a apei în sol, accentuând fenomenul de eroziune și înrăutățirea condițiilor de creștere și dezvoltare a plantelor. Ca urmare producția scade, se înrăutățesc proprietățile chimice, fizice și hidrofizice ale solului.

Erodarea versanților este condiționată de o serie de factori și din această cauză pe același versant se întâlnesc terenuri afectate de eroziune în diferite grade. Ținând seama de grosimea orizonturilor genetice în raport cu profilul etalon, precum și de modificările apărute privind însușirile fizico-chimice (Da, humus, NPK), Luca (20), a propus o clasificare a intensității de eroziune la solurile din zonele de stepă și silvostepă în trei clase.

În clasa 1, pentru solurile din zona de stepă și silvostepă, sunt incluse terenurile la care s-a erodat 50% din orizontul A.

Clasa 2 cuprinde terenurile cu eroziune puternică, la care s-a erodat 50-100% din orizontul A și 50% din orizontul A/C pentru solurile din zona de stepă și 50-100% din orizontul A și 100% din A/C la solurile din zona de silvostepă.

Clasa 3 cuprinde terenurile cu eroziune foarte puternică, la care s-a erodat 50-100% din orizonturile A/C sau C la solurile din zona de stepă sau când s-au erodat parțial sau total orizonturile B sau C la solurile din zona de silvostepă.

12.4.5.3 METODELE FOLOSITE PENTRU DETERMINAREA EROZIUNII SOLULUI

În România, determinarea eroziunii solului a început prin înființarea de parcele pentru controlul eroziunii, înregistrarea, stocarea și prelucrarea datelor de eroziune în cadrul Stațiunilor de Cercetări Agricole de la Perieni - Vaslui, Podu-Iloaiei - Iași, Aldeni - Buzău, Bilcești - Argeș, Turda - Cluj.

Cartografierea solului, realizată de ICPA, a condus la realizarea unui inventar al terenurilor afectate de diferite grade de eroziune, conducând ulterior la publicarea hărții de eroziune a solului în România la scara 1:500000 [Florea, (41)]. Din această hartă, care prezintă zonele afectate de eroziunea apei și a vântului, precum și zonele expuse riscului de inundații, rezultă că 45,6% din terenurile agricole sunt afectate de eroziunea apei și 1,4% de eroziunea eoliană [Ioniță (40)].

A doua etapă în modelarea eroziunii solului în România a constat în este adaptarea modelului USLE [Wischmeier și Smith, (16)] de către Moțoc, (8). Pornind de la acest model și pe baza datelor de la diferite instituții de profil, Moțoc, (26) realizează prima zonare cantitativă a eroziunii totale pe terenurile agricole din România. Conform acestei zonări, cele mai ridicate rate de eroziune sunt specifice Subcarpaților de Curbură (30-45 t/ha/an), Subcarpaților Getici, Platoului Bârlad și Câmpiei Jijiei de Nord (20- 30 t/ha/ an).

Pentru calcularea și evaluarea influenței factorilor care determină eroziunea s-au utilizat coeficienți specifici metodologiei românești (Biali și Popovici (79), Patriche (80), Dumitru, (81), Roșca, (82) și ecuațiile propuse de Van der Knijff , (83), De Jong și colab., (84), (tabelul 12.40).

Tabelul 12.40

**Studiile și aplicațiile GIS folosite în România
pentru determinarea eroziunii solului (79-84)**

Nr.	Autorul/modelul	BH/	Caracteristicile modelului
1	Biali și Popovici, (2003) USLE– ROMSEM	BH Tutova 39.8, 46.9 km ² Rezoluție: 25 _ 25 m	Date de intrare Hărți topografice cu sol 1:5000 Hărți categorii de folosință la scara 1:10000 Factorii de eroziune – *R- ICPA (1987) – K - ICPA (1987) – L- 25 m – S- Moțoc et al. (1979) – C- Moțoc et al. (1979) Eroziunea medie a bazinului: 12,64, 9 t/ha/an
2	Patriche, (2005) USLE– ROMSEM	Podișul Central Moldovenesc- 930 km ² Rezoluție: 100 _ 100 m	Date de intrare Hărți topografice cu sol 1:5000 Hărți categorii de folosință la scara 1:10000 Factorii de eroziune – R- ICPA (1987) – K - ICPA (1987) – L- 100 m – S- Moțoc et al. (1979) – C- Moțoc et al. (1979) Eroziunea medie a bazinului: 4,57 t /ha/ an
3	Popa, (2010) WEPP	BH Perieni 0,29 km ² Scară locală	Date de intrare - ploi erozive din perioada 1989 - 1993 - simulare pentru parcelele cultivate R ² între valorile măsurate și simulate -0,347 până la 0,993 - pentru scurgere, 0,546 la 0,943 - pentru eroziune

<i>Tabelul 12.40 (continuare)</i>			
4	Patriche, (2012) USLE– ROMSEM	BH Dobrovăț -186 km ² Rezoluție: 20 _ 20 m Scara regională	Date de intrare: Hărți topografice la scara 1: 5000, sol hartă la scara 1: 5000, imagine LANDSAT Factorii de eroziune - R-ICPA (1987) - K-ICPA (1987) - LS-Moțoc și colab. (1975, 1979) (panta lungimea derivată în SAGA-GIS) - C-NDVI (Van der Knijff et al., 2000) Rata medie de eroziune: 5,4 t/ha/an
5	Roșca, (2015) USLE, RUSLE, USPED	BH Vasluiț 320 km ² Rezoluție: 10 _ 10 m Scara regională	Date de intrare - hărți topografice la scara 1: 5000, sol hărți la scara 1: 10000, ortofotografii, imagine LANDSAT Factorii de eroziune - R-ICPA (1987) - K-ICPA (1987) - L-Moțoc și colab. (1975), Mitasova și colab. (1996) - S-Moțoc și colab. (1975) - C-Moțoc și Sevastel (2002), Van der Knijff și colab. (2000) - Rata medie a eroziunii: 7,78-8,16 t/ha/an (USLE), 19,24-22,24 t/ha/an (RUSLE 3D); 14,6 t/ha/an (USPED + RUSLE)

*R erozivitatea precipitațiilor, K erodabilitatea solului, L - lungimea pantei, S-panta, factorul C culturile și practicile lor

Eroziunea totală prin apă în România este estimată la 126 milioane de tone/an, din care 61,8 milioane de tone pe an rezultă din eroziunea de suprafață. Pe terenurile agricole, pierderile medii anuale de sol sunt de aproximativ 106,6 milioane tone pe an, cea mai mare contribuție fiind reprezentată de pășunile degradate (45 milioane de tone pe an), terenurile neproductive abandonate (29,8 milioane tone) și terenurile arabile (28 milioane t/an) [Moțoc, (26)].

În Europa, amploarea proceselor de degradare a solului a determinat dezvoltarea unor programe naționale și internaționale, coordonate de Departamentul European al Solului, care au rolul de a evalua și monitoriza informațiile despre mediul înconjurător și în special, severitatea riscului erozional și a altor procese de degradare a solului sub influența sistemelor agricole. Metodologia elaborată de INRA, bazată pe estimarea USLE (Universal Soil Loss Equation) și pe metodologiile inițiate de proiectele PESERA (Pan European Soil Erosion Risk Assessment) și CORINE (Coordination of Information on the Environment), este considerată de mulți experți un model pentru controlul eroziunii la scară europeană.

Van der Knijff (83) este primul care a încercat să realizeze o metodologie pentru cuantificarea solului erodat pe întregul continent, iar Grimm (85), a dezvoltat această metodologie prin introducerea unor noi parametri (crusta, textura, gradul de acoperire cu vegetație), pentru estimarea factorului K de erodabilitate. La această metodologie s-a îmbunătățit noua clasificare a terenurilor, în funcție de gradul de acoperire cu vegetație și s-a realizat planul cu riscul erozional în Europa, care apoi a fost dezvoltat pe baza unor analize economice și climatice, reușindu-se realizarea unor scenarii cu tendința de evoluție a mediului European pentru anii 2010 - 2050.

Organizația Națiunilor Unite pentru Alimentație și Agricultură (FAO) s-a preocupat de necesitatea conservării solului și apei prin susținerea a numeroase proiecte și prin participarea la diverse publicații și rapoarte cu privire la măsurile de remediere care trebuie luate pentru a proteja mediul.

Dezvoltarea programelor ArcGIS (ArcView, ArcGIS, ArcMap, ArcInfo, IDRISI, ERDAS, ILWISS) a permis determinarea și prelucrarea automată a datelor privind panta și expoziția versanților, rețeaua hidrologică, gradul de acoperire cu vegetație, proprietățile solului ș.a.

În ultimele decenii au început să se dezvolte metode noi, capabile să ofere informații privind estimarea spațială a proceselor de eroziune și sedimentare, printre care se numără și cele care se bazează pe tehnica izotopilor radioactivi Cesium-87, Beriliu-7 și Plumb-210 etc.

Zhang și colab. (86) au arătat, pe baza măsurătorilor cu izotopii Cesium -137 și Plumb -210, că măsurile tradiționale de conservare a solului, vechi de secole, pot reduce pierderile de sol cu până la 35% față de pierderile determinate pe terenurile arabile abrupte, fără măsuri de conservare, din bazinul Sichuan din China.

Prin compararea inventarelor radioactivității din punctele de prelevare a probelor și din punctele martor, unde nu s-au observat procese de eroziune, se poate evidenția redistribuția radioizotopilor din sol și rata de redistribuție a solului prin eroziune și sedimentare. Beriliu-7, a fost utilizat pentru evaluarea eficienței sistemelor conservative de agricultură pentru controlul eroziunii solului, în Chile. Aplicarea sistemului de lucrare no-till împreună cu aplicarea resturilor vegetale timp de 16 ani, la cultura de cereale, a determinat reducerea eroziunii solului cu 87%, de la 11 t/ha/an la 1,4 t/ha/an.

Aceste metode pot fi utilizate ca variante alternative la metodele clasice de estimare a pierderilor de sol prin eroziune. Metodele care se bazează pe tehnica izotopilor radioactivi s-au modernizat continuu și servesc pentru studiile privind eroziunea și pentru a stabili eficiența măsurilor de conservare a solului.

În România, în ultimii 15 ani, s-a înregistrat o creștere progresivă a aplicațiilor GIS pentru modelarea eroziunii solului. Cele mai multe dintre ele se concentrează pe aplicarea modelului ROMSEM la scară locală sau regională. Unele studii au experimentat implementarea altor modele cum ar fi modelele RUSLE, ecuația revizuită a eroziunii solului (Revised Universal Soil Loss Equation) și WEPP (Water Erosion Prediction Project) care este folosit pentru prognoza eroziunii solului pe versanții cu folosințe agricole sau în bazine hidrografice mici (tabelul 12.40).

În RUSLE 2015, factorul R - erozivitatea precipitațiilor este calculat pe baza datelor privind precipitațiile înregistrate în 5, 10, 15, 30 și 60 minute de la 1541 de stații meteorologice uniform distribuite în Europa [Panagos și colab., (87)]. Această primă bază de date la scara europeană, a reprezentat un progres major în calcularea erozivității precipitațiilor în Europa pe baza datelor multianuale pe 56 de ani și la o rezoluție de 500 m.

Factorul mediu R pentru UE și Elveția este de 722 MJ mm ha/h/an, cu cele mai mari valori de >1000 MJ mm ha/h/ an în regiunile mediteraneene și alpine și cu cele mai mici valori de 500 MJ mm ha/h/an care se înregistrează în țările nordice.

Pentru factorul de eroditate a solului (factorul K) s-a folosit baza de date de la proiectul LUCAS la care din 2012 s-au adăugat și datele de la solurile din România și Bulgaria. Factorul K este determinat de proprietățile solului, cum sunt conținutul de materie organică, textura, structura și permeabilitatea solului. Studiul LUCAS furnizează un set de date privind solurile, care se



bazează pe analizele de la aproximativ 20 000 de puncte din statele membre ale Uniunii Europene.

În USLE 2015, pentru factorul de gestionare a culturilor s-a utilizat baza de date CORINE Land Cover 2006-2012, valorile vegetației COPERNICUS și datele statistice Eurostat privind distribuția culturilor, folosirea practicilor de cultivare, culturile de acoperire și resturile vegetale de plante.

Factorul C a fost estimat în UE la 0,1043, cu o variabilitate extrem de ridicată, pădurile având cel mai scăzut factor C (0,00116) iar terenurile arabile și zonele cu vegetație redusă cel mai ridicat (0,233-0,2651). Practicile de conservare a solului, cum sunt lucrările reduse sau semănatul direct, utilizarea culturilor de acoperire și resturile vegetale de plante diminuează factorul C cu o medie de 19,1% în terenurile arabile.

Pentru factorul LS privind lungimea și înclinarea pantei s-a utilizat Modelul de ridicare digitală (Digital Elevation Model - DEM) la rezoluția de 25 m. Folosirea combinată a sistemelor de informații geografice (GIS) cu DEM-urile de înaltă rezoluție a fost aplicată cu succes în evaluările regionale în trecut și este aplicată pentru prima oară la scară europeană.

Factorul P, practicile agricole, a folosit baza de date LUCAS 2012, privind zidurile de piatră de la terase, benzile înierbate și baza de date privind bunele condiții și practicile agricole. Valoarea factorului mediu P, determinat pentru agricultura pe contur, ziduri de piatră și benzile de iarbă în UE, a fost estimat la 0,9702. Benzile înierbate au cel mai mare impact, respectiv de 57% din reducerea totală a riscului de eroziune, urmate de zidurile de piatră cu 38%.

Conform datelor din anul 2000 privind eroziunea, pierderea medie a solului prin eroziunea apei a fost de 2,71 t/ha/an. Aplicarea practicilor de gestionare a agriculturii (lucrări reduse de cultivare, resturile vegetale, culturile de acoperire, benzile de iarbă, terase și cultivarea pe contur) au contribuit cu două treimi la această reducere.

Degradarea solului prin eroziunea apei este deosebit de mare în unele țări din sudul Europei: Italia (8,3 t/ha/an), Grecia (4,2 t/ha/an), Spania (3,7 t/ha/an), dar și în țările cu relief montan și cu o intensitate mare a ploilor, cum sunt Slovenia (7,4 t/ha/an) și Austria (7,3 t/ha/an). Valori mai scăzute (sub 1 t/ha/an) au fost înregistrate în Danemarca, Estonia, Letonia, Lituania, Olanda, Polonia, Finlanda și Suedia.

12.4.5.4 FACTORII UTILIZAȚI PENTRU STABILIREA ȘI DIMENSIONAREA LUCRĂRILOR ANTIEROZIONALE

Stabilirea și dimensionarea lucrărilor pentru combaterea eroziunii solului (CES) trebuie să ia în considerare criteriile hidrologice și geomorfologice actuale.

Intensitatea proceselor de eroziune a solului este determinată de factorii naturali ca temperatura și regimul precipitațiilor, relieful, solul, roca, vegetația cât și de factorii antropici, ca distrugerea pădurilor, deștelenirea și pășunatul abuziv, parcelarea terenului în sensul pantei și efectuarea lucrărilor agricole pe linia de cea mai mare pantă, cultivarea terenului cu plante slab protectoare și fără îngrășăminte organice, trasarea drumurilor de acces pe direcția deal-vale etc.

Clima, prin temperatură, determină în zonele aride eroziunea prin vânt iar prin regimul precipitațiilor determină eroziunea prin apă. Acțiunea acestor factori este mai puternică în anumite sezoane, începând din luna martie când se topește zăpada și în lunile iunie – iulie când se înregistrează cele mai multe ploi torențiale.

Precipitațiile influențează scurgerea și eroziunea prin gradul de torențialitate, respectiv intensitate, durată, poziția nucleului torențial și perioada în care cad.

Dintre factorii naturali, precipitațiile reprezintă cel mai dinamic și mai agresiv agent cauzal al eroziunii hidrice. Forța unei ploi determină o anumită intensitate a eroziunii și poartă numele de erozivitate sau agresivitate pluvială.

În meteorologie, intensitatea ploilor se exprimă în mm/minut iar în calculele hidrologice în litri pe secundă și hectar. Trecerea de la un sistem de exprimarea al intensității la altul se face folosind relația 12.4:

$$I_s = 166,7 \times I \quad (12.4)$$

în care: I_s = intensitatea precipitațiilor, în l/s/ha;

I = intensitatea precipitațiilor, în mm/minut;

$$166,7 = 10000\text{m}^2 : 60 \text{ secunde}$$

Ploile care determină o eroziune puternică sunt acelea la care, în zece minute, se înregistrează o cantitate mai mare de 10 mm precipitații.

Volumul maxim de apă înregistrat pe unitatea de timp care provoacă șiroirea și eroziunea, denumit valoare critică, trebuie luat ca bază pentru calculul și dimensionarea lucrărilor antierozionale. Ploaia critică pentru fiecare bazin hidrografic este dată de durata ploii, care produce șiroirea pe o durată mai mare decât timpul de concentrare și de ceilalți factori determinanți cum sunt panta, forma versantului, textura și structura solului, vegetația etc.

Agresivitatea pluvială caracterizează potențialul eroziv al ploii, care este dat de energia de impact a picăturilor de ploaie și de energia de transport a scurgerii de suprafață. Potențialul eroziv al ploilor torențiale este influențat de intensitatea ploii, în special de durata, mărimea și poziția nucleului torențial maxim. În tabelul 12.41, se prezintă relația dintre durata și intensitatea ploilor torențiale. Ploile torențiale au rol hotărâtor în procesul de eroziune însă nu trebuie să neglijăm nici acțiunea erozivă a ploilor de durată mare și intensitate redusă, deoarece acestea prin acțiunea pe un sol saturat cu apă antrenează prin eroziune mari cantități de sol din orizontul superior.

Tabelul 12.41

Ploile torențiale în funcție de durata ploii (minute) și intensitate (mm/min)

Durata ploii (minute)	1-5	6-15	16-30	31-45	46-60	61-120	121-180	>180
Intensitatea (mm/min)	1	0,8	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

Intensitatea ploii este dată de raportul dintre cantitatea de apă înregistrată la producerea unei ploi și durata acesteia și se exprimă în mm/minut sau l/secundă/hectar. După Yarnell (88) o ploaie este toranțială dacă este satisfăcută relația:

$$I_m \geq 0,254 + 5,08t \quad (12.5)$$

unde: I_m = intensitatea medie pe durata t (mm/minut);

t = durata nucleului torențial.

Produsul dintre energia cinetică totală a unei ploi și intensitatea medie maximă pe durata de 30 minute reprezintă agresivitatea pluvială iar suma acestui indicator pentru toate ploile dintr-un an reprezintă indexul ploaie și caracterizează agresivitatea pluvială din zonă în anul respectiv.

Pentru condițiile din România, Stănescu (7) a stabilit aprecierea agresivității pluviale cu indicatorul rezultat din produsul între intensitatea medie pe 15 minute a nucleului torențial și rădăcina pătrată a cantității de precipitații pe durata ploii.

Indicatorul agresivității pluviale se calculează pentru fiecare ploaie și prin însumare se stabilesc valorile lunare sau anuale.

Analiza datelor climatice înregistrate în Podișul Central Moldovenesc, a dus la concluzia că specifice pentru această zonă sunt ploile cu intensitatea medie cuprinsă între 0,5 mm/minut și 1,00 mm/minut [Popa, (42)].

Din analiza datelor climatice rezultă faptul că precipitațiile lunare medii cele mai abundente, pe 72 de ani la SCDCES MM Perieni, Bârlad și respectiv 58 de ani la SCDA Podu-Iloaiei, Iași, s-au înregistrat în luna iunie, de 74,7 mm la SCDCES MM Perieni, Bârlad și 85,6 mm la SCDA Podu-Iloaiei, Iași (tabelul 12.42).

Tabelul 12.42

Precipitații înregistrate la Stațiile meteorologice Bârlad și Podu-Iloaiei, Iași

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Anual
SCDCES MM Perieni, Bârlad												
Precipitații lunare medii (mm)												
25,1	25,0	24,1	40,0	55,1	74,7	60,1	49,4	40,5	31,9	34,3	30,0	490,0
Precipitații lunare minime (mm)												
1992	1950	1942	1948	2000	2007	1960	1946	1961	1949	1990	1975	1945
1,0	0,7	0,5	0,7	1,9	14,9	4,3	4,1	0,0	0,8	0,6	1,0	259,8
Precipitații lunare maxime (mm)												
1966	1969	1973	1958	1970	1958	1968	1968	2007	1972	1966	2012	1968
129,3	89,5	76,3	135,6	147,3	171,2	153,2	143,3	154,5	144,1	102,9	118,6	790,8
SCDA Podu-Iloaiei, Iași												
Precipitații lunare medii (mm)												
25,6	22,5	30,7	49,6	56,9	85,6	83,1	53,0	47,1	36,3	30,1	24,9	543,3
Precipitații lunare minime (mm)												
1963	1976	1974	1967	1986	1973	2012	1982	1994	1962	2011	2013	1986
0,2	2,8	1,6	0,1	5,3	16,0	8,0	0,6	2,0	2,7	2,0	2,5	298,1
Precipitații lunare maxime (mm)												
1966	1984	2006	2008	1991	1975	1991	1970	1996	2016	1981	1971	1991
107,5	86,9	97,3	127,3	154,7	213,2	272,9	154,6	208,2	152,7	83,9	67,9	823,0

Tipul ploilor torențiale, caracterizat după poziția nucleului torențial cu intensitate maximă, influențează scurgerea în funcție de capacitatea de infiltrație a solului. Ploile pot fi cu intensitate uniformă pe toată durata (a), cu intensitate mare la început (b), cu intensitate mare la mijloc (c) și cu intensitate mare la sfârșitul ploii (d). La ploile cu intensitate mare la sfârșit, scurgerea este mai puternică pentru că solul este umezit și capacitatea de infiltrație redusă.

Valorile maxime ale precipitațiilor lunare, înregistrate în aceste două zone afectate de eroziune, au fost observate în intervalul martie – octombrie când cantitățile de apă căzute au fost cuprinse între 76,3 și 171,2 mm la Stația meteorologică Bârlad și între 97,3 și 272,9 mm la SCDA Podu-Iloaiei, Iași [Popa, (19), Ailincăi, (35)].

Dimensionarea corespunzătoare a lucrărilor antierozionale se face pe baza pierderilor de sol pe diferite folosințe și mai ales a coeficientului mediu de scurgere (K), care reprezintă raportul dintre volumul total de apă scurs (Q) și volumul precipitațiilor care au determinat scurgerea (P):

$$K=Q/P$$

Aceste date se determină cu ajutorul parcelor special amenajate, prevăzute în aval cu bazine pentru colectarea totală sau fracționată a apei și a solului scurs prin eroziune. Colectarea scurgerilor se poate face pe bazine hidrografice cu ajutorul stațiilor hidrometrice echipate cu deversor, limnigraf și dispozitive de prelevare a probelor de turbiditate în timpul ploilor torențiale. Cu ajutorul acestor stații se stabilesc coeficienții de scurgere, curba de infiltrație și cantitățile de sol erodat la culturile de pe suprafața bazinului hidrografic (foto 12.5).



**Foto 12.5 - Controlul eroziunii solului pe bazine hidrografice:
a - deversor; b - dispozitiv pentru recoltat probe de turbiditate**

Din analiza frecvenței precipitațiilor anuale rezultă că ponderea anilor excesiv de secetoși este apropiată de ponderea anilor excesiv de ploioși. Atât în Podișul Bârladului cât și în Câmpia Moldovei cea mai mare frecvență (38,9-36,3%) o au precipitațiile anuale cuprinse în intervalul 500-600 mm (tabelul 12.43) [Popa, (19), Ailincăi, (35)].

Tabelul 12.43

Frecvența precipitațiilor anuale înregistrată la SCDCES MM Perieni, Bârlad (1941-2012) și la SCDA Podu Iloaiei, Iași (19,35)

Intervalul de precipitații anuale (mm)	SCDCES MM Perieni, Bârlad		SCDA Podu Iloaiei, Iași	
	Nr. ani	Frecvența (%)	Nr. ani	Frecvența (%)
200-300	5	6,9	1	1,7
300-400	15	20,8	8	13,8
400-500	12	16,7	10	17,3
500-600	28	38,9	21	36,3
600-700	8	11,1	14	24,1
700-800	4	5,6	4	6,9

Analizând coeficienții de scurgere pe terenurile cu panta de 16% înregistrați la Stațiunea de Cercetare Dezvoltare Agricolă Podu Iloaiei, Iași și la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Combaterea Eroziunii Solului "Mircea Motoc" Perieni, Bârlad s-a constatat că valorile cele mai mici s-au înregistrat la ierburile perene din anul al doilea de vegetație, care asigură cea mai bună protecție antierozională (tabelul 12.44) [Popa, (42), Ailincăi, (35)].

Tabelul 12.44

Valoarea coeficientului mediu de scurgere pe terenurile cu panta de 16% la diferite culturi agricole (42,35)

Cultura	SCDA Podu Iloaiei, Iași	SCDCES MM Perieni, Bârlad
Ierburi anul al II-lea de vegetație	0,04	0,09
Ierburi anul I de vegetație	0,06	0,26
Grâu de toamnă	0,08	0,36
Mazăre	0,09	0,36
Porumb	0,21	0,54
Floarea-soarelui	0,25	-

La culturile de grâu de toamnă și mazăre, care asigură o protecție antierozională bună, coeficienții de scurgere au înregistrat valori apropiate. Cei mai mari coeficienți de scurgere s-au înregistrat la culturile prășitoare, de porumb și floarea soarelui.

Din analiza datelor înregistrate la SCDCES MM Perieni, Bârlad, pe terenurile cu rezistență redusă la eroziune, s-a constatat că la porumb jumătate din volumul precipitațiilor torențiale s-a scurs și a provocat eroziune.

Scurgerea apei de pe versanți se determină direct, pe porțiuni din versant sau pe bazine hidrografice mici și se întocmește hidrograful scurgerii la ploaia cercetată.

Kostiakov (89) a propus pentru calculul vitezei de scurgere a apei pe versanți o formulă care include coeficientul de scurgere, intensitatea precipitațiilor, panta și lungimea versantului, după următoarea relație:

$$V = \sqrt{M^2 \times C \times K \times I \times L} \quad (12.6), \quad \text{în care:}$$

V = viteza (m/s);

M = parametru privind concentrarea apei cu valori de la 1, pentru scurgerea laminară, la 2 pentru șuvoaie;

$C = \alpha \sqrt{i}$

α = coeficient cu valoarea între 7 și 30 în raport cu rugozitatea;

i = panta terenului;

K = coeficientul de scurgere;

I = intensitatea precipitațiilor (m/s);

L = lungimea versantului (m).

Parametrii scurgerii interesează pentru proiectarea lucrărilor și presupune stabilirea timpului de concentrare, ploaia de calcul, coeficienții de scurgere și curbele de infiltrație a apei în sol.

Timpul de concentrare, în cazul lucrărilor pe versanți, înseamnă timpul necesar ca apa de scurgere să ajungă de la o lucrare la alta și depinde de viteza de scurgere și distanța dintre lucrări.

Valoarea timpului de concentrare se calculează după relația:

$$Tc \geq \frac{L}{60 \times V} \quad (12.7), \quad \text{unde:}$$

L = distanța (m), până la locul unde începe scurgerea ;

V = viteza de scurgere a apei pe versanți (m/s).

Viteza de scurgere se poate determina prin măsurători directe sau se calculează cu diferite formule, cum este cea prezentată anterior.

Calculul scurgerii pe baza curbilor de infiltrație și deducerea scurgerii din precipitații și infiltrație, permit construirea hidrografului scurgerii care indică în orice moment al ploii intensitatea scurgerii și volumul total. Această metodă este cea mai complexă și cea mai precisă.

Pentru calculul timpului de concentrare se poate folosi și relația:

$$T_c = 0,875 \sqrt{\frac{L \times \gamma}{K \times I \times \sqrt{i}}} \quad (12.8), \text{ în care:}$$

T_c = timpul de concentrare în minute;

L = distanța în metri, până la locul unde începe scurgerea ;

K = coeficientul de scurgere;

I = intensitatea precipitațiilor în mm/minut;

i = panta terenului.

γ = coeficientul de rugozitate;

Timpul de concentrare egal cu durata ploii, înseamnă că apa ajunge la punctul de amplasare a lucrării și reprezintă debitul maxim pentru care se dimensionează lucrarea.

Coeficienții medii de scurgere în funcție de panta terenului, vegetație și textura solului se stabilesc folosind datele din tabelul 12.45, adaptat după [Frevert, (90)].

Tabelul 12.45

Valoarea coeficienților medii de scurgere la diferite folosințe, pante și clase texturale (90)

Modul de folosință a terenului	Panta (%)	Luto-nisipos și nisipo-lutos	Lutos și luto-argilos	Argilos
Pădure	0-5	0,10	0,30	0,40
	5-10	0,25	0,35	0,50
	10-30	0,30	0,50	0,60
Pășune	0-5	0,10	0,30	0,40
	5-10	0,16	0,36	0,55
	10-30	0,22	0,42	0,60
Teren cultivat	0-5	0,30	0,50	0,60
	5-10	0,40	0,60	0,70
	10-30	0,52	0,72	0,82

Calculul debitului maxim este necesar pentru dimensionarea canalelor și a debușeelor pentru evacuarea apei pe versanți, pentru calculul lățimii benzilor înierbate, a perdelor antierozionale, a deversoarelor etc. Pentru calculul debitului maxim pe versanți, în cazul bazinelor hidrografice mici, se folosește următoarea relație:

$$Q = 0,167 K \times S \times I \quad (12.9) \quad \text{în care:}$$

Q = debitul în m³/s;
K = coeficientul de scurgere;
S = suprafața de colectare în hectare;
I = intensitatea ploii în mm/minut.

Durata ploii este egală cu timpul de concentrare cerut de lucrarea antierozională.

Calculul scurgerii totale (V) la o anumită ploaie interesează la proiectarea lucrărilor de reținere a apei de pe versanți sau pe firul văilor.

Volumul total de apă scurs la o anumită ploaie se calculează cu relația:

$$V = 10 S \times H \times K \quad (12.10) \quad \text{în care:}$$

V = volumul de apă (m³);
10 = coeficient de transformare (din ha în m² și din mm în m³/m²);
S = suprafața (hectare);
H = înălțimea ploii (mm), pentru frecvența cerută de lucrare;
K = coeficientul mediu de scurgere.

Relieful influențează procesul de eroziune prin caracteristicile morfometrice ale versanților și ale bazinului hidrografic. Panta, lungimea, forma și expoziția versanților determină intensitatea proceselor de eroziune.

Panta medie a versantului reprezintă tangenta unghiului format de planul înclinat al terenului cu planul orizontal și se poate exprima în grade sau în procente. Panta determină viteza de scurgere a apei și deci intensitatea de erodare a solului.

Potrivit relației lui Chezy ($V = C\sqrt{RI}$), la o creștere a pantei de 4 ori viteza medie de scurgere a apei se dublează și deci energia cinetică a curentului ($E = \frac{m \cdot v^2}{2}$) se majorează de patru ori.

Popa (42) a efectuat o clasificare a terenurilor în funcție de valoarea pantei prezentată în tabelul 12.46.

Tabelul 12.46

Clasificarea terenurilor în funcție de valoarea pantei (42)

Nr. crt.	Panta (%)	Denumirea terenului
1	0-5	Practic orizontale
2	5-12	Slab înclinate
3	12-18	Mijlociu înclinate
4	18-25	Puternic înclinate
5	25-35	Foarte puternic înclinate
6	>35	Abrupte

Lungimea medie a versanților (L_m) folosită în calculul eroziunii se calculează cu relațiile:

a. pentru suprafețe cu mai multe talveguri:

$$L_m = \frac{1000 \cdot F}{1,8 \cdot \sum l} \quad (12.11), \quad \text{în care:}$$

L_m = lungimea medie a versanților (m);

F = suprafața de colectare (km²);

$\sum l$ = lungimea totală a talvegurilor (km).

b. pentru suprafețe cu doi versanți și un singur talveg:

$$L_m = \frac{500 \cdot F}{L_s} \quad (12.12), \quad \text{în care:}$$

L_s = lungimea sinuoasă a talvegului (km)

Relieful, prin caracteristicile morfometrice ale versanților care influențează energia cinetică a apei din precipitații determină eroziunea într-o măsură mai mare sau mai mică.

Panta, lungimea și forma versărilor influențează viteza de scurgere a apei, amplifică energia cinetică și astfel determină capacitatea de erodare a solului de către apa care se scurge. Lungimea versantului influențează atât viteza cât și debitul cu care se scurge apa. Aceste elemente hidraulice ale scurgerii cresc din zona amonte către baza versantului și astfel crește și forța de eroziune a apei.

În tabelul 12.47 se prezintă pierderile de sol în funcție de pantă și lungimea versantului obținute în cercetările efectuate în plantațiile de viță de vie, fără măsuri de conservare a solului.

Tabelul 12.47

Pierderile de sol (t/ha) în funcție de pantă și lungimea versantului la vița de vie

Panta (%)	Lungimea versantului (m)				
	20	50	100	200	300
5-10	5,5	21,7	61,6	174,2	320,1
10-15	7,7	30,3	85,7	242,7	445,1
15-25	12,6	49,7	140,7	398,1	731,2
25-35	23,1	91,5	258,8	731,9	1344,8

Lățimea fâșiilor cultivate se stabilește ținând seama de viteza critică de neeroziune sau de criteriul eroziunii medii anuale admisibile. Pentru calculul distanței limită de neeroziune se folosește relația 12.13.

$$L \leq \frac{v_c^2}{m^2 c K I} \quad (12.13), \quad \text{în care:}$$

L = lungimea versantului (m);

$$c = \alpha \sqrt{i}$$

v = viteza m/sec;

m = parametru privind concentrarea apei (1 pentru scurgerea laminară și 2 pentru șuvoaie);

α = coeficient pentru rugozitate, cu valori între 7 și 30;

I = panta terenului (%);

K = coeficientul de scurgere;

I = intensitatea precipitațiilor (m/s).

Deoarece parametrii privind concentrarea apei și coeficienții de scurgere se determină greu pe teren, la stabilirea lățimii fâșiilor se utilizează mai mult criteriul eroziunii medii anuale tolerabile.

Lățimea fâșiilor se stabilește în funcție de mărimea pantei, regimul de precipitații din sezonul critic de eroziune, structura culturilor, rezistența solului la eroziune și multiplul lățimii semănătorilor pentru cereale și prășitoare.

Lungimea versantului sau lățimea fâșiei cultivate pentru o limitare a pierderilor de sol prin eroziune la 3 t/ha/an se calculează cu relația 12.14.

$$L^{0,3} = \frac{3}{K(1,36+0,97 i+1,138 i^2)} \times \frac{1}{S \times C \times C_s} \quad (12.14), \quad \text{în care:}$$

L = lungimea versantului (m);

K = agresivitatea pluvială, cu valori de la 0,08 la 0,16 ;

i = panta terenului (%);

S = erodabilitatea solului conform clasificării stabilite de Luca;

C = structura culturilor, cu următoarele valori:

1,00 - prășitoarele sunt cultivate în monocultură;

0,60 - 2/3 prășitoare și 1/3 leguminoase și cereale păioase;

0,50 - 1/2 prășitoare și 1/2 leguminoase și cereale păioase;

0,40 - 1/3 prășitoare și 2/3 leguminoase și cereale păioase;

0,25 - 1/5 prășitoare și 4/5 leguminoase și cereale păioase;

0,15 - pentru asolament de protecție cu leguminoase și graminee perene.

C_s = parametru pentru influența măsurilor și lucrărilor antierozionale cu valorile din tabelul 12.48 [Moțoc, (8)].

Tabelul 12.48

Valoarea parametrului privind influența lucrărilor antierozionale (C_s) (8)

Panta terenului (%)	Sistem de cultură pe direcția curbelor de nivel	Sistem de cultură în fâșii și benzi înierbate	Sistem de cultură în terase
<5	0,50	-	-
5-10	0,60	0,30	-
10-15	0,70	0,35	-
15-20	0,80	0,40	0,15
20-25	0,90	0,45	0,15
>25	-	0,50	0,15

Pentru a ușura calculul, în STAS-ul privind combaterea eroziunii solului, lățimea fâșiei cultivate în metri (D) se calculează cu relațiile:

$D = 10^{2,22} - 0,3 I$, pentru soluri rezistente la eroziune;

$D = 10^{2,15} - 0,3 I$, pentru soluri mijlociu rezistente la eroziune;

$D = 10^{2,05} - 0,3 I$, pentru soluri slab rezistente la eroziune.

în care : I = panta terenului (%).

Pentru calculul distanței de amplasare a benzilor înierbate pe terenurile arabile, tot în STAS-ul citat anterior, s-a propus relația:

$$D = S_1 \times T_2 \times I^{0,28} \quad (12.15), \quad \text{în care:}$$

D = distanța de amplasare a benzilor (m);

S_1 = coeficient, cu valori de :

1,90 - solurile cu grosimi < 0,35 m, formate pe strat litologic compact;

2,40 - soluri cu grosimi de 0,35 – 0,60 m, formate pe substrat litologic afânat;

2,90 - pe soluri cu grosimi >0,60 m, formate pe material lóessoid;

T = valorile eroziunii admisibile (4-6 t/ha/an);

I = panta terenului (%).

Eficacitatea antierozională a sistemului de lucrare pe direcția generală a curbelor de nivel este maximă pe terenurile cu pante mai mici de 5-6 %. Acest sistem presupune admiterea unei abateri de la direcția generală a curbelor de nivel, în funcție de textura solului, de cel mult 5% pe distanțe mai mici de 200 m și de 2-3% când distanțele sunt mai mari.

Eficacitatea antierozională a sistemului de cultură în fâșii este maximă pe terenurile cu pante cuprinse între 5 și 12%. Metoda constă în alternarea culturilor pe suprafața versantului în funcție de gradul lor de protecție antierozională. Lățimea fâșiilor cultivate are valori variabile, stabilite pe criteriul eroziunii medii anuale admisibile.

Sistemul de cultură cu benzi înierbate constă în amplasarea pe versanți a unor benzi având lățimea unei semănători sau a unui multiplu al acesteia, semănate cu un amestec de ierburi, la distanțe între ele calculate pe criteriul eroziunii medii anuale admisibile. Acest sistem are eficacitate bună pe versanții cu pante cuprinse între 12 și 18%.

Sistemul antierozional de cultură cu terase banchetă constă în amplasarea pe versanții cu pante de peste 20% a unor banchete, la distanțe variabile, stabilite prin calcul după criteriul eroziunii medii anuale admisibile care contribuie la stăvilirea semnificativă a fenomenului de eroziune și la îmbunătățirea gradului de mecanizare a terenurilor cu pante mari.

Forma versantului influențează scurgerea și ca urmare și eroziunea.

Versanții cu profil convex sunt cei mai intens erodați pentru că panta se accentuează spre bază, determinând creșterea energiei cinetice a scurgerii. Considerând indicii de erodare al versanților dreupți egal cu unitatea, la versanții convecși acest indice este cuprins între 1,25 și 1,50 iar pentru cei concavi între 0,5 și 0,75.

Solul și roca influențează direct procesul de eroziune prin gradul de rezistență la acțiunea apei și indirect, prin capacitatea de infiltrație sau prin capacitatea de reducere a debitului scurgerii la suprafață.

Ușurința de desprindere și de transport a particulelor de sol sub acțiunea apei este numită erodabilitatea solului sau gradul de erodabilitate al solului. Erodabilitatea solului este influențată de stabilitatea hidrică a agregatelor de structură, de textura și densitatea aparentă a solului, de conținutul de humus și de gradul de eroziune.

Nivelul de rezistență al solului la eroziune este determinat de însușirile acestuia și se poate determina cu ajutorul simulatorului de ploaie. Cu ajutorul aparatului, ploaia este simulată pe o suprafață înclinată și provoacă eroziune. Picăturile cad pe această suprafață prin capilarele plăcii aflate sub cilindrul umplut cu apă și slăbesc rezistența particulelor de sol care se ridică și apoi cad din nou pe pantă. La baza suprafeței înclinate, apa și particulele de sol sunt colectate într-un rezervor.

În aceleași condiții naturale climatice și de relief eroziunea solului se manifestă cu intensitate mai mare sau mai mică în funcție de tipul de sol.

Erodabilitatea unui sol reprezintă un indicator prin intermediul căruia se definește vulnerabilitatea unui anumit tip de sol față de agentul eroziv apa, sau ușurința unui sol de a fi erodat. Rezistența la eroziune a unui sol este influențată de însușirile fizice, hidrofizice, chimice și biologice. Erodabilitatea solurilor este influențată de textura solului, structura și stabilitatea hidrică a acesteia, conținutul în humus, viteza de infiltrație, gradul de tasare și eroziune etc. Sunt considerate rezistente la eroziune:

- solurile cu un conținut ridicat de humus și carbonat de calciu;
- solurile cu textură mijlocie, lutoase și luto-nisipoase, bine structurate, cu o stare de afânare mijlocie;
- solurile cu o viteză de infiltrație și permeabilitate bună;
- solurile cu o activitate microbiologică ridicată.

Nivelul de rezistență al solului la eroziune este determinat de însușirile acestuia, dintre care cele mai importante sunt textura, compoziția chimică, structura și roca din care s-a format.

Permeabilitatea și prin urmare viteza de infiltrație a apei în sol, este mai mare la solurile cu textură nisipoasă, unde apa din precipitații se infiltrează și nu provoacă procese de eroziune importante.



După saturarea cu apă a solurilor nisipoase ca urmare a ploilor torențiale, procesele de eroziune sunt foarte puternice, fiind favorizate și de coeziunea mică a nisipului. Pe versanții cu soluri ușoare și cu pantă mare, la care în adâncime apar straturi impermeabile de argilă, pe lângă procesele de eroziune grave se produc și alunecări de teren.

Pe solurile argiloase, datorită unei permeabilități reduse și a capacității mici de infiltrație, procesele de eroziune sunt intense. La aceste soluri, dacă structura este distrusă iar porozitatea totală și infiltrația scad, eroziunea este intensă.

Cea mai bună rezistență la eroziune o au solurile mijlocii, cu textură lutoasă sau luto-nisipoasă și cu structură bună.

În funcție de rezistența la eroziune, s-au determinat coeficienții de erodabilitate, care au valoarea cuprinsă între 1 și 2 la solurile brune de pădure și cele cenușii, cu rezistență asemănătoare pe tot profilul și 0,6 la cernoziomurile cambice și cele carbonatice, care au rezistență mare numai în orizonturile superioare.

Rezistența solului la eroziune poate fi apreciată cu ajutorul parcelor pentru controlul scurgerilor, cu ajutorul infiltrometrului sau folosind metoda profilelor reconstituite.

Vegetația are un rol important în prevenirea și diminuarea eroziunii și la ameliorarea solurilor erodate. Vegetația influențează procesul de eroziune prin tipul de vegetație, gradul și perioada de acoperire a solului, prin dezvoltarea sistemului radicular și puterea de refacere a biomasei.

Un rol însemnat în protecția antierozională a solului îl asigură ierburile perene începând cu anul doi de vegetație, care dispersează picăturile de ploaie și le reduc energia cinetică, împiedicând desfacerea agregatelor și formarea crustei. Scurgerile pe terenurile înierbate sunt dispersate, viteza lor este redusă și astfel scade capacitatea de desprindere și de transport a particulelor de sol.

Vegetația asigură protecția solului împotriva eroziunii prin:

- interceptarea picăturilor de ploaie și reducerea energiei cinetice a acestora;

- reținerea pe vegetație a unor cantități de precipitații cuprinse între 5 mm la ierburi, 10 mm la arbuști deși și 15 mm la pădurea deasă;

- reducerea vitezei de scurgere a apei datorită rugozității vegetației;

- îmbunătățirea structurii și a porozității solului;

- fixarea solului de către sistemul radicular.

După gradul de protecție asigurat solului, culturile se clasifică în:

- *culturi foarte bune protectoare ale solului împotriva eroziunii*, care asigură un grad de acoperire a solului de peste 75%, clasă în care intră gramineele perene și leguminoasele perene, cum sunt lucerna, trifoiul și sparceta, din al doilea an de vegetație;

- *culturi bune protectoare ale solului împotriva eroziunii*, cu un grad de acoperire de 50-75%, ca inul, cerealele păioase, dughia, meiul, iarba de Sudan;

- *culturi mediu protectoare ale solului împotriva eroziunii*, care asigură un grad de acoperire al solului de 25-50%, ca mazărea, mazăricea, fasolea, soia, năutul, bobul;

- *culturi slab protectoare ale solului împotriva eroziunii*, cu un grad de acoperire al solului sub 25%, categorie în care intră cartoful, porumbul, floarea-soarelui, sfecla pentru zahăr.

Activitățile umane pot amplifica sau reduce procesul de eroziune prin modalitățile de acțiune asupra celorlalți factori ai eroziunii.

Prin distrugerea pădurilor, deștelenirea și pășunatul abuziv, prin parcelarea terenului pe direcția pantei și efectuarea lucrărilor agricole pe linia de cea mai mare pantă sau prin cultivarea terenului cu plante slab protectoare și fără aplicarea de îngrășăminte organice, activitatea omului amplifică procesul de eroziune, efectele acesteia depășind ca amploare și intensitate pe cele ale factorilor naturali.

Prin activitatea sa, omul intervine asupra climei iar prin activitatea agricolă modifică regimul hidric și termic al solului, cu consecințe asupra cursurilor de apă.

12.4.6 LUCRĂRI AGROTEHNICE PENTRU PREVENIREA ȘI COMBATEREA EROZIUNII SOLULUI

Măsurile și lucrările antierozionale au eficacitate maximă dacă sunt aplicate diferențiat, pe bazine hidrografice sau cel puțin pe un versant și nu pe suprafața izolată a unor sole, proprietăți sau unități administrative. Prevenirea și combaterea eroziunii solului se realizează prin lucrări care pot fi grupate după următoarele criterii:

După efectul asupra procesului de eroziune, se disting:

- lucrări cu caracter preventiv;
- lucrări de ameliorare și punere în valoare a terenurilor erodate.

După natura lucrărilor antierozionale, se deosebesc:

- măsuri și lucrări organizatorice;
- lucrări agrotehnice;
- lucrări silvice;
- lucrări speciale de amenajare antierozională.

După forma de eroziune, se diferențiază astfel:

- lucrări de prevenire și combatere a eroziunii de suprafață;
- lucrări pentru combaterea eroziunii în adâncime.

În funcție de categoria de folosință a terenului, se deosebesc:

- lucrări de prevenire și combatere a eroziunii pe terenurile arabile;
- lucrări de prevenire și combatere a eroziunii în plantații de viță de vie;
- lucrări de prevenire și combatere a eroziunii în plantațiile pomicole;
- lucrări de prevenire și combatere a eroziunii pe pășuni.

Lucrările antierozionale, pentru a-și atinge scopul, trebuie proiectate în complex, pe bazine hidrografice, împreună cu o serie de lucrări care cuprind organizarea teritoriului, lucrările agropedoameliorative, lucrările de amenajare a versanților, lucrările agrotehnice, amenajarea și stabilizarea torenților și a terenurilor alunecate etc.

Lucrările antierozionale asigură protecția solului și protecția întregii zone a bazinului hidrografic când sunt proiectate, executate și completate cu lucrări agrotehnice adecvate, care includ asolamente cu plante amelioratoare, sisteme de fertilizare și de lucrare a solului. O parte din aceste categorii de lucrări trebuie asigurate de beneficiarii terenurilor însă în bazinele hidrografice mari, unde lucrările de combaterea eroziunii solului predomină, trebuie să funcționeze sisteme hidroameliorative specializate.

Eroziunea solului constituie una dintre cele mai mari calamități pentru agricultură, unde produce o serie de efecte dăunătoare, cum sunt scăderea fertilității solului, diminuarea producției, înrăutățirea regimului apelor, accentuarea secetei ș.a. Degradarea însușirilor fizice și chimice ale solului, ca urmare a spălării particulelor fine de sol, a orizontului cu humus și a elementelor nutritive (N, P, K, Ca), determină scăderea treptată a fertilității solului.

Eroziunea este o formă de poluare severă care, necontrolată într-o zonă, determină poluarea altor zone pentru că scurgerile de apă și sol prin eroziune conțin nitrați, metale grele și pesticide care ajung în rețeaua hidrografică.

Măsurile de prevenire și cele pentru combaterea eroziunii solului trebuie să îndeplinească următoarele cerințe:

- să micșoreze sau să reducă total pierderile de sol;
- să asigure reținerea și evacuarea controlată a apei;
- să nu provoace colmatarea suprafețelor aflate în aval;
- să asigure mecanizarea lucrărilor agricole;
- să reducă eroziunea sub limitele tolerabile;
- să fie simple, ieftine, ușor de executat, de exploatat și rezistente în timp.

12.4.6.1 ORGANIZAREA TERITORIULUI

Organizarea teritoriului pe bazine hidrografice constă în aplicarea unui ansamblu de măsuri și lucrări agricole, silvice și hidroameliorative pentru protecția antierozională a tuturor suprafețelor agricole și folosirea lor rațională.

Proiectele de organizare și amenajare a teritoriului cuprind măsuri și lucrări care să asigure folosirea tuturor suprafețelor, valorificarea eficientă a acestora, protecția terenurilor împotriva inundațiilor și a diferitelor procese de degradare. Acestea se întocmesc pe unități agricole și pe categorii de folosință și trebuie să asigure:

- folosirea și exploatarea eficientă a tuturor suprafețelor în concordanță cu condițiile pedoclimatice și cu cerințele pentru protecția antierozională și cu cele economice;
- controlul scurgerilor de apă și sol, protecția terenurilor din bazin contra inundațiilor și aluviunilor, protecția lucrărilor hidrotehnice și hidroameliorative precum și a obiectivelor sociale și industriale din zonă;
- adaptarea și folosirea eficientă a sistemii de mașini, a tehnicii și a tehnologiilor moderne precum și îmbunătățirea condițiilor de muncă;
- reorganizarea și adaptarea categoriilor de folosință la condițiile actuale existente și reducerea suprafețelor cu terenuri neproductive.

La întocmirea proiectelor de organizare a teritoriului se fac studii privind condițiile pedoclimatice, tehnice și economice din zonă, pentru stabilirea celor mai bune soluții privind categoriile de folosință, structura culturilor și pentru stabilirea lucrărilor agrotehnice.

Studiile topografice cuprind hărțile, realizate la scara 1:1000 până la 1:5000, cu situația actuală a categoriilor de folosință a terenului, cu lucrările existente, drumurile, construcțiile, formele de eroziune și alte detalii tehnice necesare pentru elaborarea proiectului de organizare a teritoriului.

Studiile de cartare a eroziunii solului realizate pe o bază topografică la scară mare (1/1000) permit reprezentarea pe hărți a diferitelor forme ale eroziunii, factorii care o condiționează, precum și celelalte procese de degradare a solului. Condițiile tehnice actuale permit realizarea de hărți de eroziune la scară mare, respectiv 1/1000 până la 1/5000, care permit reprezentarea amănunțită a proceselor de eroziune și a altor forme de degradare și ajută la întocmirea proiectelor speciale pentru organizarea teritoriului și la aplicarea lucrărilor pentru ameliorarea solurilor.

Studiile pedologice și agrochimice, care cuprind însușirile fizico - chimice ale solurilor, sunt necesare pentru stabilirea lucrărilor agropedoameliorative pentru refacerea fertilității și pentru valorificarea eficientă a tuturor suprafețelor.

Studiile hidrologice și geomorfologice, se referă la rețeaua hidrografică și caracteristicile versanților și sunt utilizate pentru stabilirea lucrărilor antierozionale necesare.

Studiile climatice privesc temperaturile, precipitațiile, frecvența vânturilor și elementele climatice specifice microclimatului platourilor, văilor și a versanților care influențează creșterea și dezvoltarea plantelor precum și structura culturilor.

Studiile social economice cuprind resursele umane și materiale ale zonei, necesare pentru dezvoltarea activităților economice, precum și indicatorii privind eficiența antierozională a lucrărilor de organizare a teritoriului.

Datorită schimbării condițiilor de climă și sol și a creșterii necesarului de energie, hrană și de agrement ale populației, categoriile de utilizare a terenurilor trebuie adaptate acestor cerințe și fiecare suprafață trebuie să aibă o destinație care să îmbunătățească biodiversitatea, producția de alimente și biocarburanți, agroturismul și produsele tradiționale.

Sistemele de amenajare a terenurilor pentru conservarea solului și apei cuprind sistemele antierozionale de cultură (culturi în fâșii, benzi înierbate, terase) și lucrările pentru interceptarea și controlul scurgerilor cum sunt șanțurile temporare, canalele permanente, rezervoarele de apă, deșeurile etc. (foto 12.6).



Foto 12.6 - Teren în pantă amenajat cu sisteme de cultură în fâșii cu benzi înierbate

Organizarea teritoriului funcție de panta terenului, cu sistemul de culturi în fâșii, cu benzi înierbate sau agroterase, aplicarea unor tehnologii de cultură moderne împreună cu lucrările agropedoameliorative, determină reducerea pierderilor de sol prin eroziune sub limitele considerate “tolerabile”, în funcție de capacitatea anuală de refacere naturală a solului și o valorificare în condiții eficiente a acestor terenuri.

Nivelarea, este prima lucrare din complexul de lucrări antierozionale a terenului. Înainte de efectuarea lucrărilor de amenajare, chiar și înainte de a executa cele mai simple lucrări pentru combaterea eroziunii solului, mai ales pe suprafețele unde au apărut forme ale eroziunii în adâncime, se face lucrarea de nivelare a terenului.

Aceasta constă în nivelarea ogașelor și ravenelor pentru ca lucrările agrotehnice să poată fi executate pe direcția curbelor de nivel și pentru a valorifica aceste suprafețe. Denivelările și ogașele adânci de până la 60-80 cm se pot acoperi cu ajutorul plugului, prin efectuarea repetată a lucrării de arat pe ambele laturi ale acestora, cu răsturnarea brazdei spre interior. Ogașele și denivelările mai mari se pot acoperi cu buldozerele prin împingerea, perpendicular sau oblic, a pământului din ambele părți. Ravenele a căror adâncime nu depășește 5 m se pot nivela tot cu buldozerul.



Când se execută nivelarea este necesar ca în prealabil să se facă decopertarea stratului cu humus, depunerea acestuia pe suprafețe alăturate și apoi împrăștierea lui pe suprafața nivelată.

Pe terenurile unde au apărut formațiuni ale eroziunii în adâncime se creează greutăți la mecanizarea lucrărilor agricole, în special la executarea celor de pregătire a patului germinativ, semănat și întreținere iar în cazul spălării orizonturilor superioare, apar la zi orizonturi cu o textură grea, care se lucrează cu dificultate.

Fertilizarea organică, executată pentru uniformizarea fertilității solului este a doua lucrare în organizarea și amenajarea terenurilor în pantă. În următorii 3-4 ani după nivelare trebuie aplicată o fertilizare suplimentară, cu doze mai mari cu 30% față de restul suprafeței. Pe terenurile nivelate cu pantă mare se recomandă cultivarea în primii ani a ierburilor perene, care consolidează solul și refac fertilitatea acestuia.

Stabilirea categoriilor de folosință și a asolamentelor pe terenurile arabile, sunt măsuri importante în organizarea teritoriului, prin stabilirea unei structuri a culturilor care să asigure reducerea eroziunii sub pierderile tolerabile.

În vederea stabilirii măsurilor și a lucrărilor pentru conservarea solului și a apei pe versanți, sunt necesare măsuri și activități care cuprind:

- identificarea zonelor cu grad ridicat de vulnerabilitate la eroziune;
- studiul reliefului pentru completarea bazei de date necesare proiectării lucrărilor de combatere a eroziunii solului pe terenurile în pantă;
- determinarea pierderilor de apă, sol, humus și elemente minerale la diferite culturi datorate eroziunii și stabilirea eficienței antierozionale a lucrărilor pentru Combaterea Eroziunii Solului (CES);
- determinarea cantităților de elemente minerale și de nitrați scurse prin eroziune la diferite culturi agricole și stabilirea modalităților și a măsurilor de reducere a poluării solului;
- elaborarea unor sisteme de cultură antierozionale pentru reducerea eroziunii și creșterea fertilității solului pe terenurile în pantă erodate.

Scopul acestor măsuri constă în diminuarea pierderilor de sol și elemente nutritive, stabilirea metodelor pentru aplicarea lucrărilor de conservare a solului, amenajare și dimensionare a lucrărilor antierozionale.

Evaluarea riscului de eroziune a solului este necesară pentru stabilirea utilizării terenurilor și pentru planificarea structurii culturilor în sezonul critic de eroziune.

12.4.6.2 SEZONUL CRITIC PENTRU EROZIUNEA SOLULUI

În vederea stabilirii și executării unor lucrări antierozionale eficiente trebuie să se țină seama de erozivitatea pluvială și de perioada din an când se produc cele mai intense procese de eroziune. Această perioadă, denumită “sezonul critic de eroziune”, este cuprinsă pentru zona noastră între lunile aprilie și august. Stabilirea sezonului critic de eroziune este necesară pentru a asigura nivelul critic de acoperire a solului, în vederea menținerii unui risc redus de eroziune a acestuia. Stabilirea acestui sezon se face cu ajutorul parcelelor pentru controlul scurgerilor de apă și sol prin eroziune la diferite culturi agricole.

Cercetări efectuate la SCDCES MM Perieni privind pierderile de sol prin eroziune în timpul anului, la diferite culturi, au demonstrat că la ierburile perene din anul doi de vegetație, peste jumătate din acestea s-au produs în lunile iunie, iulie și august. La ierburile perene în anul doi de vegetație, deși volumele scurgerilor lichide sunt mari în lunile iunie și august, cantitățile de sol erodat au fost reduse datorită biomasei bogate care reține solul. În luna iulie când ierburile sunt proaspăt cosite, la același volum de apă scursă ca în luna iunie, s-a erodat de două ori mai mult sol, fapt care evidențiază rolul foarte important al vegetației în reducerea eroziunii. La culturile de grâu și orz, care oferă o bună protecție antierozională, deși în luna iulie s-au înregistrat cele mai multe scurgeri, pierderile cele mai mari de sol s-au înregistrat în luna august când aceste culturi erau recoltate iar solul era neacoperit cu vegetație sau arat.

Experiențele realizate la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Podu-Iloaiei, județul Iași, în perioada 2000-2015 au urmărit studiul scurgerilor de apă și sol prin eroziune la diferite culturi și stabilirea sezonului critic de eroziune a solului în aceasta zonă. Din analiza datelor privind precipitațiile înregistrate s-a constatat că din totalul de 531,5 mm, 250,3 mm (47,1%) au căzut în lunile iunie –august (tabelul 12.49) [Ailincăi, (36)].

Din cantitatea totală de precipitații înregistrate, 338,5 mm au produs scurgeri iar 56,5% dintre acestea (191,5 mm) s-au produs în lunile iunie - august. La culturile slab protectoare, porumb și floarea-soarelui, cantitățile medii de apă scursă prin eroziune au fost de 39,2 - 41,5 mm, din care 24,0-25,7 mm (61,2 - 61,9%) s-au scurs în lunile iunie-august (tabelul 12.50) (36).

Tabelul 12.49

**Precipitațiile medii înregistrate și cele care au determinat scurgeri
prin eroziune în Câmpia Moldovei (36)**

Luna	Precipitațiile medii (mm)	Precipitațiile care au determinat scurgeri (mm)	Precipitațiile medii (%)	Precipitațiile care au determinat scurgeri (%)
Ianuarie	37,4	3,0	7,0	0,9
Februarie	23,2	3,7	4,4	1,1
Martie	35,0	29,1	6,6	8,6
Aprilie	49,2	36,3	9,3	10,7
Mai	45,9	32,6	8,6	9,6
Iunie	75,2	56,6	14,1	16,7
Iulie	107,5	81,5	20,2	24,1
August	67,6	53,4	12,7	15,8
Septembrie	42,9	21,9	8,1	6,5
Octombrie	47,6	20,4	9,0	6,0
Total	531,5	338,5	100,0	100,0

Tabelul 12.50

**Distribuția lunară a scurgerilor de apă prin eroziune
la culturile slab protectoare (36)**

Luna	Floarea soarelui		Porumb	
	Apă scursă (mm)	Apă scursă (%)	Apă scursă (mm)	Apă scursă (%)
Ianuarie	1,8	4,3	1,9	4,8
Februarie	1,9	4,6	1,8	4,6
Martie	2,3	5,5	2,4	6,1
Aprilie	3,2	7,7	3,2	8,2
Mai	4,5	10,8	4,2	10,7
Iunie	9,9	23,9	9,6	24,5
Iulie	11,3	27,2	10,2	26,0
August	2,4	5,8	2,1	5,4
Septembrie	2,1	5,1	1,9	4,8
Octombrie	2,1	5,1	1,9	4,8
Total	41,5	100,0	39,2	100,0

Pierderile medii anuale de sol prin eroziune pe 15 ani, înregistrate la porumb și floarea-soarelui, au fost de 6,753 respectiv 7,385 t/ha/an (tabelul 12.51). Din totalul pierderilor de sol înregistrate, 19,7-20,4% au avut loc în primăvară, 68,7- 69,2% în lunile de vară și 6,1-6,6% în lunile de toamnă. Diferențele de 4,5-4,9%, din totalul pierderilor anuale de sol prin eroziune, au fost înregistrate în timpul iernii, odată cu topirea zăpezii.

Tabelul 12.51

**Distribuția lunară a pierderilor de sol prin eroziune
la culturile slab protectoare (36)**

Luna	Floarea-soarelui		Porumb	
	Sol erodat (t/ha/an)	Sol erodat (%)	Sol erodat (t/ha/an)	Sol erodat (%)
Ianuarie	0,108	1,46	0,109	1,61
Februarie	0,226	3,06	0,223	3,30
Martie	0,292	3,95	0,186	2,75
Aprilie	0,479	6,49	0,519	7,69
Mai	0,685	9,28	0,669	9,91
Iunie	2,234	30,25	3,312	34,24
Iulie	2,304	31,20	1,903	28,18
August	0,573	7,76	0,426	6,31
Septembrie	0,221	2,99	0,232	3,44
Octombrie	0,263	3,56	0,174	2,58
Total	7,385	100,0	6,753	100,0

Valoarea medie a pierderilor de sol prin eroziune, înregistrate în lunile iunie și iulie, au fost de 0,424 t/ha la rapița de toamnă, 0,291 t/ha la grâul de toamnă și 0,093 t/ha la ierburile perene, în anul doi de vegetație.

La culturile de grâu și orz de toamnă, cantitățile medii de apă scursă au fost de 6,3 - 25,3 mm, iar dintre acestea 6,3-11,6 mm (45,8-54,3%) s-au produs în intervalul iunie-august (tabelul 12.52).

Tabelul 12.52

**Distribuția lunară a scurgerilor de apă prin eroziune
la culturile bune protectoare (36)**

Luna	Grâu de toamnă		Mazăre	
	Apă scursă (mm)	Apă scursă (%)	Apă scursă (mm)	Apă scursă (%)
Ianuarie	0,2	1,7	0,5	2,0
Februarie	0,9	7,8	1,8	7,1
Martie	0,6	5,2	3,1	12,3
Aprilie	0,7	6,0	2,5	9,9
Mai	1,1	9,5	2,7	10,7
Iunie	2,5	21,6	4,6	18,2
Iulie	2,6	22,4	5,4	21,4
August	1,2	10,3	1,6	6,3
Septembrie	0,9	7,8	1,5	6,0
Octombrie	0,9	7,8	1,6	6,2
Total	11,6	100,0	25,3	100,0

La cultura grâului de toamnă, în intervalul iunie-august s-au erodat 0,47 t/ha (68,9%) iar la mazăre pierderile de sol prin eroziune, în intervalul mai-iulie, au fost de 1,104 t/ha (54,0%) (tabelul 12.53) [Ailincăi, (36)].

Tabelul 12.53

Pierderile de sol prin eroziune la culturile bune protectoare (36)

Luna	Grâu de toamnă		Mazăre	
	Sol erodat (t/ha/an)	Sol erodat (%)	Sol erodat (t/ha/an)	Sol erodat (%)
Ianuarie	0,002	0,3	0,091	4,4
Februarie	0,011	1,6	0,224	10,9
Martie	0,038	5,6	0,112	5,5
Aprilie	0,013	1,9	0,151	7,4
Mai	0,027	4,0	0,233	11,4
Iunie	0,096	14,1	0,412	20,1
Iulie	0,195	28,6	0,459	22,4
August	0,179	26,2	0,189	9,2
Septembrie	0,069	10,1	0,081	4,0
Octombrie	0,052	7,6	0,094	4,6
Total	0,682	100,0	2,046	100,0

La culturile de leguminoase și graminee perene, scurgerile medii multianuale de apă au fost de 6 mm, din care 3,7 mm (61,7%) s-au înregistrat în lunile iulie-august, când acestea sunt cosite (tabelul 12.54). Tot în acest interval, deși scurgerile de apă au fost cele mai mari, pierderile de sol au fost doar de 0,150 t/ha (54,1%).

Tabelul 12.54

Distribuția lunară a scurgerilor de apă și sol prin eroziune la culturile de leguminoase și graminee perene în anul doi de vegetație (36)

Luna	Apă scursă (mm)	Apă scursă (%)	Sol erodat (t/ha/an)	Sol erodat (%)
Ianuarie	0,1	1,7	-	-
Februarie	0,5	8,3	-	-
Martie	0,4	6,7	0,017	6,1
Aprilie	0,5	8,3	0,029	10,5
Mai	0,6	10,0	0,036	13,0
Iunie	1,2	20,0	0,047	16,9
Iulie	1,4	23,3	0,075	27,1
August	0,6	10,0	0,028	10,1
Septembrie	0,3	5,0	0,026	9,4
Octombrie	0,4	6,7	0,019	6,9
Total	6,0	100,0	0,227	100,0

12.4.6.3 ORGANIZAREA ANTIEROZIONALĂ A TERENURILOR ARABILE ÎN PANTĂ

La organizarea terenurilor arabile în pantă se vor avea în vedere:

1. *Alegerea corespunzătoare a terenului arabil în funcție de pantă, sol, eroziune și fertilitate.* Pentru această categorie de folosință trebuie să fie atribuiți versanți uniformi, cu soluri fertile și terenuri cu panta de până la 20-25%. Până la această limită de pantă majoritatea culturilor pot asigura producții bune cu tehnologii adecvate și se poate asigura mecanizarea majorității lucrărilor agricole.

2. *Realizarea unor sole cu forme și dimensiuni adecvate pentru asigurarea unui randament maxim în mecanizarea lucrărilor agricole și pentru combaterea eroziunii solului.*

Se recomandă ca solele să fie de formă dreptunghiulară și orientate cu latura lungă pe direcția curbelor de nivel, cu abateri de până la 5%, pentru a se asigura lățimi constante ale fâșiilor cultivate, necesare pentru mecanizarea lucrărilor.

Sola trebuie să cuprindă pe cât posibil terenuri cu un grad de fertilitate cât mai apropiat, în vederea aplicării uniforme a îngrășămintelor și a sistemelor de lucrări antierozionale.

Suprafețele soarelor trebuie să fie aproximativ egale, pentru a ușura introducerea asolamentelor și a sistemelor antierozionale de cultură.

În funcție de panta terenului lățimea soarelor se va alege astfel:

- pe pante de 5-10% solele vor avea lățimea de 300-200 m;
- pe pante de 10-20% lățimea soarelor va fi de 200-100 m;
- pe pante >20% solele vor avea lățimea <100 m.

3. *Realizarea unei rețele de drumuri care să asigure micșorarea cheltuielilor de transport, a suprafețelor ocupate de acestea și eficiența lucrărilor antierozionale.*

Rețeaua de drumuri trebuie să asigure accesul ușor al mașinilor agricole, să nu ocupe mai mult de 0,8% din suprafața teritoriului deservit și pe nici un tronson panta să nu depășească 8%. Prin modul de amplasare, drumurile trebuie să contribuie la dispersarea, diminuarea, colectarea și conducerea dirijată a scurgerilor pentru a nu se transforma în formațiuni ale eroziunii în adâncime. Fiecare solă trebuie să fie deservită de unul sau mai multe drumuri de exploatare, pentru a permite accesul mașinilor și utilajelor agricole. Accesul la sole se poate face atât de pe drumurile orientate pe direcția

curbelor de nivel cât și pe la capetele acestora, de pe drumurile de legătură trasate oblic sau în serpentină.

4. *Organizarea teritoriului arabil trebuie să asigure aplicarea tuturor sistemelor antierozionale de cultură necesare*, a lucrărilor agrotehnice, hidrotehnice sau altor lucrări din complexul antierozional.

Măsurile agrotehnice, care au devenit obligatorii prin standardul de eco-condiționalitate, prevăd lucrări pentru reducerea eroziunii solului, începând cu sistemele antierozionale de cultură până la lucrările hidrotehnice complexe.

Pentru prevenirea și combaterea eroziunii solului sunt necesare o serie de măsuri, cum sunt:

- executarea arăturilor și a celorlalte lucrări pe o direcție cât mai apropiată de cea a curbelor de nivel;
- aplicarea lucrărilor agrotehnice la timp și de calitate;
- efectuarea lucrării de arat cu plugul reversibil sau fără întoarcerea brazdei;
- folosirea îngrășămintelor organice, care îmbunătățesc structura solului;
- utilizarea asolamentelor cu leguminoase și graminee perene.

12.4.6.4 STRUCTURA ȘI ROTAȚIA CULTURILOR PE TERENURILE ÎN PANTĂ

La stabilirea sortimentului de culturi pe terenurile în pantă trebuie să se aibă în vedere faptul că vegetația este unul din principalii factori care determină eroziunea solului.

La alegerea culturilor trebuie să se țină seama de mai multe criterii care au în vedere protecția oferită solului împotriva eroziunii, obținerea unor producții cât mai mari, mărimea pantei și gradul de mecanizare al lucrărilor.

1. *Protecția solului împotriva eroziunii.* În funcție de protecția antierozională asigurată solului culturile au fost împărțite în următoarele grupe:

a. *Culturi foarte bune protectoare.* În această grupă sunt cuprinse leguminoasele și gramineele perene începând cu anul doi de vegetație. Acestea asigură solului un grad de acoperire de cel puțin 75%. Leguminoasele și gramineele perene sunt încadrate în asolamente cu sole săritoare care se mențin 4-5 ani și apoi se succed în timp pe toate celelalte sole ale asolamentelor. Cu cât panta terenului este mai mare și numărul de sole săritoare cu leguminoase

și graminee perene va crește. La leguminoasele și gramineele perene din anul doi de vegetație pierderile medii de sol prin eroziune au fost de 0,2-0,3 t/ha/an. Rădăcinile la aceste culturi funcționează ca drenuri naturale favorizând infiltrarea apei din precipitații. Pe lângă aceste avantaje ierburile perene au un rol ameliorativ deosebit contribuind la îmbunătățirea însușirilor fizice, chimice și biologice ale solului.

b. Culturi bune protectoare. Din această grupă fac parte cerealele păioase, rapița de toamnă, borceagul de toamnă și alte culturi furajere anuale care asigură un grad de acoperire al solului cuprins între 50 și 75%. La aceste culturi pierderile medii multianuale de sol prin eroziune, înregistrate pe terenurile cu panta de 12-16%, au fost cuprinse între una și trei tone pe hectar pe an, deci în limitele pierderilor tolerabile de sol prin eroziune.

c. Culturi mediu protectoare. Din această grupă fac parte leguminoasele anuale (mazăre, mazărice, soia, lupin, fasole) care asigură un grad de acoperire al solului cuprins între 25 și 50%. La mazăre pierderile de sol prin eroziune sunt cuprinse între 3-4 t/ha/an, deci mai apropiate de cele admisibile, însă la soia și fasole pierderile de sol înregistrate au fost de 5-6 t/ha/an, deci cu mult peste cele tolerabile.

d. Culturi slab protectoare. Din această grupă fac parte culturile prășitoare (porumb, floarea-soarelui, cartof, sfeclă pentru zahăr) care asigură un grad de acoperire al solului sub 25%, deci o protecție antierozională a solului redusă. La aceste culturi pierderile medii de sol prin eroziune, pe terenurile cu panta de 12-16%, sunt de 10-12 t/ha/an, deci depășesc de trei - patru ori valoarea pierderilor admisibile.

Pe terenurile cu panta de 16% din Câmpia Moldovei, structura culturilor, care a determinat reducerea pierderilor de sol prin eroziune la valori sub 3,2 t/ha, a cuprins 20% cereale păioase, 20% leguminoase anuale, 20% culturi prășitoare și 40% leguminoase și graminee perene (tabelul 12.55) [Ailincăi, (30)].

2. Producția culturilor pe terenurile în pantă. Culturile care valorifică mai bine condițiile specifice terenurilor în pantă și dau producții ridicate, sunt grâul de toamnă, orzul, secara, leguminoasele și gramineele perene, porumbul etc.

Culturile la care pe terenurile în pantă se înregistrează producții mici și neeconomice sunt plantele tehnice. Pe terenurile moderat și puternic erodate, în special în condiții de fertilizare redusă, producțiile sunt mici la toate culturile și se înregistrează pierderi, însă în condiții de fertilizare cu îngrășăminte organice și minerale se realizează sporuri de producție ridicate.

Tabelul 12.55

**Scurgerile medii anuale de sol și apă prin eroziune
la diferite asolamente pe terenurile în pantă (30)**

Rotația	Apa scursă		Eroziunea		Carbon organic (kg/ha)	Plante prășitoare (%)
	(mm)	%	(t/ha/an)	%		
¹ Pm	29,6	100	8,425	100	167	100
FGFIPG	22,3	75	5,049	60	101	60
GP	20,5	69	5,044	60	100	50
PWMSf+G	21,6	73	4,731	56	94	40
MGP	20,8	70	4,625	55	92	33
MPSf+2G	17,8	60	3,206	38	64	20
SGP+ 2G	16,3	55	3,096	37	62	40
MGP + 3G	15,6	53	2,714	32	54	17

¹Pm = porumb monocultură, FGFIPG = rotația fasole-grâu-floarea soarelui-porumb-grâu; GP = rotația grâu-porumb, MGP = mazăre-grâu-porumb, PWMSf + G = rotația mazăre-grâu-porumb - floarea soarelui + o solă cu graminee și leguminoase perene; SGP = soia-grâu- porumb + 2G.

La cultura porumbului sporurile medii de producție, pe zece ani, obținute pe terenurile cu panta de 16% în Câmpia Moldovei au fost cuprinse, în funcție de sistemul de fertilizare, între 74% (2270 kg/ha) și 129% (3950 kg/ha) pe terenurile slab erodate și între 112% (2460 kg/ha) și 148% (3250 kg/ha) pe terenurile puternic erodate (tabelul 12.56). În cazul aplicării unor doze moderate de îngrășăminte minerale împreună cu resturi vegetale au fost de 91-99% (2780-3040 kg/ha) pe terenul slab erodat și de 112-120% (2460-2630 kg/ha) la solul puternic erodat.

La cultura porumbului producția obținută la solul puternic erodat situat în treimea mijlocie a versantului, în zona critică de eroziune, a fost cu 20% (1160 kg/ha) mai scăzută față de producția înregistrată pe terenul slab erodat situat în partea din amonte a versantului.

La cultura grâului de toamnă, amplasată în aceleași condiții, sporurile medii de producție au fost cuprinse, în funcție de sistemul de fertilizare, între 100% (2030 kg/ha) și 161% (3270 kg/ha) pe terenurile slab erodate și între 144% (1860 kg/ha) și 206% (2660 kg/ha) pe terenurile puternic erodate (tabelul 12.57) [Ailincăi, (30)]. Aplicarea unor doze moderate de azot și fosfor împreună cu resturile vegetale a determinat, după 39 de ani de experimentare,

Tabelul 12.56

**Efectul sistemelor de fertilizare minerală, organică și cu resturi vegetale
asupra producției de porumb pe terenurile cu panta de 16% (30)**

Doza	Sol slab erodat			Sol puternic erodat		
	Producția (kg/ha)	%	Diferența (kg/ha)	Producția (kg/ha)	%	Diferența (kg/ha)
N ₀ P ₀	3070	100	-	2200	100	-
N ₁₂₀ P ₁₀₀	6310	206	3240	4910	223	2710
N ₁₆₀ P ₁₀₀	7020	229	3950	5450	248	3250
40 t/ha gunoi	5340	174	2270	4960	225	2760
N ₈₀ P ₈₀ + 40 t/ha gunoi	6760	220	3690	5370	244	3170
N ₈₀ P ₈₀ + 6 t/ha paie	6010	196	2940	4810	219	2610
N ₈₀ P ₈₀ +6 t/ha coceni	5850	191	2780	4660	212	2460
N ₈₀ P ₈₀ +5 t/ha vreji mazăre	6110	199	3040	4830	220	2630
Media	5809	100%		4649	80,0%	-1160
DL 5%			312			295
DL 1%			437			405
DL 0,1%			575			530

Tabelul 12.57

**Efectul sistemelor de fertilizare minerală, organică și cu resturi vegetale
asupra producției de grâu pe terenurile cu panta de 16% (30)**

Doza	Sol slab erodat			Sol puternic erodat		
	Producția kg/ha	%	Diferența kg/ha	Producția kg/ha	%	Diferența kg/ha
N ₀ P ₀	2030	100	-	1290	100	-
N ₁₂₀ P ₁₀₀	4860	239	2830	3620	281	2330
N ₁₆₀ P ₁₀₀	5300	261	3270	3950	306	2660
40 t/ha gunoi	4060	200	2030	3210	249	1920
N ₈₀ P ₈₀ + 40 t/ha gunoi	5130	253	3100	3920	304	2630
N ₈₀ P ₈₀ + 6 t/ha paie	4310	212	2280	3270	253	1980
N ₈₀ P ₈₀ + 6 t/ha coceni	4140	204	2110	3150	244	1860
N ₈₀ P ₈₀ + 5 t/ha vreji mazăre	4490	221	2460	3380	262	2090
Media	4290	100%		3224	75,2%	-1066
DL 5%			310			290
DL 1%			420			380
DL 0,1%			540			490

obținerea unor sporuri de producție față de varianta nefertilizată cuprinse între 104 și 121% (2110-2460 kg/ha) pe terenul slab erodat și între 144-162% (1860-2090 kg/ha) pe solul puternic erodat. Producția medie obținută la cultura grâului de toamnă, pe terenul puternic erodat a fost cu 24,8% (1066 kg/ha) mai mică față de cea realizată pe solul slab erodat. După 39 de ani de aplicare a îngrășămintelor cu azot și fosfor în doze de $N_{120}P_{100}$, pentru fiecare kilogram de substanță activă de îngrășământ s-a obținut un spor de producție cuprins, în funcție de gradul de eroziune, între 10,6 și 12,9 kg de grâu și între 12,3 și 14,7 kg de porumb (30).

3. *Mărimea pantei.* În funcție de panta terenului, structura culturilor se stabilește diferențiat, pentru a se asigura un control eficient al scurgerilor de apă și sol prin eroziune. Pe măsură ce panta terenului crește, ponderea culturilor slab protectoare se reduce în favoarea grupelor de culturi bune și foarte bune protectoare. Din analiza rezultatelor publicate privind controlul eroziunii pe terenurile în pantă din Câmpia Moldovei, s-a constatat că pentru reducerea pierderilor de sol sub limita tolerabilă de 3-4 t/ha/an pe terenurile cu panta mai mare de 15%, ponderea culturilor care asigură o protecție antierozională bună și foarte bună trebuie să fie de peste 60-70% [Ailincăi, (30); Jităreanu, (47)] (tabelul 12.58).

Tabelul 12.58

Structura culturilor (%) recomandată pe terenurile arabile în pantă din Câmpia Moldovei

Grupa de culturi	Panta terenului (%)			
	< 5%	5-10	10-15	15-20
Foarte bune protectoare	5	10	15	20
Bune protectoare	20	25	30	40
Mediu protectoare	20	25	30	25
Slab protectoare	55	40	25	15

4. *Gradul de mecanizare al lucrărilor.* Pe terenurile cu pantă mare culturile de cereale păioase, leguminoase anuale și plantele furajere trebuie să aibă o pondere cât mai mare pentru că acestea nu necesită multe lucrări mecanice și asigură o bună protecție antierozională a solului. Pe terenurile cu panta de peste 18% lucrările de întreținere mecanizată a prășitoarelor se execută cu mare dificultate sau necesită o sistemă de mașini speciale.

Pe terenurile erodate din județul Cluj, Guș și colab. (91) recomandă rotațiile și structura de culturi prezentată în tabelul 12.59.

Tabelul 12.59

Structura culturilor (%) recomandată pe terenurile în pantă din județul Cluj (91)

Grupa de culturi	Luvosol cu panta de 8-14%	Preluvosol cu panta de 16-25%	Faeoziom cu panta de 8-16%
Cereale păioase	40	35	35
Prășitoare	20	15-20	35
Leguminoase anuale + plante tehnice	10-20	15-20	20
Plante furajere	10-20	20-25	10

12.4.6.5 ASOLAMENTELE PE TERENURILE ARABILE ÎN PANTĂ

Dintre factorii agrotehnici, însușirile fizice ale solului, ca textura, structura, densitatea aparentă și porozitatea, influențează direct regimurile aero-hidrice și termice din sol, care pot fi îmbunătățite prin evitarea folosirii monoculturii și a rotației grâu - porumb și prin introducerea asolamentelor cu leguminoase și graminee perene.

Amplasarea culturilor în cadrul asolamentelor pe terenurile în pantă se face după aceleași principii utilizate pe terenurile plane. Pe terenurile în pantă amplasarea culturilor în cadrul asolamentelor trebuie să asigure, în același timp, prevenirea și combaterea eroziunii solului, efectuarea tuturor lucrărilor pe direcția generală a curbelor de nivel și ameliorarea însușirilor fizice și agrochimice ale solului.

Asolamentul este principala măsură care are efecte importante în reducerea eroziunii solului fără a impune cheltuieli suplimentare și care constă în restrângerea suprafețelor ocupate de culturi ce favorizează eroziunea și introducerea în rotație a culturilor care acoperă bine solul și ameliorează fertilitatea. Plantele prășitoare se pot amplasa pe pante de până la 6-8%, leguminoase anuale pe pante de 10-14%, cereale păioase pe pante până la 15-18% iar leguminoasele și gramineele perene pe pante mai mari de 18-20%. În alcătuirea unui asolament care să protejeze solul împotriva eroziunii trebuie să predomine leguminoasele și gramineele perene, apoi plantele anuale care se seamănă în rânduri apropiate iar procentul de plante care se seamănă în rânduri depărtate să se reducă odată cu creșterea pantei.

La organizarea asolamentelor, pentru a preveni și combate eroziunea solului, laturile lungi ale solilor se vor amplasa pe linia generală a curbilor de nivel până la panta de 12%, dar odată cu creșterea pantei peste 18% această amplasare se va face strict pe curba de nivel.

Din analiza influenței diferitelor rotații asupra producției s-a constatat că în condițiile terenurilor cu panta de 12% din Câmpia Moldovei, la cultura grâului de toamnă amplasată în asolamentul mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + o solă săritoare cu leguminoase și graminee perene, s-a obținut un spor de producție, față de monocultură, de 26% (736 kg/ha). La cultura porumbului în aceeași rotație sporul de producție obținut, față de monocultură, a fost de 31% (1364 kg/ha) (tabelul 12.60) [Ailincăi (30)].

Asolamentele mixte se organizează pe terenurile cu panta de 12-18% și cuprind culturi prășitoare, leguminoase anuale, culturi furajere, plante tehnice dar și sole săritoare cu leguminoase și graminee perene. Pe terenurile cu panta de peste 18-25% trebuie să se organizeze obligatoriu asolamente de protecție a solului, care cuprind 6-10 sole din care cel puțin jumătate trebuie să fie cultivate cu leguminoase și graminee perene.

Pe terenurile cu panta mai mari de 20-25%, pentru a putea reduce eroziunea sub limitele tolerabile, se recomandă cultivarea numai a leguminoaselor și gramineelor perene.

Tabelul 12.60

Influența asolamentului și a rotației culturilor asupra producției de grâu și porumb după 39 de ani de experimentare (30)

Rotația	Producția de grâu			Producția de porumb		
	kg/ha	%	Diferența (kg/ha)	kg/ha	%	Diferența (kg/ha)
Monocultură	2864	100	-	4398	100	-
Grâu - porumb	2898	101	34	4962	113	564
Mazăre – grâu - porumb	3510	123	646	5380	122	982
Mazăre - grâu – porumb – floarea soarelui + solă săritoare cu ierburi	3600	126	736	5762	131	1364
DL 5%			194			359
DL 1%			345			522
DL 0,1%			496			642

La Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare pentru Combaterea Eroziunii Solului „Mircea Moțoc” Perieni s-a stabilit un tip de asolament de protecție a solului pentru terenurile cu pante mari, care cuprinde un număr de 6-9 sole, din care majoritatea sunt semănate cu ierburi perene. Celelalte sole sunt cultivate cu cereale păioase, leguminoase anuale, prășitoare ș.a. funcție de cerințele din fermă. Din cercetările privind structura culturilor în asolamentele de protecție amplasate pe terenurile cu panta mai mare de 35% a rezultat că numai ierburile perene asigură o protecție corespunzătoare a solului.

Pentru terenurile în pantă din județul Cluj, Guș și colab. (92) a stabilit tipurile de asolamente în funcție de tipul de sol și de condițiile de cultură de pe versant (tabelul 12.61).

Tabelul 12.61

**Asolamentele recomandate pentru diferite condiții
de versant și tipuri de sol (92)**

Condițiile versantului	Panta	Asolamentul recomandat
Expoziție N, NE, NV	8-14%	1. Secară 2. Cartof 3. In fibră 4. Borceag de toamnă 5. Orzoaică
Expoziție S	16-25%	1. Grâu 2. Trifoi 3. Grâu 4. Porumb
Erodisol	Pantă >30%	1. Sparcetă 2. Sparcetă 3. Sparcetă + <i>Bromus</i> 4. <i>Bromus</i> 5. Sparcetă
Luvosol	Panta >25% pH <5	1. Ghizdei-fân 2. Ghizdei - fân 3. Ghizdei - m.v. 4. Ghizdei - m.v. 5. Grâu de toamnă 6. In pentru fibră

Aplicarea asolamentului de 4 ani a determinat, în comparație cu rotația de doi ani, obținerea unor sporuri de producție de 25% (980 kg/ha) la grâu, 29% la porumb (1820 kg/ha) și 26% (940 kg/ha) la soia (tabelul 12.62) [Guș și colab., (92)].

Tabelul 12.62

**Influența duratei asolamentului asupra producției
pe terenurile în pantă din județul Cluj (92)**

Durata asolamentului	Grâu		Porumb		Soia	
	Producția (q/ha)	Dif. (%)	Producția (q/ha)	Dif. (%)	Producția (q/ha)	Dif. (%)
Asolament 2 ani	39,6	100	62,7	100	35,8	100
Asolament 3 ani	44,5	112	79,5	127	39,7	111
Asolament 4 ani	49,4	125	80,8	129	45,2	126
DL 5% (q/ha)		0,13		0,80		0,45
DL 1% (q/ha)		0,22		1,32		0,75
DL 0,1% (q/ha)		0,41		2,47		1,41

12.4.6.6 SISTEME DE FERTILIZARE PE TERENURILE ÎN PANTĂ

Valorificarea eficientă a îngrășămintelor de către culturile agricole se realizează prin asigurarea unor raporturi optime între elemente în mediul de nutriție și prin eliminarea pierderilor de azot și de alte elemente, care se produc prin diverse procese. Îmbunătățirea eficienței utilizării îngrășămintelor se poate realiza prin folosirea unor sisteme de cultură integrate, care cuprind asolamente cu leguminoase și graminee perene, folosirea îngrășămintelor organice și a resturilor vegetale, aplicarea localizată a îngrășămintelor, odată cu semănatul și cu prașilele mecanice, folosirea îngrășămintelor cu solubilizare lentă și aplicarea lucrărilor agro-pedo-ameliorative de afânare, amendare, fertilizare ameliorativă, drenaje, pentru menținerea însușirilor fizice, chimice și biologice ale solului în condiții optime.

Din Raportul de Mediu pe anul 2018, s-a constatat că în România pierderile medii de azot și fosfor datorită poluării sunt de 3,05 kg/ha/an azot și de 0,22 kg/ha/an fosfor. Din datele prezentate rezultă că din această emisie difuză medie specifică pe suprafața totală, 1,18 kg N/ha și 0,21 kg P/ha se datorează activităților agricole. Din aceste pierderi, o parte însemnată rezultă din scurgerile de apă, sol și nitrați de pe terenurile în pantă erodate.

Analizând situația aplicării fertilizanților chimici pe solurile agricole din România, în perioada 1999-2017, se remarcă dublarea suprafeței fertilizate comparativ cu anul 1999, atingând un maxim în anul 2017 (7272565 ha).

Comparativ cu anul 1999, cantitățile totale de NPK aplicate pe terenurile arabile au crescut de la 35,4 la 61,89 kg/ha (tabelul 12.63) [INS, (93)].

Aceste cantități sunt însă mult mai reduse decât necesarul anual al culturilor, astfel încât ele se consumă din rezerva naturală a solului.

Tabelul 12.63

Cantitatea de îngrășăminte chimice (kg/ha) utilizate în agricultura României (1999-2017) (N + P₂O₅ + K₂O) (93)

Anul	Agricol	Arabil	Suprafața fertilizată (ha)
1999	22,5	35,4	3640900
2000	23,0	36,5	3724578
2005	31,3	49,0	5737529
2010	32,7	51,0	7092256
2015	36,41	56,7	6574741
2016	35,13	54,7	6491498
2017	39,74	61,89	7272565

Cantitatea de îngrășăminte naturale aplicată în anul 2017, când au fost fertilizate numai 8,53% din suprafețele cultivate, suprafețe care au scăzut comparativ cu anii precedenți (2014-2016), este mai mică cu cca 24% comparativ cu cea utilizată în anul 1999, cantitatea medie aplicată fiind de 17,8 t/ha (tabelul 12.64). Dacă luăm în considerare și fertilizarea minerală, se constată faptul că este necesară o echilibrare a balanței nutritive pe aceste terenuri pentru a se realiza producții sigure și stabile.

Tabelul 12.64

Cantitatea de îngrășăminte naturale aplicate în România în perioada 1999-2017 (93)

Anul	Suprafața pe care s-au aplicat (ha)	Cantitatea medie (t/ha)
1999	680016	24,537
2000	674200	23,454
2005	632947	26,179
2010	600052	25,38
2015	864218	17,60
2016	862330	17,31
2017	708364	17,8

Dacă procesele de eroziune a solului nu sunt controlate, scurgerile de apă care conțin nitrați, vor polua și zonele învecinate sau apele subterane.



Din analiza calității apelor subterane în România a rezultat că la nivelul anului 2017, la 13,8% din numărul punctelor de monitorizare concentrația de nitrați a depășit valoarea de 50 mg NO₃/litru. Din numărul total de 462 puncte în care s-au monitorizat pesticidele, s-a înregistrat o concentrație mai mare de 0,1 μg/litru în două puncte la Alaclor și 9 puncte la Atrazin.

Eroziunea solului prin apă și vânt dăunează mediului înconjurător și impune promovarea Bunelor Condiții Agricole și de Mediu (BCAM), prin aplicarea măsurilor de conservare a solului și prin utilizarea culturilor care protejează solul în timpul anului, asigurând acoperirea acestuia cu vegetație și reducerea levigării nitraților.

Poluarea cu nitrați constituie o problemă majoră, atât pe plan național cât și internațional, datorită numeroaselor surse care contribuie la creșterea concentrației acestor substanțe în sol și apă, respectiv îngrășămintele cu azot folosite intensiv, scurgerile prin eroziune sau dejecțiile de la fermele zootehnice depozitate incorect. Datorită pierderilor de nitrați și a emisiilor de amoniac, dozele maxime de azot au fost limitate în UE-28 la 150-170 kg/ha.

Agricultura este principala sursă de poluare cu azotați a apelor subterane, reprezentând un pericol major, deoarece aceștia au tendința de a se acumula. Aproximativ jumătate din azotul aplicat culturilor este efectiv folosit de către acestea, o pătrime este denitrificat și o pătrime ajunge sub formă de nitrați în apa subterană.

Dintre diferitele forme ale azotului prezente în soluri sau aplicate ca fertilizatori, doar ionul nitrat este spălat în cantități apreciabile de apă și trece prin profilul solului. Spălarea nitraților în apa subterană este influențată în principal de intensitatea fertilizării, perioada de aplicare a îngrășămintelor, eficiența utilizării de către culturi a elementelor minerale, nivelul precipitațiilor, practicile de irigare, textura solului, temperatura etc.

Dacă nu sunt încorporate în sol și sunt aplicate în vegetație, ureea și sulfatul de amoniu determină importante pierderi de NH₃ prin volatilizare.

Unitățile administrativ - teritoriale (UAT), situate la altitudini medii de 400 - 600 m și care au o pantă medie egală sau mai mare de 15%, sunt sprijinite financiar, sub forma unei plăți anuale fixe pe hectarul de teren agricol utilizat, în cadrul zonei montane defavorizate.

Controlul concentrației ionilor de NO₃⁻ și NH₄⁺ din sol, în diferite condiții de umiditate, temperatură și pH, a demonstrat că ionii NO₃⁻ se levigă ușor în solurile umede sau irigate, în comparație cu forma NH₄⁺, care este mai greu levigată, întrucât este reținută prin adsorbție la particulele coloidale.

Acest fenomen a determinat în ultima perioadă trecerea la producția de îngrășăminte cu azot amoniacal sau uree combinate cu inhibitori de nitrificare, având rolul de încetinire a activității microorganismelor nitrificatoare și de prelungire a duratei de transformare a moleculelor de NH_4^+ în ioni NO_3^- . Dintre îngrășămintele cu solubilitate lentă, produse industrial prin condensarea ureei cu aldehidă formică în mediul acid, cele mai utilizate sunt ureeaformaldehida, isobutilidendiureea, formalena și produse solubile de azotat de amoniu și uree acoperite cu pelicule protectoare împotriva solubilizării rapide [Lixandru, (94)].

Aplicarea Directivei Nitrați determină beneficii în agricultură, pentru asigurarea calității apei, aerului și solului și în atenuarea schimbărilor climatice.

Concentrația nitraților în apele subterane este în mod normal mai mică de 10 mg/l, însă Directiva privind apele subterane a stabilit valoarea pragului maxim pentru concentrația de nitrați la 50 mg/l, deși multe state membre și-au stabilit propriile limite, mai stricte.

Gunoii de grajd și alte deșeurii organice provoacă emisii de amoniac care afectează sănătatea oamenilor și mediul prin procesele de acidifiere a solurilor, eutrofizare a apelor, poluare a aerului și a solului. Se estimează ca prin aplicarea Directivei privind nitrații să se contribuie la reducerea până în 2022, a emisiilor de amoniac cu 15% față de nivelurile din 2000.

Activitățile legate de creșterea animalelor și aplicarea fertilizanților eliberează oxid de azot și metan, gaze cu efect de seră cu potențial de încălzire globală de 310, respectiv de 21 de ori mai mare decât cea a dioxidului de carbon. Prin punerea în aplicare a Directivei privind nitrații ar putea să se reducă emisiile de oxid de azot cu 6%, comparativ cu nivelurile din 2000 și să se contribuie la atenuarea schimbărilor climatice.

Specialiștii din lumea medicală consideră valoarea concentrației nitraților din apele subterane de 50 mg/l mult prea ridicată, în special pentru consumul destinat sugarilor și copiilor mici motiv pentru care prin Directiva 2003/40/CE se recomandă statelor membre să coboare limita nitraților din apele minerale extrase de pe teritoriul lor la 18 mg/l, însă statele europene au introdus propriile praguri pentru conținutul nitraților în apa îmbuteliată, mult mai mici decât cele stabilite la Bruxelles. Peste 90% din apele minerale îmbuteliate în România au un conținut de nitrati sub 10 mg/l, sub limita de 18 mg/l recomandată. Limita nitrților, nu poate depăși însă 0,150 mlg/litru, adică de 35 ori mai mică ca limita admisă pentru nitrați.

Reducerea deversărilor de nutrienți în acumulările și pânzele de apă, prin realizarea de platforme pentru depozitarea și gestionarea corespunzătoare a gunoiului de grajd, plantarea de perdele forestiere de protecție pe terenurile erodate, plantarea de bariere de vegetație și fâșii tampon pe terenurile în pantă și în jurul cursurilor de apă, asigură protecția acestora împotriva poluării cu nitrați.

Indicatorul privind *balanța brută a nutrienților pe hectarul de teren agricol* utilizat estimează surplusul de azot de pe terenurile agricole din statele UE-28. Valoarea acestuia se calculează ca raport între cantitatea totală de azot intrată în sistemul agricol și cantitatea totală de azot ieșită din sistem, exprimată pe unitatea de suprafață a terenului agricol. Indicatorul evidențiază toate intrările și ieșirile de azot de pe un teren agricol.

Intrările constau în cantitatea de azot aplicată prin îngrășăminte minerale și naturale, azotul fixat de plante și emisiile din aer.

Ieșirile sunt prin recolte, ierburi și culturi consumate de animale. Emisiile de azot în aer sub formă de NO₂ sunt dificil de estimat și nu sunt luate în calcul. Balanța brută a substanțelor nutritive oferă indicații privind riscul de poluare al corpurilor de apă, de suprafață și subterane, ca urmare a scurgerii surplusului de nutrienți de pe suprafețele agricole.

Excedentul de azot aplicat terenurilor agricole a scăzut cu aproximativ 18% față de media UE-28, care a fost de 62,2 kg pe hectar în perioada 2000-2003, până la o medie de 51,1 kg pe hectar în perioada 2012-2015.

Deși balanța cantităților de azot este în scădere în majoritatea statelor membre, excedentele de azot din agricultură sunt încă ridicate în unele zone ale Europei. Cantitatea maximă de azot permisă a fi aplicată prevăzută în Directiva Nitrați este de 170 kg/hectar/an azot, însă pentru unele state există încă "derogări" la surplusul de azot: Olanda (189), Malta (147), Belgia (132), Regatul Unit (83), Germania (82), Danemarca (80), Italia (66). Țările cu o agricultură dezvoltată, Franța (42) și Spania (39), Polonia (48), au un surplus de azot apropiat de media înregistrată în UE-28, care este de 51,1 kg azot pe hectarul de teren agricol utilizat. Pe ultimele locuri, cu excedente reduse de azot comparativ cu valoarea de 170 kg de azot pe hectar pe an, sunt Bulgaria (28), Estonia (22) și România (9).

Directiva COM (2006) 232, cu privire la protecția solului în statele membre, are în vedere identificarea zonelor cu risc de eroziune și cu materie organică în declin precum și a celor afectate de compactare, salinizare și de alții factori de degradare.



Proiectele FAO, privind folosirea îngrășămintelor pentru anul 2030, presupun creșteri lente la îngrășămintele cu azot în multe regiuni, comparativ cu cele din trecut. Aceste proiecte, bazându-se pe creșterea eficienței de utilizare a elementelor minerale, prevăd că între anii 1999 și 2030, creșterea consumurilor de nutrienți va de peste 37%, fapt care atrage după sine creșterea emisiilor de N_2O datorită fertilizării cu azot.

Concluzia generală care a rezultat din cercetările efectuate privind administrarea îngrășămintelor pe terenurile în pantă este că asigurarea fertilității și obținerea de producții rentabile nu se pot realiza fără aplicarea în complex a îngrășămintelor minerale, gunoiului de grajd, resturilor vegetale și îngrășămintelor verzi.

Fertilizarea pe terenurile în pantă trebuie să asigure în primul rând fertilizarea pentru ameliorarea solului și apoi fertilizarea culturilor în funcție de condițiile pedoclimatice și potențialul genetic al soiurilor și hibrizilor. La solurile erodate fertilizarea ameliorativă are rolul să refacă capacitatea de producție și să aducă solul la o condiție de fertilitate normală care apoi să fie menținută prin fertilizarea obișnuită în cadrul tehnologiilor de cultură.

Îndepărtarea nutrienților din sol prin absorbția lor de către plante, prin levigare și prin procesul de eroziune, determină diminuarea conținuturilor de forme mobile ale elementelor. Pentru terenurile în pantă sărace în humus și elemente minerale fertilizarea trebuie să asigure cel puțin consumurile de nutrienți din sol pentru formarea producției.

Consumurile medii de elemente nutritive după Codul de bune practici stabilit de ICPA București [ICPA (13)] sunt prezentate în tabelul 12.65.

Valorificarea mai eficientă a îngrășămintelor se face prin aplicarea localizată a acestora, odată cu semănatul și cu prașilele mecanice și prin folosirea îngrășămintelor foliare. La fertilizarea efectuată odată cu semănatul culturilor, pentru realizarea amestecurilor de îngrășămintele simple va fi exclusă ureea, din cauza acțiunii nocive a amoniacului format din uree și a reducerii locale a accesibilității fosforului.

Fertilizarea de stimulare, cu soluții de îngrășămintele foliare, se face concomitent cu lucrările tehnologice de erbicidare, prevenirea bolilor foliare și combaterea dăunătorilor sau odată cu executarea lucrărilor de întreținere a culturilor. Prin aceasta, la cerealele păioase se aplică cantități suplimentare de azot, sub formă de uree, dizolvată în soluția de erbicid sau în soluția preparatelor pentru tratarea bolilor foliare și respectiv, de combatere a ploșniței.

Tabelul 12.65

**Consumurile medii de elemente nutritive din sol
pentru formarea recoltei (13)**

Cultura	Raportul producție principală : secundară	Consum elemente nutritive kg/ tona de produs principal și secundar		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Grâu de toamnă	Boabe : paie 1 : 1,3	26,5	13,7	16,4
Orz și orzoaică	Boabe : paie 1 : 1,1	23,0	10,8	22,3
Secară	Boabe : paie 1 : 1,5	27,5	9,4	26,8
Ovăz	Boabe : paie 1 : 1,5	28,5	11,0	31,2
Porumb boabe	Boabe : tulpini 1 : 1,6	27,5	12,5	16,5
Porumb pentru siloz	Plante întregi cu știuleți	6,5	3,0	5,5
Sfeclă pentru zahăr	Rădăcini : frunze și colete 1 : 1	4,9	2,0	6,0
Sfeclă furajeră	Rădăcini : frunze 1:0,5	3,8	1,7	7,9
Cartof	Tuberculi : vreji 1 : 0,5	5,2	2,7	7,5
Floarea-soarelui	Semințe : tulpini 1:3	36,5	17,5	50,0
Rapiță pentru ulei	Semințe : tulpini 1 : 3	51,5	36,0	44,0
In pentru semințe	Semințe : tulpini 1 : 3	59,0	17,3	72,0
Fasole boabe	Boabe : vreji 1 : 1,5	59,5*	13,4	25,0
Mazăre boabe	Boabe : vreji 1 : 1,5	61,0*	16,6	28,0
Soia	Boabe : vreji 1 : 1,5	70,0*	22,5	34,0
In pentru fuior	Tulpini	11,0	7,0	13,0
Cânepă	Tulpini	10,0	8,5	17,5
Lucernă	Masă verde la începutul înfloririi	8,0*	1,6	6,5
Trifoi roșu	Masă verde la începutul înfloririi	6,5*	1,5	5,5
Golomăț	Masă verde	6,0	1,7	8,3
Borceag (ovăz+măzărliche)	Masă verde	6,5*	2,4	5,5
Porumb	Masă verde	3,0	1,7	4,5

*în cea mai mare parte din simbioza cu microorganismele fixatoare de azot

Pe lângă uree se pot adăuga cantități corespunzătoare de microelemente și substanțe organice fiziologic active pentru intensificarea metabolismului plantelor. Concentrația ureei în soluția de pesticid, va fi diferențiată în raport cu planta de cultură și temperatura aerului. Astfel, la cultura grâului și orzului de toamnă, aflate în faza de formare a paiului, concentrația de uree admisă este de maximum 6 - 8%, când temperatura aerului este de 15 °C și de 4-6%, când temperatura este mai mare de 15 °C. Alte culturi, cum sunt porumbul, floarea-soarelui, cartoful, soia, tomatele, tolerează ureea pe frunze numai în concentrații mai mici de 2,5%.

Experimentările efectuate pe terenurile în pantă din țara noastră au evidențiat în toate zonele necesitatea aplicării îngrășămintelor minerale și organice și faptul că sporurile de producție raportate la kilogramul de îngrășământ aplicat au fost cu atât mai mari cu cât terenul este mai erodat.

La cultura grâului de toamnă amplasată într-un asolament de cinci ani cu o solă săritoare cu leguminoase și graminee perene (fasole-grâu-porumb-floarea-soarelui + obsigă, la SCDCES MM Perieni, Bârlad și mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + lucernă cu raigras, la SCDA Podu-Iloaiei, Iași), aplicarea unor doze moderate de îngrășămintă minerale împreună cu 30 t/ha gunoi a determinat, după 39 de ani de experimentare, obținerea unor sporuri de 63-77% (1430-1650 kg/ha) (tabelul 12.66) [Năstasă, (95), Ailincăi, (31)].

Tabelul 12.66

**Influența fertilizării asupra producției de grâu cultivat
pe terenurile în pantă moderat erodate (95, 31)**

Doza	SCDCESMM Perieni, Bârlad			SCDA Podu-Iloaiei, Iași		
	Producția kg/ha	%	Diferența kg/ha	Producția kg/ha	%	Diferența kg/ha
Nefertilizat	2280	100		2140	100	
N ₈₀ P ₈₀	3550	156	1270	3670	171	1530
N ₁₃₀ P ₁₀₀	3650	160	1370	3780	177	1640
N ₈₀ P ₈₀ + 30 t/ha gunoi	3710	163	1430	3790	177	1650
DL 5% (kg/ha)			268			260
DL 1% (kg/ha)			367			350
DL 0,1% (kg/ha)			491			460

La cultura porumbului amplasată în asolamentul de cinci ani cu o solă amelioratoare cu leguminoase și graminee perene, fertilizarea organo-minerală a determinat obținerea unor sporuri de producție, comparativ cu varianta nefertilizată, de 134-126% (3350-3640 kg/ha) (tabelul 12.67) [Năstasă, (95), Ailincăi, (31)].

Eroziunea determină îndepărtarea orizontului superficial, de acumulare a humusului, cu efect rapid asupra reducerii conținutului de elemente minerale din sol. Terenurile în pantă sunt sărace în humus și elemente minerale și cuprind soluri neomogene, fiind mai puțin fertile în partea din amonte comparativ cu zona din avalul fâșiei cultivate.

Tabelul 12.67

**Influența fertilizării asupra producției de porumb cultivat pe terenurile în
pantă moderat erodate (95, 31)**

Doza	SCDCESMM Perieni, Bârlad			SCDA Podu-Iloaiei, Iași		
	Producția kg/ha	%	Diferența kg/ha	Producția kg/ha	%	Diferența kg/ha
Nefertilizat	2492	100		2890	100	
N ₈₀ P ₈₀	4796	192	2304	5670	196	2780
N ₁₃₀ P ₁₀₀	5018	201	2526	6210	215	3320
N ₈₀ P ₈₀ + 30 t/ha gunoi	5842	234	3350	6530	226	3640
DL 5% (kg/ha)			380			360
DL 1% (kg/ha)			490			470
DL 0,1% (kg/ha)			610			580

Relieful diferențiază fertilitatea solului și în funcție de expoziția versanților, determinând ca aceasta să fie mai bună pe versanții sudici în zonele mai umede și pe versanții nordici în zonele secetoase. În funcție de gradul de erodare al solului se reduce conținutul de humus și elemente minerale din sol. Procesul de eroziune determină reducerea conținutului de humus cu 30-35% în cazul solurilor moderate erodate și cu 40-60% la cele puternic erodate.

Pe terenurile în pantă sistemul de fertilizare trebuie să cuprindă obligatoriu îngrășăminte organice și minerale pentru a menține în limite normale starea de asigurare cu humus și elemente minerale din sol. În condițiile aplicării unor doze scăzute de îngrășăminte trebuie să oferim solului alternative pentru a-și menține fertilitatea prin menținerea unei biomase stabile și a unor condiții bune de descompunere a acesteia.

Pe terenurile cu panta de 16% din Câmpia Moldovei, în asolamentul mazăre-grâu-porumb (foto 12.7), în condițiile fertilizării cu doze mari de îngrășăminte minerale și organice, conținutul de carbon organic și de elemente minerale a scăzut datorită eroziunii cu 20-25% (tabelul 12.68) [Ailincăi, (24)].

Pentru ameliorarea fertilității solului și reducerea procesului de eroziune este obligatorie utilizarea gunoiului de grajd, a resturilor vegetale și îngrășămintelor verzi, care contribuie la sporirea cantității de humus, îmbunătățirea structurii și a permeabilității pentru apă a solului. Îngrășămintele verzi au un rol deosebit de important pentru că sporesc cantitatea de humus, îmbunătățesc structura și capacitatea de infiltrație a apei. În același timp acestea au un efect direct în reducerea eroziunii prin acoperirea terenului cu masă vegetală și prin reținerea solului de către masa de rădăcini.



Foto 12.7 - Experiențe cu sisteme de fertilizare pe teren cu panta de 16%

Tabelul 12.68

Principali indici agrochimici ai solului sub influența diferitelor sisteme de fertilizare (24)

Doza	Sol slab erodat			Sol puternic erodat		
	C organic mg/kg	P-AL ppm	K-AL ppm	C organic mg/kg	P-AL ppm	K-AL ppm
N ₀ P ₀	16,4	14	198	13,2	9	179
N ₁₂₀ P ₈₀	17,3	63	182	13,9	55	156
N ₁₄₀ P ₁₀₀	18,6	83	175	15,4	55	153
Gunoi 40t/ha	21,6	76	285	17,8	49	219
N ₈₀ P ₆₀ + 40 t/ha gunoi	22,7	81	267	18,7	59	211
N ₈₀ P ₆₀ + 6 t/ha paie	19,2	66	239	15,2	52	182
N ₈₀ P ₆₀ + 6 t/ha coceni	19,1	62	245	15,2	51	179
Media	19,3	64	227	15,6	47	183
DL 5%	0,09	4,1	12	0,08	4,1	11
DL 1%	0,11	6,5	19	0,11	6,0	18
DL 0,1%	0,18	8,5	29	0,17	7,5	28

Aplicarea târzie sau încorporarea superficială a resturilor vegetale întârzie procesele de descompunere și aprovizionarea culturii cu azot în primul an, fapt care impune folosirea unor doze mai mari de îngrășăminte cu azot. La resturile vegetale de la leguminoasele pentru boabe (mazăre, fasole, soia), bogate în azot, pierderile prin volatilizare sunt mai mari dacă acestea sunt lăsate la suprafața solului și nu sunt încorporate odată cu arătura de bază. Cercetările efectuate în diferite condiții de climă și sol au arătat că descompunerea resturilor vegetale se face de două până la cinci ori mai încet, dacă acestea sunt lăsate la suprafața solului, decât atunci când sunt încorporate în sol.

Folosirea îndelungată a resturilor vegetale a determinat o mai bună conservare a solului, prin creșterea rezervei de humus și de elemente minerale din sol și a condus la reducerea în timp, a necesarului de îngrășăminte cu azot și fosfor pentru culturile agricole. Totodată, folosirea resturilor vegetale, împreună cu doze moderate de azot și fosfor, a determinat obținerea unor producții la grâu și porumb apropiate de cele obținute în cazul aplicării unor doze mari de îngrășăminte.

Este recomandat ca aplicarea gunoiului de grajd la porumb să se facă împreună cu îngrășămintele minerale încât grâul să valorifice efectele pozitive ale gunoiului de grajd în al doilea an. Cerealele de toamnă valorifică în primul an mai bine îngrășămintele minerale în timp ce porumbul valorifică bine îngrășămintele organice și pe cele minerale rămase în sol după grâu.

Pe terenurile în pantă, la topirea zăpezii, există pericolul ca îngrășămintele să fie antrenate de apa care se scurge, motiv pentru care se recomandă aplicarea lor fracționat, cu 1/3 din doză toamna și 2/3 primăvara, după topirea zăpezii.

În strânsă legătură cu prezența materiei organice din sol, a elementelor minerale și cu structura culturilor, evoluează și microorganismele din sol, a căror abundență și compoziție determină specificul activității biologice din sol. Acest specific și intensitatea activității biologice din sol sunt determinate de structura și abundența microorganismelor, care se dezvoltă în strânsă legătură cu plantele cultivate, condițiile pedoclimatice și factorii tehnologici.

Cea mai mare densitate de populații cu bacterii și micromicete s-a întâlnit în asolamentele de patru ani cu plante amelioratoare (mazăre, lucernă, raigras) iar rotația grâu-porumb și dozele mari de azot au avut un efect negativ asupra echilibrului microbiologic al solului (tabelul 12.69) [Ailincăi, (24)].

Fertilizarea organo-minerală a culturilor a determinat îmbunătățirea caracteristicilor bacteriologice și micologice din sol în comparație cu variantele nefertilizate sau fertilizate cu doze mari de azot. Dependența pregnantă a microorganismelor față de structura culturilor și de elementele nutritive din sol a determinat diferențierea valorilor respirației și a biomasei microbiene din sol, care au fost mai mari în rotația de patru ani + ierburi și în cazul fertilizării organo-minerale.

Tabelul 12.69

Efectul rotației și a îngrășămintelor asupra activității biologice a microflorei solului din rizosfera culturii grâului de toamnă (24)

Doza de îngrășământ	Nr. bacterii, mil./g sol	Micromicete, indice de colonizare	Nematode, indice de colonizare	Respirația, mg CO₂ /100 g sol	Biomasa microbiană în sol, mg CO₂/kg
Rotația grâu-porumb					
N ₀ P ₀	22,06	700	4	5,473	219,5
N ₁₃₀ P ₁₀₀	26,71	1000	1	4,358	174,8
N ₈₀ P ₈₀ + 30 t/ha gunoi	45,87	520	10	7,396	296,5
Rotația : mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + ierburi					
N ₀ P ₀	37,48	1160	8	7,076	283,6
N ₁₃₀ P ₁₀₀	57,00	820	3	5,320	213,3
N ₈₀ P ₈₀ + 30 t/ha gunoi	62,77	900	14	8,015	321,2

Efectul îngrășămintelor asupra producției depinde de foarte mulți factori, dintre care umiditatea și însușirile solului, prezența buruienilor, dăunătorilor, patogenilor, felul îngrășămintelor și modul de încorporare al acestora în solul explorat de rădăcinile plantelor, au o mare importanță la stabilirea dozelor de îngrășămintele.

Efectul îngrășămintelor cu fosfor și potasiu depinde foarte mult de modul de pregătire al terenului și de structura solului, pentru că sistemul radicular este dependent mai mult de prezența agregatelor de sol mai mici de 2 mm, de unde își extrag fosforul și potasiul. Creșterea eficienței de utilizare a îngrășămintelor cu fosfor și potasiu și urmărirea bilanțului acestor elemente din sol, plantă și mediu, trebuie să aibă în vedere structura solului, pentru că eficiența economică și ecologică depinde de fracțiunile structurale existente pe adâncimea de explorare a sistemului radicular.

Pe terenurile erodate de la USAMV Cluj-Napoca sporurile de producție obținute la porumb față de varianta nefertilizată, au fost cuprinse în funcție de dozele aplicate între 16 și 42,9% la luvosolul pseudogleizat și între 27,2 și 62,4% la preluvosol (tabelul 12.70) [Guș, (96)]. La cultura grâului, în aceleași condiții de fertilizare, sporurile de producție au fost cuprinse între 14 și 56,9% la luvosolul pseudogleizat și între 46,5 și 131,5% la preluvosol.

Tabelul 12.70

Influența fertilizării asupra producției pe terenurile erodate, județul Cluj (96)

Doza de îngrășământ	Producții (%)			
	Porumb boabe		Grâu de toamnă	
	Luvosol pseudogleizat	Preluvosol	Luvosol pseudogleizat	Preluvosol
Nefertilizat	100,0	100,0	100,0	100,0
N ₅₀ P ₄₀	116,0	127,2	139,2	186,3
N ₁₀₀ P ₈₀	122,0	141,9	152,8	207,5
N ₁₀₀ P ₈₀ K ₈₀	133,1	162,4	156,9	231,5
Gunoii 20 t/ha	142,9	155,7	114,0	146,5
DL (P5%)	12,5	10,3	14,1	23,3

Efectul pozitiv al aplicării resturilor vegetale, împreună cu doze moderate de azot, asupra producției, a însușirilor fizice, chimice și biologice precum și asupra eroziunii solului, a fost semnalat în foarte multe zone cu condiții climatice și soluri diferite [(Lindstrom, (97); McCool, (98); Linden, (99); Liu, (100)].

Cercetările efectuate de Lindstrom (97), în Minnesota, SUA, arată că aplicarea resturilor vegetale la cultura porumbului în cantități de 927, 1853 și 3706 kg/ha, a determinat reducerea eroziunii solului până 0,988 t/ha și diminuarea scurgerilor de apă la 35,6, 25,4 și respectiv 22,9 mm.

Cercetările de lungă durată au arătat că aplicarea, prin încorporare în sol, a cantităților de 2471, 4942 și 9884 kg/ha resturi vegetale, a determinat reducerea cantităților de sol erodat, comparativ cu suprafețele unde nu s-au aplicat resturi vegetale cu 64, 85 și respectiv 98% [McCool, (98)].

12.4.6.7 LUCRĂRILE SOLULUI PE TERENURILE ÎN PANTĂ

Lucrările solului se execută în strânsă dependență cu cerințele culturilor din rotație, cu însușirile solului, condițiile climatice, cu factorii tehnologici specifici fiecărei culturi agricole și cu cerințele privind conservarea factorilor de mediu.

Modernizarea echipamentelor pentru lucrările agricole, în concordanță cu cerințele agrotehnice, s-a realizat în decursul timpului, și datorită cercetărilor complexe din domeniul sistemelor de lucrare a solului dezvoltate de Staicu, (101); Săndoiu, (102); Sin, (103); Guș, (104); Onisie, (105); Răus, (106); Rusu, (107); Jităreanu, (107), (108) ș.a., care au stabilit particularitățile sistemelor de lucrare a solului specifice diferitelor condiții pedoclimatice, pentru terenurile în pantă, nisipoase, argiloase, sărăturate etc.

12.4.6.7.1 Lucrările de bază ale solului pe terenurile în pantă

La efectuarea arăturii pe terenurile în pantă trebuie evitat transportul solului în aval, este necesar să se realizeze un orizont arabil cât mai gros și să se formeze obstacole în calea apei care se scurge la suprafață.

Arătura efectuată din amonte în aval determină deplasarea unei cantități de sol de 4-10 ori mai mare față de arătura executată pe direcția curbelor de nivel. Când brazda se întoarce înspre amonte au loc deplasări de sol de 3-4 ori mai reduse decât în cazul răsturnării brazdei înspre aval. Plugul reversibil poate efectua arături cu întoarcerea brazdei înspre amonte pe pante de până la circa 25%.

Numeroasele experiențe efectuate în țară și în străinătate au dovedit că arăturile executate pe direcția generală a curbelor de nivel determină reducerea eroziunii cu 50 - 80%. La S.C.C.C.E.S. Perieni, arătura executată pe direcția curbelor de nivel a redus cantitatea de sol erodat cu 49,0 - 68,8%, față de cea executată din deal în vale, iar pierderile de apă prin scurgere la suprafață s-au diminuat cu 50 - 75% [Popa, (42), Ioniță, (32)]. Prin efectuarea arăturii pe direcția generală a curbelor de nivel, scurgerea medie anuală se reduce cu 60-70%, iar pierderile de sol se reduc de 2-9 ori, față de arătura efectuată pe direcția deal-vale [Moțoc, (8)].

Pe versanții cu eroziune mai puternică se recomandă arătura adâncă executată cu plugul fără cormană. Astfel de arături au ca principal scop mărirea capacității de infiltrare a apei și implicit, diminuarea scurgerilor de apă și sol.

Pe pante ce depășesc 8%, arăturile pe direcția curbelor de nivel nu sunt suficiente pentru a stăvili procesul de eroziune, fiind necesară asocierea acestora cu alte măsuri. Astfel, arătura se face în fâșii înguste de 6 - 10 brazde, la cormană și în acest fel rezultă pe sola respectivă numeroase coame și șanțuri perpendiculare pe linia de cea mai mare pantă.

Pe pante de 10 - 20%, arătura se execută în bune condiții pe curba de nivel, însă la pante de peste 20-25%, brazda se deplasează cu 20 - 30 cm în aval. Aceste deplasări de sol sunt cu atât mai mari, cu cât viteza de înaintare a plugului se majorează.

Pe pante de peste 25%, brazda nu se răstoarnă bine înspre amonte și este necesar să se renunțe la arăturile anuale iar terenurile respective să se cultive cu leguminoase și graminee perene. Rezultate bune se obțin atunci când adâncirea stratului arabil se realizează prin subsolaj, ceea ce determină înmagazinarea în sol a unor cantități mari de apă și reducerea eroziunii solului.

12.4.6.7.2 Efectul lucrărilor solului asupra eroziunii

Lucrările solului contribuie la reducerea eroziunii prin înmagazinarea unei cantități cât mai mari de apă în sol și prin crearea la suprafața solului a unui microrelief care să reducă viteza de scurgere a apei și să disipeze scurgerile de apă și sol. Pe terenurile în pantă toate lucrările agricole, începând cu arătura și continuând cu grăpatul, semănatul, prașilele și alte lucrări, trebuie făcute pe direcția generală a curbelor de nivel. Aratul și cultivatul pe direcția generală a curbelor de nivel au determinat reducerea eroziunii solului, comparativ cu aratul și cultivatul pe direcția deal-vale, de la 50,7 la 7,2 t/ha (tabelul 12.71).

Eroziunea provocată de o ploaie de 129 mm, cu o intensitate medie de 0,30 mm/minut, pe terenul cu panta de 6,6% în sistemul de lucrare cu arătură și cultivat pe direcția deal-vale a fost de 50,8 t/ha și de numai 0,007 t/ha la panta de 20,7% pe teren cultivat cu porumb în sistemul semănat direct (no-till), semănat pe direcția generală a curbelor de nivel.

Influența favorabilă a sistemului de lucrare redusă a solului și a resturilor vegetale asupra eroziunii a fost semnalată într-un experiment executat într-o zonă cu 770 mm precipitații anual, care a constatat că la sistemul no-till, pierderile de sol prin eroziune sunt apropiate de cele înregistrate în cazul protejării solului cu 6 t/ha mulci. În medie, aplicarea resturilor vegetale, în doză de 6 t/ha/an, a determinat reducerea scurgerilor de apă de 30 ori și a

pierderilor de sol prin eroziune de 348 de ori, față de martorul netratat cu resturi vegetale [Lal, (38), (110)] (tabelele 12.72, 12.73).

Tabelul 12.71

**Scurgerile de apă și sol prin eroziune la porumbul cultivat în sistem
convențional și no - till (38)**

Sistemul de lucrare	Panta (%)	Precipitații (mm)	Scurgerea de apă (mm)		Eroziunea	
			mm	%	t/ha	%
Arat și cultivat deal - vale	6,6	139,7	111,8	80,0	50,8	7190
Arat și cultivat pe contur	5,8	139,7	58,4	41,8	7,2	1020
No-till, semănat pe contur	20,7	128,8	63,5	49,3	0,007	1,0

Tabelul 12.72

**Efectul resturilor vegetale asupra scurgerilor de apă prin eroziune (mm /an)
din totalul anual de precipitații de 769,2 mm (38)**

Doza de mulci, t/ha	Apa scursă la panta (%) terenului de:				Media
	1	5	10	15	
0	411,7	483,0	302,9	374,7	393,1
2	36,2	126,1	73,8	86,8	80,7
4	6,7	28,3	34,7	50,6	30,1
6	0,0	10,7	21,1	19,9	12,9
No-tillage	11,5	14,8	24,0	22,6	18,3
Media	93,2	132,6	91,3	105,0	

Tabelul 12.73

**Efectul resturilor vegetale folosite ca mulci și al sistemului de lucrare al solului
asupra eroziunii (110)**

Cantitatea de mulci, t/ha	Eroziunea (t/ha) la panta (%) de:				Media
	1	5	10	15	
0	9,34	134,3	136,96	95,51	94,02
2	0,93	6,34	5,53	16,82	7,41
4	0,32	1,54	1,04	2,65	1,39
6	0,00	0,23	0,20	0,66	0,27
No-tillage	0,00	0,74	0,06	0,09	0,22
Media	2,12	26,8	28,8	23,15	

Determinările efectuate pe un sol de tipul luvisol, cu panta de 9% în centrul Croației, privind pierderile de sol prin eroziune în cadrul diferitelor sisteme de lucrare a solului, au arătat că arătura efectuată pe direcția deal-vale a determinat pierderea unor cantități de sol prin eroziune, funcție de cultură,

între 38,18 și 5,10 t/ha, iar arătura adâncă, efectuată pe direcția curbelor de nivel, între 5,25 și 0,18 t/ha (tabelul 12.74). Cele mai mici pierderi de sol prin eroziune s-au înregistrat la variantele lucrate în sistemul minim de lucrări cu mulci (între 13,54 și 0,13 t/ha) și în varianta arată la 30 cm, cu subsolaj (2,90 și 0,06 t/ha) [Kisic Ivicua, (111)]. În situația aplicării lucrărilor minime ale solului, cantitățile de apă scursă și sol erodat s-au redus de două ori și respectiv nouă ori față de terenul lucrat în sistem convențional.

Tabelul 12.74

**Pierderile de sol prin eroziune la diferite
sisteme de lucrare a solului (111)**

Lucrarea solului	Soia	Rapiță de toamnă
Ogor negru	68,4	31,0
Arat din deal - vale	21,6	0,27
No-till + mulci	6,9	0,20
Arat pe curba de nivel	2,7	0,07
Arat la 30 cm + subsolaj	1,5	0,05

Efectuarea arăturii pe direcția deal-vale a determinat la culturile prășitoare creșterea pierderilor de sol prin eroziune de 3-4 ori comparativ cu arătura pe direcția curbelor de nivel (tabelul 12.75) [Totka Mitova, (112)].

Din cercetările efectuate în Bulgaria s-a constatat că folosirea sistemului de lucrări minime și a îngrășămintelor verzi a determinat reducerea pierderilor medii anuale de sol prin eroziune la nivelul capacității naturale de refacere a solului (0,937-2,3 t/ha) (tabelul 12.76), [Totka Mitova, (112)].

Tabelul 12.75

**Pierderile de sol prin eroziune în diferite
sisteme de lucrare a solului (112)**

Lucrarea solului	Porumb - Kastanoziom	Floarea-soarelui - Luvisol
No-till	2,20	1,42
Arat superficial	2,21	1,12
Arat deal-vale	7,48	4,05

Tabelul 12.76

**Pierderile de sol prin eroziune
funcție de sistemul de lucrare a solului (112)**

Lucrarea solului	Scurgerea de apă, m ³ /ha	Sol erodat, t/ha
Sistemul convențional	302	3,044
Încorporare paie	219	2,327
Încorporare îngrășământ verde	121	0,937

Pentru condițiile climatice din Anglia stabilirea calendarului lucrărilor solului și pentru înființarea culturilor de toamnă este dificilă pentru că temperaturile scăzute din toamnă limitează dezvoltarea unui strat protector de culturi. Data la care se poate obține un grad suficient de acoperire a solului prin culturi pentru a-l proteja împotriva eroziunii și momentul apariției precipitațiilor sunt greu de prevăzut. În Anglia perioada de timp în care solurile sunt vulnerabile la eroziune este la sfârșitul verii și toamna, după recoltarea cerealelor și a culturilor furajere, care au o pondere mare în zonă (tabelul 12.77) [Boardman, (113)]. Lucrările solului, cele de întreținere și de recoltare, determină compactarea solului și creșterea riscului la eroziune.

Tabelul 12.77

Eroziunea solului la diferite culturi

[Planul național de monitorizare a solului (113)]

Cultura	Eroziunea medie t/ha/an	% din eroziunea totală	% din suprafața de cultură
Cereale de toamnă	1,85	26,0	60,2
Cereale de primăv.	1,75	2,0	13,6
Rapiță pentru ulei	1,92	0,1	5,2
Sfecla pentru zahăr	3,04	1,0	4,4
Cartof	2,53	0,0	3,2
Legume	5,08	0,1	3,1
Mazăre	1,21	0,0	1,3
Fasole câmp	0,47	0,0	0,9
Porumb	4,48	0,0	0,4
Hamei	3,92	0,0	0,1
Culturi furajere	2,10	0,0	0,1
Altele	2,67	0,1	2,2

Determinările efectuate pe parcele de teren de 112 m² în Virginia după recoltarea porumbului amplasat în rotația de doi ani grâu (CT) / soia (NT) cu porumb (NT), timp de mai mulți ani, arată că scurgerile de apă prin eroziune la sistemul convențional au fost de patru ori mai mari față de sistemul fără lucrări (tabelul 12.78). Scurgerile de azot prin eroziune la sistemul convențional au fost de 20 de ori mai mari față de sistemul fără lucrări și cu aplicarea de resturi vegetale [Franzluebbers, (114)].

Odată cu modernizarea sistemului de mașini, calitatea lucrărilor s-a îmbunătățit permanent, astfel încât acestea pot determina ameliorarea însușirilor fizice, chimice și biologice ale solului.

Tabelul 12.78

**Scurgerile de apă, sol și elemente minerale prin eroziune
la diferite sisteme de lucrare a solului (114)**

Lucrările solului / fertilizare	Apă scursă (mm)	Sol erodat (kg/ha)	N (kg/ha)	P (kg/ha)
Convențional + minerală	46	3558	10,3	4,1
No till + minerală	10	18	0,5	0,3
No till + gunoi de păsări	11	34	0,6	0,4
No till -fără fertilizare	14	21	0,6	0,3

La cambisolul cu textură nisipo - lutoasă și cu panta de 7° de la Stațiunea experimentală Lukavec, Republica Cehă, sistemul de lucrare a solului prin semănatul direct și cu aplicarea resturilor vegetale a determinat, la cultura porumbului pentru siloz, reducerea scurgerilor de apă cu 40-42 % și a pierderilor de sol cu 70,7-79,0% [Vach, (115)] (tabelul 12.79).

Tabelul 12.79

Efectul sistemelor de lucrare a solului asupra eroziunii hidrice (115)

Data	Precipitații	Sistemul de lucrare	Apă scursă m ³ /ha/%	Sol erodat kg/ha/%
28 iulie 2012	30 mm	Convențional	8,90/100	436,6/100
		Lucrări minime	6,60/74,1	143,0/32,7
		No till	5,34/60	91,7/21%
24 iunie 2013	137 mm	Convențional	7,52/100	327,0/100
		Lucrări minime	4,61/61,3	133,7/40,9
		No till	4,36/57,9	95,8/29,3

Pe terenurile arabile din Ungaria conținutul de carbon organic din sol a scăzut în treimea superioară și în cea mijlocie a pantei, datorită procesului mai puternic de eroziune, cu 77,7% la cernoziomul de la Gerézdpusztá și cu 5,6% la cernoziom brun de pădure de la Novaj [Szabó Boglárka, (116)] (tabelul 12.80).

La cernoziomul de la Gerézdpusztá pe baza distribuției CaCO₃ s-a observat că cea mai erodată treime din versant este cea superioară, nu cea de mijloc. Conținut mai mare de CaCO₃ indică în mod clar procese de eroziune mai intense. Totodată, valorile carbonului organic din sol se corelează cu conținutul de carbonați, deoarece la valori mari ale CaCO₃ apar valori scăzute ale procentului de carbon organic, care se corelează și cu grosimea stratului cu

humus. Conținutul de CaCO_3 și de carbon organic și distribuția nutrienților sunt principalii indicatori pentru aprecierea intensității proceselor de eroziune.

Tabelul 12.80

**Efectul proceselor de eroziune asupra conținutului de carbon organic
din sol la diferite secțiuni ale versantului (116)**

Secțiunea pantei	Gerézdpuszta - cernoziom			Novaj - cernoziom brun de pădure		
	Panta (%)	C organic (%)	CaCO_3 (%)	Panta (%)	C organic (%)	CaCO_3 (%)
Treimea superioară	11,8	1,94	23,85	6,25	7,8	0,25
Treimea mijlocie	19,0	6,38	8,52	12,5	7,36	0,21
Treimea inferioară	14,0	8,70	10,0	12,5	7,13	0,25

Cercetări efectuate în două zone din Oklahoma (El Reno și Woodward), pe bazine hidrografice de 2,4 și 1,2 ha cu panta de 5%, au constatat că volumul de apă scursă prin eroziune a fost mai mare la sistemul no-till decât la sistemul convențional în ambele locații, dar pierderile de sol și de elemente nutritive (N și P) au fost mai mici la sistemul de lucrare no-till (NT) comparativ cu cel convențional (CT) [Franzluebbers, (114)] (tabelul 12.81). La sistemul de lucrare no-till, pierderile de sol prin eroziune în aceste două locații au fost mai reduse față de cele de la sistemul convențional, cu 90 și respectiv 96%.

Tabelul 12.81

**Scurgerile de apă, sol și elemente minerale prin eroziune la cultura
grâului la diferite sisteme de lucrare a solului (114)**

Regiunea	Sistemul de lucrare	Apă scursă mm/an	Sol erodat t/ha/an	Azot în apă kg/ha/an	Total N în apă și sol kg/ha/an	P în apă scursă kg/ha/an	Total P în apă și sol kg/ha/an
El Reno, Oklahoma (740 mm pp / an)	Clasic	84	3,68	2,19	15,01	0,21	2,17
	No till	158	0,37	2,01	9,24	0,98	1,55
	Ierburi	80	0,04	0,09	1,60	0,08	0,15
Woodward, Oklahoma (600 mm pp / an)	Clasic	39	9,35	0,44	14,91	0,16	3,53
	No till	65	0,88	0,86	5,14	0,49	1,30
	Ierburi	16	0,16	0,13	0,71	0,06	0,14

12.4.6.7.3 Efectul sistemelor de lucrare asupra însușirilor solului

În ultima perioadă există tendința de reducere a numărului de lucrări ale solului și de menținere a resturilor vegetale la suprafață, cu scopul de a controla scurgerile de elemente minerale și de sol cât și pentru folosirea mai eficientă a energiei. Cercetările efectuate în diferite condiții pedoclimatice au arătat că reducerea numărului de treceri și semănatul direct, împreună cu menținerea resturilor vegetale la suprafața solului, determină în timp ameliorarea fertilității acestuia.

Pe terenurile luto-argiloase (65% lut, 20% argilă și 15% nisip) de la Charleston, Ohio, SUA, în condiții climatice caracterizate printr-o temperatură medie anuală de 10,8 °C și 1045 mm precipitații, sistemul de lucrare no-till a determinat, după 43 de ani de experimentare, îmbunătățirea însușirilor fizice și chimice ale solului (tabelul 12.82) [Ussiri, (117)].

Tabelul 12.82

Efectul sistemelor de lucrare asupra unor însușiri fizice și chimice ale solului în monocultura de porumb (117)

Adâncimea (cm)	Tratamentul	Agregate (g/g)	DMP (mm)	Da (g/cm ³)	Total N (g/kg)	Raportul C:N
0-15	Arat 20-30 cm	0,51 b	1,7 b	1,60 a	1,09 b	8,0
	Cizel, 20-25 cm	0,62 b	2,2 b	1,56 ab	1,43 b	9,2
	No-till	0,76 a	5,3 a	1,49 b	2,98 a	9,1
15-30	Arat 20-30 cm	0,55 b	2,0 b	1,65	1,07	9,1
	Cizel, 20-25 cm	0,52 b	1,9 b	1,64	0,97	10,1
	No-till	0,70 a	3,8 a	1,59	0,94	8,8
Da - densitatea aparentă; DMP – diametrul mediu ponderat al agregatelor						

Cercetările efectuate de Rusu și Guș, pe un sol de tipul luvisol vertic, cu textură argilooasă (42-45 % argilă), un conținut de humus de 2,7-3,29%, pH de 5,2-6,1, în condițiile unei zone cu temperatura medie anuală de 8,2 °C și 613 mm precipitații, au semnalat modificări importante ale însușirilor fizice și chimice ale solului, după patru ani de aplicare a diferitelor sisteme de lucrare a solului. Sistemele de lucrări minime s-au experimentat la culturile de porumb - soia - grâu și au cuprins arat la 20-25 cm + disc 8 cm, sistemul minim cu disc și freză rotativă, paraplow (18-22 cm) și cizel (18 - 22 cm).

Stabilitatea hidrică a agregatelor a variat în funcție de sistemul de lucrare, între 61,5 % la arătura efectuată la 20-25 cm și 70,0% la lucrarea efectuată cu plugul paraplow la 18-22 cm adâncime (tabelul 12.83) [Rusu și Gus, (107)]. Cea mai bună stabilitate hidrică a agregatelor, pe adâncimea de 0-30 cm, s-a înregistrat la lucrările efectuate cu plugul paraplow și cizelul.

Tabelul 12.83

**Influența sistemelor de lucrare asupra unor
însușiri fizice ale solului (107)**

Adâncimea (cm)	Arat 20-25 cm	Sistem minim, grapă cu discuri (8 cm) + grapă rotativă (8 cm)	Paraplow (18-22 cm)	Chisel (18-22 cm)
Stabilitatea hidrică a macroagregatelor (>250 μm; WSA, %)				
0-10	61,5	62,8	64,8	63,5
10-20	63,5	65,6	69,2	69,1
20-30	63,5	68,1	70,0	70,2
Media	62,8	65,5	68,0	67,6
Densitatea aparentă (g/cm³)				
0-10	1,22	1,20	1,17	1,19
10-20	1,30	1,36	1,32	1,33
20-30	1,42	1,40	1,39	1,38
30-40	1,42	1,40	1,40	1,40
Media	1,34	1,34	1,32	1,33
Rezistența la penetrare (kPa)				
0-10	1003	1138	962	1078
10-20	1303	1584	1460	1538
20-30	2068	1969	1898	1925
30-40	2609	2665	2560	2693
Media	1746	1839	1720	1809

La SCDA Turda, pe faeoziom argiloiluvial și cambic vertic cu textură luto-argiloasă, porozitate mare la suprafață (59%) și 47% în profunzime, rezistența solului la penetrare (Rp) la cultura grâului amplasată în sistemul convențional de lucrare a fost de 1118,9 kPa (tabelul 12.84) [Chețan, (119)]. În sistemul conservativ Rp a crescut semnificativ, având valoarea de 1451,54 kPa comparativ cu sistemul clasic unde s-a înregistrat valoarea de 1118,91 kPa.

Lucrarea solului cu GD și grapa rotativă a determinat creșterea conținutului de P în stratul 0-10 cm, printr-o mai bună mobilizare a fosforului din sol, datorită îmbunătățirii însușirilor fizice. Reacția solului în stratul de sol 0-20 cm, a avut o tendință de scădere în variantele cu lucrări minime și la cele lucrate cu cizelul și plugul paraplow [Rusu, (118)] (tabelul 12.85).

Tabelul 12.84

**Influența sistemului de lucrare asupra rezistenței solului
la penetrare, la cultura de grâu (2012-2014) (119)**

Cultura	Sistemul de lucrare	Rezistența la penetrare (kPa)	Diferența %
Grâu	Clasic	1118,9	100
	No till	1451,5	130
	DL 5% =0,24	DL 1% = 1,19; DL 0,1% = 11,95 kPa;	
Porumb	Clasic	1318,6	100
	Lucrări minime	1521,8	115
	DL 5% =1,59	DL 1% = 7,96; DL 0,1% = 79,6 kPa;	

Tabelul 12.85

**Influența sistemului de lucrare asupra unor
însușiri chimice la luvisolul vertiv (118)**

Adâncimea (cm)	Arat la 20-25 cm	Sistem minim - grapă cu discuri (GD) (8 cm) + grapă rotativă (8 cm)	Paraplow (18-22 cm)	Chisel (18-22 cm)
Humus, %				
0-10	2,55, (mt)	2,72 *	3,00***	3,29***
10-20	2,28, (mt)	2,68***	3,06***	3,16***
20-30	2,70, (mt)	2,11 ⁰⁰⁰	2,53 ⁰⁰⁰	2,62 ⁰⁰
Media 0-30	2,51, (mt)	2,50 ns	2,86*	3,02*
Azot total, %				
0-10	0,22, (mt)	0,20 ⁰	0,25 **	0,28 ***
10-20	0,22, (mt)	0,22 ns	0,24 ***	0,26 ***
20-30	0,24, (mt)	0,20 ⁰⁰⁰	0,23 ⁰	0,23 ⁰
Media 0-30	0,23, (mt)	0,21 ns	0,24 ns	0,26 *
Fosfor mobil, ppm				
0-10	12 (mt)	34 ***	25 ***	27 ***
10-20	15 (mt)	8 ⁰⁰⁰	12 ⁰	12 ⁰
20-30	6 (mt)	3 ⁰	8 ns	7 ns
Media 0-30	11 (mt)	15 ns	15 ns	15 ns
Potasiu mobil, ppm				
0-10	155 (mt)	202 ***	168 *	207 ***
10-20	134 (mt)	122 ⁰⁰⁰	137 *	131 ⁰
20-30	120 (mt)	112 ⁰	128 *	122 ns
Media 0-30	136 (mt)	145 ns	144 ns	153 ns
pH (H₂O)				
0-10	6,06 (mt)	5,90 ⁰⁰⁰	5,62 ⁰⁰⁰	5,77 ⁰⁰⁰
10-20	6,08 (mt)	5,79 ⁰⁰⁰	5,72 ⁰⁰⁰	5,73 ⁰⁰⁰
20-30	6,03 (mt)	6,13 ns	5,87 ns	5,93 ns
Media 0-30	6,06 (mt)	5,94 ns	5,74 ns	5,81 ns

În Podișul Moldovei, valorile densității aparente la cultura grâului, la semănat, în stratul 0-10 cm, au fost cuprinse între 1,14-1,20 g/cm³. Valorile au crescut în stratul 10-20 cm la 1,20-1,28 g/cm³, cu excepția variantei lucrata cu grapa cu discuri (1,37 g/cm³), iar la adâncimea de 20-30 cm, valorile au fost cuprinse între 1,24-1,3 g/cm³ în variantele A₃₀ și Cizel și 1,40-1,42 g/cm³ în variantele A₂₀ și Grapa cu discuri. Până la recoltare, densitatea aparentă a crescut în toate variantele. Valorile cele mai scăzute s-au înregistrat în varianta cu arătură la 30 cm, în toate fazele de vegetație și pe toate adâncimile, iar cele maxime în varianta lucrată numai cu grapa cu discuri; variantele lucrata cu întoarcerea brazdei s-au tasat mai puțin [Jităreanu, (120)] (tabelul 12.86).

Tabelul 12.86

Influența lucrării de bază a solului asupra densității aparente și a gradului de tasare la cultura grâului (120)

Varianta	Ad. (cm)	Densitatea aparentă (g/cm ³)			Rezistența la penetrare (daN/cm ²)			Gradul de tasare (% v/v)		
		Sem.	Veg.	Rec.	Sem.	Veg.	Rec.	Sem.	Veg.	Rec.
Arat 20 cm	0-10	1,14	1,24	1,38	11,31	17,79	20,6	-12,78	-5,54	4,90
	10-20	1,21	1,34	1,43	18,24	20,32	25,9	-7,56	1,95	9,02
	20-30	1,40	1,43	1,45	21,9	27,5	30,7	6,55	8,74	10,39
Arat 30 cm	0-10	1,13	1,22	1,36	10,56	16,7	19,36	-13,98	-7,04	3,40
	10-20	1,20	1,30	1,38	15,7	19,1	22,0	-8,23	-0,95	5,32
	20-30	1,24	1,38	1,42	17,36	21,7	24,5	-5,37	4,91	8,36
Cizel	0-10	1,17	1,28	1,41	13,8	21,36	24,5	-10,63	-2,99	6,80
	10-20	1,28	1,39	1,45	20,2	23,86	26,36	-2,87	5,49	9,99
	20-30	1,35	1,43	1,49	20,9	26,4	30,1	3,11	9,01	13,70
Grapă cu discuri	0-10	1,20	1,33	1,41	16,2	22,8	27,6	-8,34	1,45	7,46
	10-20	1,37	1,43	1,44	20,46	27,0	29,7	4,07	8,41	9,49
	20-30	1,42	1,45	1,46	23,5	28,9	32,0	8,34	10,01	10,84

La recoltare, în toate variantele, gradul maxim de tasare s-a evidențiat la adâncimea de efectuare a lucrărilor. Valorile gradului de tasare mai mari de 10% v/v, întâlnite la recoltare în variantele A₂₀, cizel și disc, în stratul 20-30 cm, arată că solul este moderat tasat conform claselor de valori ale gradului de tasare I.C.P.A., 1987. Valorile cuprinse între 1 și 10 indică faptul că solul este slab compactat și necesită afânarea în urgența a treia. Rezultă că într-un interval scurt de timp, gradul de tasare nu se modifică considerabil, indiferent de sistemul de lucrare, înregistrându-se o creștere progresivă a acestui

parametru de la semănat la recoltare și pe adâncimi, în toate variantele de lucrare a solului.

Urmărindu-se influența sistemului de lucrare asupra distribuției agregatelor de structură (tabelul 12.87), s-a constatat că la semănat, în stratul 0-10 cm au dominat agregatele cu diametrul între 1-5 mm, agregatele cu diametrul mai mare de 5 mm au fost prezente în proporție mai mare în varianta lucrată cu cizelul, iar în varianta lucrată cu grapa cu discuri a rezultat un procent ridicat al agregatelor cu diametrul sub 1 mm.

Tabelul 12.87

**Influența sistemului de lucrare asupra stabilității hidrice
a agregatelor de structură la grâu (%) (120)**

Varianta	Adâncimea (cm)	Stabilitatea hidrică (%)		
		Semănat	Vegetație	Recoltare
Arat 20 cm	0-10	51,30	53,63	57,52
	10-20	56,40	58,00	58,40
	20-30	58,10	59,70	61,90
Media		55,27	57,11	59,27
Arat 30 cm	0-10	52,90	53,30	56,42
	10-20	55,20	57,90	58,80
	20-30	57,80	58,00	60,80
Media		55,30	56,40	58,67
Cizel	0-10	48,70	51,70	54,20
	10-20	56,30	57,80	57,90
	20-30	58,40	59,62	60,70
Media		54,47	56,37	57,60
Grapă cu discuri	0-10	40,80	42,10	44,60
	10-20	47,30	42,10	45,00
	20-30	51,80	57,20	57,70
Media		46,63	47,13	49,10

Pe treapta de adâncime 10-20 cm s-a evidențiat o creștere a numărului de agregate mai mari de 5 mm, dar raportul dintre categoriile de agregate a rămas favorabil celor cu diametrul de 1-5 mm. La adâncimea de 20-30 cm nu s-a resimțit efectul lucrărilor cu grapa cu discuri și combinatoarele în vederea pregătirii patului germinativ, diametrul agregatelor fiind de 5-10 mm și chiar mai mare de 10 mm. Până în primăvară s-a constatat o creștere a procentului de agregate cu diametrul mai mare de 5 mm și o reducere a celor sub 1 mm.

La recoltare, agregatele de sol cu diametrul de peste 5 mm au avut o prezență masivă, iar agregatele cu diametrul 1-5 mm au ocupat locul secund.

Valorile stabilității hidrice au crescut de la semănat până la recoltare, în toate variantele de lucrare a solului. Această evoluție s-a datorat, pe de o parte, factorilor care contribuie la degradarea structurii în stratul superficial de sol, iar pe de altă parte, factorilor naturali, care au contribuit în cursul perioadei de vegetație la refacerea structurii distruse odată cu pregătirea patului germinativ, în toamnă [Jităreanu, (120)].

În stratul 0-10 cm, în variantele arate, valorile stabilității hidrice ale structurii au fost mai ridicate decât cele înregistrate în variantele de lucrare fără întoarcerea brazdei, fapt datorat atât aducerii la suprafață a solului cu structura refăcută, cât și numărului mai redus de treceri pentru pregătirea patului germinativ. În variantele lucrute fără întoarcerea brazdei, în stratul 0-10 cm, stabilitatea hidrică a avut valori mai reduse, din cauză că pentru pregătirea patului germinativ au fost necesare mai multe treceri cu agregatele de lucru.

Agricultura bazată pe arătura cu întoarcerea brazdei a agravat în multe zone procesele de eroziune, oxidarea carbonului organic din sol și degradarea structurii acestuia, cu impact puternic asupra calității solului și a mediului. Solurile cultivate au pierdut o mare parte din rezerva de carbon organic prin eroziune, descompunere și levigare, iar pentru a face o agricultură compatibilă cu mediul, se impune aplicarea elementelor tehnologice care contribuie la stocarea carbonului organic în solurile agricole epuizate și degradate.

Datorită importanței pe care solul o are ca rezervor de stocare a CO₂ atmosferic și datorită impactului puternic pe care lucrările mecanice îl au asupra carbonului organic din sol, analiza detaliată a dinamicii acestuia este obligatorie. Totodată, necesitatea de a reduce la minimum riscurile de eutrofizare și poluare a surselor de apă prin eroziune și importanța îmbunătățirii biodiversității, cerințe care sunt dependente de cantitatea de carbon organic din profilul solului, fac ca urmărirea efectelor pe care tehnologiile de cultură le dezvoltă să devină la fel de importantă.

După Franzluebbbers (114), înlocuirea sistemului de lucrări convențional cu sistemul no-tillage poate determina creșteri slabe ale carbonului organic în climatul uscat din regiunile tipice mediteraneene.

Sistemul de lucrare no-till și cu cizelul, în comparație cu sistemul tradițional cu arătură, a determinat, la luvisolul gleic cu 10% argilă, 46% lut și 44% nisip de la Halle, Germania, creșterea conținutului de carbon organic din sol cu 9% (4,1 t/ha) [Ulrich, (121)] (tabelul 12.88).

Tabelul 12.88

**Conținutul de carbon organic din sol la diferite sisteme
de lucrare a solului (t/ha) (121)**

Adâncimea (cm)	Arat la 25 cm	Lucrat cu cizelul la 25 cm	No-till - 12 ani
0-5	10,2	15,8	13,8
5-10	9,8	14,0	12,5
10-15	10,0	11,0	10,2
15-20	10,8	10,0	9,8
20-25	9,8	7,5	8,3
30-35	3,8	3,8	6,0

Pentru zona temperată din estul Statelor Unite ale Americii, Lal (38), arată că sistemul no-till este benefic pentru conservarea resurselor de apă și sol, dar nu ajută la acumularea de carbon organic în sol, doar că materia organică este mai stabilă. Pentru creșterea conținutului de carbon organic din sol recomandă aplicarea gunoiului de grajd, încorporarea resturilor vegetale, utilizarea culturilor de acoperire, folosirea asolamentelor și a culturilor cu biomasă mare de rădăcini.

În multe studii, autorii urmăresc dacă trecerea de la arătura cu întoarcerea brazdei la sistemul de lucrări reduse în agricultura conservativă determină doar redistribuirea carbonului la suprafața solului sau poate crește pe termen lung cantitatea de carbon organic în subsol, unde materia organică este mai departe de zona cu procese intense de descompunere și mineralizare. De asemenea trebuie cunoscut cum influențează temperaturile mai scăzute din vară, din cadrul sistemului no-till, descompunerea materiei organice și formarea humusului în comparație cu sistemul convențional cu arătură.

Lal (77), consideră că evaluarea efectelor sistemelor de lucrare a solului asupra acumulării de carbon organic în sol trebuie urmărită cel puțin pe adâncimea de 50 cm, sau chiar pe adâncimea de un metru și nu la suprafață pe adâncimea de 0-6 sau 0-15 cm. De asemenea, evaluarea aportului de carbon organic în sol trebuie făcută în aceleași condiții de climă, sol, eroziune și la același aport de biomasă.

Unii autori consideră că în cazul lucrărilor conservative tip no-till cu resturi vegetale se înregistrează o redistribuire la suprafață și nu o îmbunătățire pe profil a cantității de carbon organic, comparativ cu sistemul convențional cu arătură. Există studii în care nu a fost observată o creștere a carbonului organic în sistemul no-till iar în alte zone s-a înregistrat o creștere doar la



suprafață, însă la un metru adâncime pe profil, cantitatea a fost identică sau chiar mai mică față de sistemul cu arătură. În alte studii, unde terenul a fost supus unui proces de eroziune severă, s-a observat o scădere la ambele sisteme [Awale Rakesh, (122); Lal, (78); Powlson, (123); Gaiser, (124)].

În sistemele de lucrare superficială a solului, no-till (NT) și lucrări reduse (LR), aplicarea resturilor vegetale la suprafața solului determină o descompunere mai lentă a acestora și o slabă mineralizare a azotului. Rezultatele obținute au confirmat faptul că în sistemul no-till se imobilizează mai mult azot decât în sistemul convențional, fapt explicat printr-o biomasă microbiană mai mare și o activitate mai intensă a acesteia.

Pentru fiecare zonă este important de stabilit cantitatea de biomasă necesară a fi administrată, pentru menținerea conținutului de carbon organic din sol, cantitate care diferă în funcție de sol, climat și sistemele tehnologice aplicate. La unele studii s-a constatat că proprietățile subsolului, ca aciditatea, toxicitatea aluminiului, deficitul de fosfor și calciu sau compactarea și anaerobioza, inhibă dezvoltarea rădăcinilor și au un impact puternic asupra producției. Înlăturarea sau atenuarea acestor condiții restrictive pentru rădăcini este esențială pentru creșterea stocului de carbon organic în orizontul mai profund și pentru creșterea producției culturilor.

Cercetările efectuate la Centrul de Cercetări Agricole din Bazinul Columbia, Pendleton, Oregon, care au fost înființate în 1963, au urmărit dinamica modificărilor conținutului de carbon organic la diferite sisteme de lucrare a solului în rotația grâu-mazăre [Awale, 122)]. Zona se caracterizează printr-o climă semiaridă, cu ierni umede, reci și veri uscate și calde. Temperatura medie anuală pe termen lung (1930–2015) a fost de 8 °C, iar precipitațiile anuale au fost de 418 mm, din care 70% s-au înregistrat în intervalul septembrie - aprilie. Pentru a compara dinamica modificărilor privind conținutul de carbon organic la diferite sisteme de lucrare a solului, la rotația grâu-mazăre, s-a folosit ca referință o pajiște permanentă cu *Festuca arundinacea*.

În comparație cu sola cu ierburi perene, la arătura de toamnă s-a înregistrat cea mai mare reducere a cantităților de carbon organic (33%) și de azot total (29%) din sol (tabelul 12.89). La sistemele de lucrări reduse, resturile vegetale se acumulează la suprafața solului iar la arătura de toamnă, prin încorporarea lor, se favorizează descompunerea mai rapidă.

Deși măsurătorile microbiene pot prezenta o variație sezonieră, datorită modificărilor privind temperatura și conținutul apei din sol, rezultatele

obținute în aceste studii de lungă durată (53 ani) arată că însușirile chimice și microbiologice au fost puternic influențate de sistemele de lucrare a solului.

Tabelul 12.89

Influența diferitelor sisteme de lucrare a solului asupra carbonului organic din sol pe adâncimea de 0-15 cm (122)

Sistemul de lucrare a solului	Carbon organic (g/kg)	Nt (g/kg)	C:N	Carbon organic (t/ha)	Nt (t/ha)	DA (g/cm ³)
Pajiste de <i>Festuca arundinacea</i>	24,2a	1,78a	13,5a	40,1a	2,96a	1,11a
No-till	17,9b	1,33b	13,5a	34,7b	2,59b	1,30b
Cizel la 20 cm + disc la 10 cm în toamnă	18,2b	1,36b	13,3ab	34,3b	2,57b	1,28b
Arătură de primăvară la 20-25 cm	17,2b	1,33b	12,9b	33,9b	2,64b	1,32b
Arătură de toamnă la 20-25 cm	16,3b	1,26b	12,9b	31,8b	2,45b	1,30b
DL 5%	1,06	0,06	0,3	1,9	0,12	0,03

Valorile biomasei microbiene a solului pentru carbon și azot au prezentat variații semnificative între tratamente (tabelul 12.90). Cea mai mare valoare a biomasei microbiene a fost înregistrată în sola cu ierburi perene și cea mai redusă în sola cu arătura de toamnă. Sistemele de lucrare reduse și sistemul no-till au determinat creșterea biomasei microbiene în comparație cu arătura de toamnă, cu 27, respectiv 36%.

Resursele de sol și apă sunt componentele fundamentale pentru dezvoltarea unor sisteme agricole durabile iar materia organică de la suprafață are o influență puternică asupra scurgerii apei, eroziunii solului și a pierderilor de nutrienți, deci a calității acestor două resurse naturale. Sistemele de cultură durabile cum sunt rotațiile cu leguminoase și graminee perene, utilizarea lucrărilor minime pentru înființarea culturilor și pentru combaterea buruienilor și aplicarea de materiale organice, precum gunoiul de grajd și resturile vegetale, contribuie în timp la ameliorarea sau refacerea indicatorilor de calitate ai solului.

Determinarea gradului de modificare a indicatorilor de calitate ai solului ne ajută să cunoaștem rezistența acestora la degradare sau capacitatea lor de a se reface după o perioadă de scădere a fertilității.

Din rezultatele obținute privind analiza sistemelor de lucrări ale solului se poate aprecia că principalii factori limitativi sunt tasarea slabă a orizontului la adâncimea de 18-27 cm, hardpan în formare și degradarea structurii la suprafața solului ca urmare a lucrărilor repetate din cadrul fluxurilor tehnologice.

Tabelul 12.90

**Influența diferitelor sisteme de lucrare a solului asupra
biomasei microbiene din sol (122)**

Sistemul de lucrare a solului	pH	Carbon în biomasa microbiană (mg/kg)	Azot în biomasa microbiană (mg/kg)	C:N	Respirația mg CO ₂ /kg C	Conținutul de apă (g/kg)
Pajiște de <i>Festuca arundinacea</i>	6,35a	678a	135a	7,9a	32,7a	193a
No-till	5,02b	531b	45b	15,7a	21,2bc	95b
Cizel la 20 cm+ disc la 10 cm în toamnă	5,29b	570b	54b	15,3a	26,1b	100b
Arătură de primăvară la 20-25 cm	5,33b	509bc	74b	12,3a	25,5b	89b
Arătură de toamnă la 20-25 cm	5,28b	418c	63b	13,6a	16,3c	85b
DL 5%	0,22	50	32	3,6	6,1	11

Pentru eliminarea acestor neajunsuri sunt necesare aplicarea unor măsuri, cum sunt afânarea solului, alternarea adâncimii arăturii, funcție de cerințele culturilor din rotație, fertilizarea organo-minerală și introducerea în rotație a plantelor amelioratoare pentru structura solului.

Cantitatea de carbon organic din sol se schimbă în mod continuu, deoarece este o sursă de energie pentru biota din sol și este ușor de îndepărtat prin eroziune pentru că are o densitate scăzută și se află la suprafața solului. Solurile cu o structură bună a agregatelor și cele cu textura argiloasă determină o stabilitate mai mare a conținutului de carbon organic din sol față de solurile cu textura nisipoasă și cu un grad redus de structurare.

Conținutul de carbon organic în zona rădăcinii este de aproximativ 1,5-2,0% și este influențat de modul de utilizare a terenurilor și de sistemele

agricole folosite. În agricultura conservativă, prin definiție, sistemul de cultură trebuie să asigure un echilibru pozitiv între acumularea și descompunerea materiei organice din sol. Scăderea stocului de carbon organic din sol pe terenurile cultivate este intensificată datorită proceselor de degradare, cum ar fi eroziunea, salinizarea, epuizarea nutrienților și degradarea structurii solului.

Recarbonatarea solului este un proces lent și poate fi realizat prin adoptarea unor sisteme de gestionare a solului și a culturilor care conduc la transferul de carbon din atmosferă în sol. Pentru a stimula utilizarea acestor sisteme, agricultorii și administratorii de teren trebuie să fie compensați prin plăți pentru serviciile ecosistemice, pe baza cantității de carbon organic acumulat, care trebuie evaluat și plătit prin intermediul unui sistem echitabil, just și transparent [Lal, (77)]. Valoarea socială pentru cantitatea de carbon organic acumulată în sol a fost estimată la 0,13 \$/kg de carbon organic.

12.4.6.7.4 Efectul sistemelor de lucrare asupra producției agricole

Constrângerile care limitează producția, ca buruienile, dăunătorii, pretabilitatea culturilor, creșterea rădăcinilor, compactarea subsolului și dezechilibrul de nutrienți, trebuie atenuate deoarece chiar și o ușoară reducere a producției poate fi un factor de descurajare pentru unii fermieri.

În climatul semiarid din Republica Cehă, cu o temperatură medie anuală a aerului de 8,2 °C și o cantitate medie anuală de precipitații de 477 mm, producțiile de orz obținute în diferite sisteme de lucrare a solului după patru ani de experimentare au fost foarte apropiate. Pe un luvisol argilo - lutos, în rotația mazăre-grâu de toamnă-orz de primăvară, cea mai mare producție de orz, la cele patru metode de pregătire a solului, s-a înregistrat la varianta semănat direct și cu facelia (*Phacelia tanacetifolia*) ca și cultură de acoperire, pentru îngrășământ verde (tabelul 12.91) [Vach, (125)].

Tabelul 12.91

Producția medie obținută la orzul de primăvară în diferite sisteme de lucrare a solului (125)

Lucrarea solului	Producția (t/ha)	Diferența (kg/ha)	Diferența (%)
Lucrări convenționale	7,84	-	100
Semănat direct	8,28	440	105,7
Discuit la 10 cm + resturi vegetale	8,33	490	106,4
Semănat direct + Facelia	8,30	460	106,0

Din rezultatele obținute de Mestelan, după 44 de ani de experimentare, s-a constatat că la porumbul cultivat în sistemul no-till, producțiile obținute au fost mai mari cu 1,21 t/ha în monocultura de porumb, până la 1,35 t/ha în rotația soia-porumb, față de sistemul convențional de lucrare a solului (arat la 20-25 cm + disc) [Mestelan, (126)]. În rotația ierburi - porumb - ovăz, sporul mediu de producție obținut la porumb, cultivat timp de 40 de ani în sistemul no-till, față de sistemul cu arătură, a fost de 0,77 t/ha. La soia, diferențele de producție obținute în sistemul cu lucrări minime, față de sistemul convențional cu arătură, au fost de numai 350 kg/ha, datorită faptului că soia a avut ca premergătoare porumbul (tabelul 12.92).

Tabelul 12.92

Producția de soia în rotația porumb - soia, pe decade, obținută în diferite sisteme de lucrare a solului la Wooster, Ohio (USA) (126)

Decade	Producția de soia, t/ha		Producția de porumb, t/ha	
	No-till	Arat 20-25 cm	No-till	Arat 20-25 cm
1960	1,67	1,66	7,10	6,65
1970	2,11	2,00	9,19	7,69
1980	2,41	1,84	8,79	7,02
1990	2,67	2,08	9,71	7,64
2000	3,09	2,41	8,42	7,79
Media	2,23	1,88	8,36	7,01

În condițiile pedoclimatice din Transilvania, Guș și colab. au constatat că producțiile obținute la sistemul de lucrări minime, comparativ cu cele obținute la sistemul tradițional, au fost de 92-100 % la grâul de toamnă, 89-100% la porumb, 95-112% la soia, 66-91% la cartof, 97-99% la sfecla pentru zahăr și 95-98% la rapiță (tabelul 12.93) [Guș, 96)].

Tabelul 12.93

Influența sistemului de lucrare a solului asupra producției de grâu, porumb și sfeclă pentru zahăr în Câmpia Transilvaniei (96)

Sistemul de lucrare a solului	Grâu de toamnă		Porumb		Sfeclă pentru zahăr	
	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
Arătură (mt.)	4608	100	6327	100	38250	100
Cizel + grapă rotativă	4479	97	6196	100	37200	97
Paraplow + grapă rotativă	4588	100	6322	100	37820	99

Pe terenurile situate pe pante ale SCDA Podu-Iloaiei, Iași, lucrarea fără întoarcerea brazdei a determinat ameliorarea însușirilor fizice și hidrofizice ale solului și valorificarea mai bună a factorilor tehnologici, în special a îngrășămintelor, care au determinat sporuri de producție mai mari, față de arătura la 20 cm. Producția medie de grâu obținută pe aceste terenuri în perioada 1985-2006, în varianta arată la 20 cm, a fost de 3690 kg/ha, iar la lucrarea terenului cu cizelul și prin discuri mai mică cu doar 5,0% (-170 kg/ha) și respectiv cu 11,0% (-423 kg/ha) (tabelul 12.94) [Jităreanu, (46)].

Producția medie de grâu obținută pe terenurile situate în pantă, în perioada 1985-2006, a fost de 2010 kg/ha în condiții de nefertilizare și a crescut cu 87 - 116% (1758-2333 kg/ha), când s-au aplicat 80 - 120 kg azot și 80 kg P₂O₅/ha. În anii secetoși, producția de grâu obținută în varianta arată la adâncimea de 30 cm a crescut în comparație cu cea obținută la arătura la 20 cm adâncime, cu 14,0% (385 kg/ha). În anii secetoși, îngrășămintele au determinat obținerea unor sporuri de producție la grâu de 63% (1055 kg/ha) la doza de N80 + 80 kg/ha P₂O₅ și 105 % (1770 kg/ha) la doza de N120 + 80 kg/ha P₂O₅.

Tabelul 12.94

**Producția de grâu de toamnă obținută la diferite sisteme
de lucrare a solului la SCDA Podu-Iloaiei, Iași (46)**

Lucrarea solului	Producția, kg/ha la dozele:				Media		Dif. kg/ha
	N ₀ P ₀	N ₈₀ P ₈₀	N ₁₀₀ P ₈₀	N ₁₂₀ P ₈₀	Kg/ha	%	
Arat la 20 cm + disc	2020	3890	4360	4490	3690	100	0
Arat la 30 cm + disc	2240	4120	4530	4670	3890	105	200
Cizel + disc	1920	3640	4230	4290	3520	95	-170
Disc	1860	3420	3870	3920	3268	89	-423
Media	2010	3768	4248	4343	3592	x	x
DL 5% = 250 kg/ha; DL 1% = 350 kg/ha; DL 0,1 % = 470 kg/ha							
Producția de grâu în anii secetoși: 1986, 1987, 1990, 1992, 1994, 1997, 2000, 2003, 2004							
Lucrarea solului	N ₀ P ₀	N ₈₀ P ₈₀	N ₁₀₀ P ₈₀	N ₁₂₀ P ₈₀	Media	%	Dif.
Arat la 20 cm + disc	1640	2730	3260	3340	2743	100	0
Arat la 30 cm + disc	1860	3250	3620	3780	3128	114	385
Cizel + disc	1650	2570	3240	3410	2718	99	-26
Disc	1560	2380	3090	3260	2573	94	-171
Media	1678	2733	3303	3448	2790	x	x
DL 5% = 230 kg/ha; DL 1% = 330 kg/ha; DL 0,1 % = 440 kg/ha							

La cultura porumbului cultivat pe terenuri în pantă, arătura la 30 cm a determinat creșterea producției în comparație cu arătura la 20 cm, cu 8% (535 kg/ha), iar lucrarea solului numai cu grapa cu discuri a determinat scăderea producției cu 8% (556 kg/ha). Fertilizarea cu 80-140 kg/ha azot împreună cu 80 kg/ha P₂O₅ a determinat obținerea unor sporuri de producție de 112-148% (3960 - 5240 kg/ha) (tabelul 12.95) [Jităreanu, (46)].

Tabelul 12.95

**Producția de porumb obținută în diferite sisteme
de lucrare a solului la SCDA Podu-Iloaiei, Iași (46)**

Lucrarea solului	Producția, kg/ha la dozele:				Media		Dif. kg/ha
	N ₀ P ₀	N ₈₀ P ₈₀	N ₁₂₀ P ₈₀	N ₁₄₀ P ₈₀	kg/ha	%	
Arat la 20 cm + disc	3260	7620	8410	8720	7003	100	0
Arat la 30 cm + disc	4020	7960	8890	9280	7538	108	535
Cizel + disc	3750	7560	8520	8850	7170	102	167
Disc	3120	6850	7560	8260	6448	92	-556
Media	3538	7498	8345	8778	7039	x	x
DL 5% = 310 kg/ha; DL 1% = 450 kg/ha; DL 0,1 % = 530 kg/ha							
Producția de porumb obținută în anii secetoși: 1986, 1990, 1992, 1994, 2000, 2003							
Arat la 20 cm + disc	2130	5420	5930	6070	4888	100	0
Arat la 30 cm + disc	2580	5910	6490	6980	5490	112	602
Cizel + disc	2250	5540	6240	6480	5128	105	240
Disc	2060	5100	5630	5860	4663	95	-226
Media	2260	5470	6070	6350	5038	x	x
DL 5% = 240 kg/ha; DL 1% = 360 kg/ha; DL 0,1 % = 510 kg/ha							

În anii secetoși, arătura la 30 cm a determinat creșterea producției de porumb față de arătura la 20 cm cu 12% (602 kg/ha). În cazul pregătirii terenului cu cizelul producția medie obținută a fost mai mare, față de arătura la 20 cm, cu 5,0% (240 kg/ha).

În cazul sistemelor cu lucrări reduse s-a constatat că producțiile obținute au fost mai mici când s-au folosit doze mici de azot, iar la doze mari de azot producțiile obținute au fost egale sau chiar mai mari. Porumbul a valorificat mai bine îngrășămintele la aplicarea unor lucrări ale solului mai adânci (arat la 30 cm; cizel + disc), la care sporurile de producție obținute au oscilat, funcție de dozele aplicate, între 129 și 188% (3190-4400 kg/ha). În comparație cu sistemul de lucrare convențional, la cultura grâului în sistemul no-till, costurile medii în perioada 2012-2014 au fost mai reduse cu 19% iar la

sistemul de lucrări minime cu cizelul cheltuielile au fost mai mici cu 4-5% (tabelul 12.96).

Tabelul 12.96

Eficiența economică la diferite sisteme de cultură (127)]

Cultura	Sistemul de lucrare a solului	Producția kg/ha	Cost lei/ha	Cost %
Grâu	Clasic	5721	2067	100
	No till	5773	1675	81
Porumb	Clasic	5671	2262	100
	Lucrări minime	5693	2164	95
Soia	Clasic	2671	2475	100
	Lucrări minime	2709	2378	96

La cultivarea porumbului în sistem no-tilage, la INCDA Fundulea, [Șarpe, (127)] prin excluderea tuturor lucrărilor mecanice ale solului (arătura, lucrările cu grapa cu discuri și grapele cu colți, prașilele mecanice ș.a.) consumul de combustibil s-a redus de la 52,2 litri/ha în sistemul convențional la 10,5 litri de motorină la hectar în sistemul no-tilage (tabelul 12.97). Odată cu reducerea consumului de combustibil s-au redus și emisiile de gaze cu efect de seră, cu aproximativ 3,03 kg echivalent CO₂ pe hectar la fiecare litru de combustibil economisit.

Tabelul 12.97

Consumul de combustibil pentru lucrările solului la două sisteme de cultivare a porumbului la INCDA Fundulea (127)]

Tehnologia convențională - cu arătură			Tehnologia fără arătură - no tillage		
Lucrările mecanice efectuate		Consum litri/ha	Lucrările mecanice efectuate		Consum litri/ha
1.	Arat + grăpat toamna	27,4	1.	Tratat cu erbicide	1,1
2.	Grăpat primăvara	1,0	2.	-	-
3.	Discuit + grăpat	5,7	3.	-	-
4.	Discuit + grăpat	5,7	4.	-	-
5.	Semănat cu SPC	4,6	5.	Semănat cu Gaspardo	9,4
6.	Prașila I mecanică	2,9	6.	-	-
7.	Prașila I mecanică	2,6	7.	-	-
8.	Prașila I mecanică	2,6	8.	-	-
Total		52,5	Total		10,5

12.4.6.7.5 Lucrările de pregătire a patului germinativ

Pe terenurile în pantă, în special pe cele amenajate cu lucrări antierozionale, pregătirea patului germinativ se face pe direcția generală a curbelor de nivel. Lucrările pentru pregătirea patului germinativ pe terenurile în pantă se fac în lungul curbelor de nivel sub un unghi maxim de 30° față de acestea. Intrarea agregatului în lucru se face din partea inferioară a parcelei spre partea superioară a pantei iar deplasarea se face în suveică. În cadrul sistemului convențional de lucrare a solului, patul germinativ se pregătește prin lucrări ale solului efectuate cu grape, combinatoare sau agregate complexe.

Lucrările pentru pregătirea patului germinativ au ca obiectiv realizarea unui strat de sol bine afânat, nivelat și mărunțit pe adâncimea de semănat, care să asigure condiții uniforme pentru germinare și răsărire.

Alături de avantajele comune cu cele de pe terenurile plane, cum sunt reținerea apei, crearea condițiilor optime pentru semănat etc., lucrările pentru pregătirea patului germinativ pe terenurile în pantă au în plus rolul de a înmagazina o cantitate cât mai mare de apă din precipitații și a reduce scurgerile care provoacă eroziune.

Lucrarea cu combinatorul se realizează cu agregate alcătuite din cultivator și diferite tipuri de grape, cu colți rigizi, elicoidale etc., care uneori sunt succedate de diferite tipuri de tăvălugi.

Lucrarea cu tăvălugul este necesară în cazul în care lucrările s-au efectuat în condiții de secetă și au rezultat bulgări, precum și înainte de semănatul plantelor cu semințe mici.

La sistemele de tip conservativ pregătirea terenului pentru semănat se realizează cu agregate complexe, care includ diverse tipuri de organe active, care execută mai multe lucrări la o singură trecere. Combinatoarele folosite, au în componență organe de lucru tip discuri, grape rotative și elicoidale, care efectuează afânarea și lucrarea solului fără întoarcerea brazdei, terenul fiind astfel pregătit pentru semănatul clasic și pentru semănatul în benzi.

Lucrările de semănat direct se realizează cu semănători speciale, care au în fața organelor active ale semănătorii organe pentru prelucrarea solului pe rând și echipamente pentru fertilizat și erbicidat.

Data începerii lucrărilor solului și a semănatului depinde de mersul vremii în anul respectiv, de expoziția terenului, textura solului și alți factori. În zonele de șes solul se încălzește mai devreme decât în zonele colinare, solurile

nisipoase se încălzesc mai repede decât cele argiloase, pantele cu expoziție sudică se încălzesc mai repede decât cele nordice etc.

Pe terenurile cu expoziții nordice și nord-estice, zăpada se acumulează în cantități mai mari iar solul este mai puțin expus înghețurilor și se încălzește mai încet în primăvară. Procesul de topire a zăpezii are loc mai lent, cu 5-10 zile mai târziu comparativ cu versanții cu expoziție sudică, evaporarea și scurgerea apelor de suprafață este mai redusă iar rezerva de umiditate din sol în perioada semănatului este mari mare decât pe versanții sudici.

Normele europene și naționale de ecocondiționalitate pentru limitarea eroziunii, prevăd efectuarea tuturor lucrărilor solului, inclusiv semănatul, pe terenurile arabile cu panta mai mare de 12%, cultivate cu plante prășitoare, obligatoriu de-a lungul curbelor de nivel.

12.4.6.8 SEMĂNATUL ȘI LUCRĂRILE DE ÎNTREȚINERE

Semănatul tuturor culturilor pe terenurile în pantă se execută pe direcția generală a curbelor de nivel, pentru ca rândurile de plante să rețină și să disperseze scurgerile de apă și sol.

Pentru culturile prășitoare semănatul pe direcția curbelor de nivel are o importanță și mai mare pentru că se evită formarea de rigole, pe urmele roților și a rândurilor de plante, care favorizează concentrarea scurgerii și declanșarea eroziunii (foto 12.8).

Pe terenurile în pantă semănatul culturilor pe direcția generală a curbelor de nivel se face în fâșii alternative, cu cereale și plante furajere.

Pe terenurile cu panta mai mare de 8-10% între aceste fâșii se seamănă benzi cu ierburi perene, cu lățimi de 4-6 m, care sunt menținute permanente și contribuie la procesul de agroterasare.

Pe terenurile cu pante de peste 14% o parte din fâșiile cultivate se seamănă cu ierburi perene, care trebuie să ocupe 20-30% din suprafața versantului și care pot fi mutate în amonte sau în aval pe versant, în funcție de rotația stabilită, cu rol de sole săritoare, pentru reducerea eroziunii și ameliorarea fertilității solului.

Din rezultatele obținute la Perieni, județul Vaslui s-a constatat că semănatul pe direcția deal-vale a determinat la porumb, comparativ cu semănatul pe direcția curbelor de nivel, creșterea de aproape patru ori a numărului de plante distruse prin dezrădăcinare, scăderea producției cu 37% și creșterea cantității de sol erodat de 3,6 ori. Din cercetările efectuate a rezultat

că la toate culturile, semănatul pe linia de cea mai mare pantă a determinat creșterea de 3-4 ori a cantităților de sol erodat.



Foto 12.8 - Teren în pantă semănat cu porumb pe direcția deal - vale

La cerealele păioase de toamnă, norma de sămânță utilizată la semănat trebuie să fie cu 10-20% mai mare față de terenurile plane, deoarece condițiile de germinare și de creștere a plantelor sunt mai dificile iar pierderile de plante sunt mai mari.

Lucrările de întreținere a culturilor pe terenurile în pantă trebuie să asigure o infiltrație cât mai bună a apei și reducerea eroziunii solului. La fel ca și la celelalte lucrări, viteza de lucru, în special la efectuarea prașilelor mecanice, va fi mai redusă și se va asigura o zonă de protecție mai mare față de rândurile de plante.

Pe terenurile în pantă, este de preferat ca în perioada de iarnă solul să fie acoperit cu vegetație, fiind recomandate în acest sens tehnologiile care lasă resturile vegetale tocate la suprafața solului.

Potrivit prevederilor Regulamentului (CE) nr. 73/2009 și a Regulamentului (UE) nr. 1306/2013 care cuprind Bunele Condiții Agricole și

de Mediu (Good Agricultural and Environmental Condition - GAEC) primele șase condiții se referă la standardele pentru evitarea eroziunii solului, pentru menținerea conținutului de materie organică în sol și pentru menținerea structurii solului.

Standardele pentru evitarea eroziunii solului prevăd ca pe timpul iernii, terenul arabil trebuie să fie acoperit cu culturi de toamnă și/sau să rămână acoperit cu resturi vegetale după recoltare pe cel puțin 20% din suprafața arabilă totală a fermei. Obiectivul acestui standard este reducerea eroziunii solului prin acoperirea minimă a terenului pe timpul iernii cu vegetație sau resturi vegetale.

Pe terenurile cu pante mai mari de 15% este obligatorie menținerea ponderii culturilor de toamnă și/sau a culturilor de acoperire pe minimum 30% din suprafața arabilă a fermei încadrată în această categorie de pantă.

Pe terenurile în pantă, pentru reducerea eroziunii și a levigării nitrăților dar și pentru creșterea conținutului de carbon organic și în orizonturile mai adânci, se pot seamăna culturi de acoperire, care asigură protecția solului în timpul iernii.

Pot fi considerate culturi de acoperire următoarele:

Culturi anuale: grâu (*Triticum* sp.), seară (*Secale cereale*), triticales, orz (*Hordeum* sp.), ovăz (*Avena sativa*), mazăre (*Pisum sativum*), borcag de toamnă - amestec format dintr-o leguminoasă anuală de toamnă (măzărliche - *Vicia* sp.) și o cereală de toamnă, rapiță (*Brassica* sp.) ș.a.

Culturi perene: lucernă (*Medicago sativa*), trifoi (*Trifolium pratense*), sparceță (*Onobrychis viciifolia*), ghizdei (*Lotus corniculatus*), sulfină (*Melilotus* sp.), golomăț (*Dactylis glomerata*), firuță (*Poa* sp.), raigras peren (*Lolium perenne*), festuca (*Festuca pratensis*).

Acoperirea permanentă a solului cu vegetație înlătură buruienile, protejează solul de intemperii și stimulează procesele biologice, contribuind la structurarea solului, la îmbogățirea cu materie organică și nutrienți precum și la reducerea eroziunii.

Culturile de protecție (cover crops) se seamăna în ferestrele dintre culturi, astfel încât la instalarea culturii de bază, acestea să fie în faza de îmbobocire-înflorire și cu o masă vegetativă cât mai mare. Spre deosebire de culturile pentru îngrășăminte verzi, acestea nu se încorporează în sol pentru descompunere ci rămân la suprafața solului ca mulci vegetal.

Plantele pretabile pentru culturile de protecție sunt mazăricea, lupinul, sparceta, trifoiul roșu, iarba de Sudan, secara sau orzul de toamnă, care cresc și acoperă rapid solului, au o producție mare de biomasă, capacitate ridicată de concurență cu buruienile și un efect alelopativ pentru cultura de bază redus.

Pentru a evita efectul fenomenelor de alelopatie, datorită substanțelor rezultate de la descompunerea biomasei culturilor de acoperire, semănatul culturii comerciale se face după o anumită perioadă de la descompunerea culturii de acoperire. Când semănatul direct se face peste cultura de protecție, este recomandat ca lucrarea să se facă după 8-12 zile de la valorificarea culturii de protecție, pentru cele cu raportul C/N scăzut spre mediu (12-22) și după 12-20 de zile, pentru culturile de acoperire cu un raport C/N mare (>24).

Creșterea speciilor folosite pentru protejarea solului și pentru îngrășământ verde este întreruptă înainte de a forma semințe mature, însă trebuie avut în vedere și faptul că unele pot regenera rapid când creșterea lor este întreruptă prematur. Pentru majoritatea speciilor de culturi de acoperire întreruperea vegetației se realizează în stadiul de înflorire completă iar la ovăz și secară în faza de lapte.

Culturile pentru îngrășăminte verzi (mazăre, mazărice, rapiță, muștar, lupin, sulfină, secară) îmbogățesc solul în materie organică și elemente nutritive, ameliorează structura și intensifică activitatea biologică a solului. Semănatul culturilor verzi se realizează în perioada 1 august – 30 septembrie, iar biomasa formată trebuie să fie încorporată în sol în perioada 15 februarie - 31 martie.

Culturile mixte presupun cultivarea a două sau mai multe culturi în rânduri alternative, pe fâșii alăturate de lățime variabilă, pe același teren și în timpul aceleiași perioade de vegetație. Pe terenurile în pantă se recomandă seamănarea unor culturi intercalate de mazăre, soia, grâu de toamnă cu porumb sau grâu cu porumb și în.

Culturile subînsămânțate (culturi ascunse) sunt culturile de ierburi furajere perene, lucernă sau trifoi, semămate în culturile de grâu și orz de toamnă, care rămân și își continuă vegetația după recoltarea culturilor principale asigurând protecția solului. Aceste culturi reduc eroziunea solului și pierderile de substanțe nutritive după recoltarea culturii principale, în timpul sezonului critic de eroziune.

12.4.6.9 SISTEME DE CULTURĂ ANTIEROZIONALE

Pe terenurile în pantă, sistemul de amplasare a culturilor prezintă un rol deosebit în reducerea nivelului pierderilor de apă și sol în timpul ploilor torențiale și deci și în menținerea stabilității însușirilor fizico-chimice ale solului și a producțiilor agricole.

Principalele sisteme de cultură antierozionale utilizate pentru protecția culturilor și a solului pe terenurile în pantă sunt sistemul de lucrare pe direcția generală a curbelor de nivel, sistemul de cultură în fâșii, sistemul antierozional de cultură cu benzi înierbate, sistemul antierozional de cultură mixt (cu benzi înierbate și culturi în fâșii) și sistemul antierozional de cultură cu agroterase.

1. Sistemul antierozional de lucrare a solului pe direcția generală a curbelor de nivel

Acest sistem constă în executarea tuturor lucrărilor pe direcția generală a curbelor de nivel și trebuie aplicat de la pante de 3%, având eficacitate mare pe pantele mici și mijlocii de până la 6-8%. Pe pantele mai mari de 8% sistemul trebuie completat cu alte lucrări sau măsuri antierozionale. Întrucât executarea lucrărilor pe direcția curbelor de nivel este dificilă și neeconomică, se admit abateri de 2-3% de la aceasta pe distanțe lungi și de până la 5%, pe distanțe de sub 200 m.

Dintre lucrările solului, prezintă o importanță mai mare pe terenurile în pantă lucrarea de bază a acestuia. Alături de avantajele specifice terenurilor plane, precum reținerea apei, creșterea aerației, crearea condițiilor optime pentru descompunerea resturilor organice și a dezvoltării microorganismelor, refacerea structurii etc., lucrarea de bază a solului pe terenurile în pantă are și rolul de a înmagazina o cantitate cât mai mare de apă din precipitații pentru a reduce eroziunea solului. Pe terenurile în pantă cele mai bune rezultate s-au obținut când arătura s-a efectuat cu plugurile reversibile.

Referitor la adâncimea de efectuare a arăturii pe terenurile în pantă, trebuie respectate cerințele culturilor și cele referitoare la adâncimea orizontului cu humus, care se poate mobiliza și cu cizelul, fără a aduce la suprafață sol cu fertilitate mai slabă.

Pe pantele mai mari de 16-18% rezultate bune s-au obținut când s-au folosit tractoarele pe șenile cu plugurile reversibile.

Și celelalte lucrări de pregătire a terenului trebuie executate tot pe direcția generală a curbelor de nivel, utilizând mașini și utilaje care pot asigura

realizarea unor lucrări de calitate. Astfel, lucrările cu grapele cu discuri se pot executa pe pante de până la 25% în agregat cu tractoarele cu pneuri. Din determinările efectuate la Perieni, Vaslui, privind influența semănatului executat pe linia de cea mai mare pantă, comparativ cu cel efectuat pe direcția generală a curbelor de nivel, pe două categorii de pantă și la trei culturi, a rezultat că în urma unei ploii torențiale cu intensitatea nucleului de 1,8 mm/minut, timp de 5 minute, pierderile de sol s-au redus cu 60,4% la porumb, până la 74,2% la floarea-soarelui și până la 66,8% la sparțetă. La toate culturile semănatul pe linia de cea mai mare pantă a determinat creșterea eroziunii solului de 3-4 ori.

Și lucrările pentru întreținerea culturilor trebuie să se execute tot pe direcția generală a curbelor de nivel. Prașilele mecanice la porumb, floarea-soarelui etc., se pot executa corespunzător până la panta de 16-18%, utilizând tractoare cu pneuri și cultivate pe 4 rânduri și numai până la panta de 11%, când se folosesc cultivate pe 6 rânduri. Pe pante mai mari se vor folosi tractoarele pe șenile.

Pentru a se executa lucrări de bună calitate, se recomandă:

- agregatele de prașit vor intra pe aceleași urme ca și la semănat, pentru a se asigura o menținere mai ușoară a tractorului pe direcție;
- cultivatele se vor fixa bine pe tractor, pentru a nu prezenta oscilații în plan orizontal, care ar duce la tăierea plantelor și diminuarea desimii culturii;
- mărirea zonei de protecție a rândurilor odată cu creșterea pantei și combaterea buruienilor pe fâșiile nelucrate pe cale chimică;
- folosirea unei sisteme de mașini corespunzătoare și a unor mecanizatori bine pregătiți.

2. Sistemul antierozional de cultură în fâșii

Sistemul de cultură în fâșii face parte din complexul antierozional de măsuri agrotehnice pe terenuri în pantă care trebuie folosit în toate zonele în care apar procese de eroziune.

Acest sistem antierozional constă în alternarea pe același versant, a unor fâșii cultivate cu plante care oferă solului o protecție antierozională diferită (foto 12.9). Fâșiile se amplasează cu latura lungă pe direcția generală a curbelor de nivel și au în vedere încadrarea culturilor slab protectoare între culturi bune și foarte bune protectoare pentru sol. Deoarece acest sistem antierozional de cultură nu solicită investiții speciale și nici utilaje sau mașini deosebite se poate introduce ușor pe suprafețe cât mai mari.



Foto 12.9 - Teren în pantă amenajat în sistemul de cultură în fâșii

Sistemul antierozional de cultură în fâșii se aplică pe pante mai mari de 8%, iar pentru ca eficacitatea acestuia să fie maximă se impune dimensionarea și aplicarea corectă a acestuia. Stabilirea lățimii fâșiilor cultivate se face ținând seama atât de criteriul vitezei critice de neeroziune cât și de criteriul eroziunii medii anuale admisibile.

Aplicarea sistemului antierozional de cultură în fâșii se face începând de la jumătatea versantului, sau din zona în care panta terenului este mai uniformă. Limitele fâșiilor se marchează cu picheți, iar după rectificare, pentru a rezulta trasee drepte sau ușor ondulate se marchează cu brazde executate cu plugul. În amonte și avalul primului traseu stabilit, se marchează și alte fâșii echidistante, conform lățimilor calculate, utilizând panglici metalice sau sfori. Operația se repetă până când abaterea de la direcția generală a curbelor de nivel ajunge sub 5%. Peste această limită, se trasează o nouă curbă de nivel, iar clinul rezultat va determina o fâșie cu lățimea variabilă.

În funcție de sortimentul și structura culturilor din unitatea agricolă, se pot organiza culturi în fâșii pe versanți cu două sau mai multe plante cultivate. După profilul și uniformitatea versantului, fâșiile pot avea diferite



forme: dreptunghiulară, paralelipipedică sau trapezoidală. Se vor evita formele triunghiulare sau neregulate, care îngreunează lucrările mecanice, întoarcerea agregatelor și micșorează randamentul mașinilor agricole.

În zonele mai umede, este indicat ca după recoltarea păioaselor sau leguminoaselor să se semene culturi succesive, care protejează mai bine solul în timpul ploilor din perioada de la sfârșitul verii și începutul toamnei.

Culturile în fâșii și benzile înierbate contribuie la reducerea eroziunii solului sub pragul de toleranță, prin reținerea pe versanți a unor însemnate cantități de apă și material solid. Din rezultatele obținute în diferite zone a rezultat că, indiferent de mărimea pantei, pierderile de sol s-au redus de 2-8 ori în cazul introducerii culturilor în fâșii, comparativ cu situația cultivării versantului numai cu porumb.

Pierderile de sol prin eroziune pe terenurile arabile sau pe cele intensiv pășunate s-au dovedit a fi de peste 100 de ori mai mari decât ratele de formare a solului care, de obicei, sunt sub o tonă/ha/an. Dezechilibrul dintre ratele de eroziune și rata de formare a solului arată faptul că agricultura convențională pe terenurile în pantă nu este sustenabilă, pentru că aceste resurse de sol vor fi epuizate în cele din urmă. Valoarea nivelului de toleranță la pierderile de sol poate ajuta la stabilirea obiectivelor pentru acțiuni pe termen scurt însă durabilitatea pe termen lung impune reducerea ratelor de eroziune a solului pe terenurile agricole la niveluri apropiate de zero.

3. Sistemul antierozional de cultură cu benzi înierbate

Acest sistem antierozional constă în crearea pe direcția generală a curbelor de nivel a unor benzi înguste, semănate cu plante foarte bune protectoare pentru sol, ce limitează fâșiile cultivate sau marginile solurilor. Benzile înierbate se înființează pe pante de 12-25% și pot fi introduse în majoritatea zonelor pedoclimatice ale țării.

Benzile înierbate sunt formate de regulă din amestecuri specifice de ierburi perene, recomandate pentru condițiile pedoclimatice ale zonei, iar în unele cazuri se pot folosi și culturile anuale de borceag, ovăz, grâu, secară sau orz. Se recomandă însă ca aceste benzi înierbate să fie însămânțate cu leguminoase și graminee perene și să fie menținute permanent pentru a se transforma în timp, în taluzuri de agroterase și crescând eficiența antierozională a acestora.

Benzile înierbate au rolul de a dispersa scurgerile de pe versant și de a reține o parte din suspensiile existente din apa care se scurge. Materialul solid

se depune în mare măsură la limita din amonte a benzilor, care se transformă în mici plaforme, care se extind cu timpul iar agroterasarea se accentuează.

Foarte important în introducerea acestui sistem este dimensionarea corespunzătoare a lăţimii fâşiiilor cultivate şi a benzilor înierbate. Acestea se face ţinând seama de efectul antierozional, care trebuie să fie maxim şi de faptul că fâşiiile dintre benzile înierbate pot fi semămate cu o singura cultură. În astfel de situaţii benzile înierbate ar trebui să fie capabile să reţină şi să infiltreze excesul de apă care se scurge de pe fâşiiile cultivate.

Având în vedere că pe fâşii alternează culturi slab protectoare, alături de cele mediu sau bune protectoare ale solului împotriva eroziunii, lăţimea benzilor ar trebui să fie diferită, în funcţie de cultura existentă pe fâşia din amonte, care în anul următor se schimbă. Acest mod de amenajare este greu de implementat şi nu poate fi aplicat în practică, deoarece ar trebui ca lăţimea benzilor înierbate să fie mult mai mare, iar unele cazuri s-o depăşească pe cea a fâşiiilor cultivate, ceea ce nu este rentabil din punct de vedere economic pentru unităţile agricole. De aceea, se recomandă ca lăţimea fâşiiilor cultivate să se reducă până la valoarea care să nu permită pierderea unor cantităţi de sol peste limita admisibilă. Totodată trebuie redusă şi lăţimea benzilor înierbate, rolul lor rezumându-se mai ales la filtrarea şi dispersarea scurgerilor din amonte. În acest scop dimensionarea lăţimii benzilor înierbate trebuie făcută după acelaşi criteriu ca şi al culturilor în fâşii, ţinând seama de pierderile medii anuale admisibile de sol la hectar.

În practică, funcţie de forma versanţilor, benzile înierbate pot fi amplasate la diferite distanţe. Astfel, pe versanţii cu profil drept, benzile se amplasează la distanţe egale, pe cei cu profil convex se amplasează la distanţe mai mici în partea inferioară, iar pe versanţii cu profil concav, distanţele dintre benzi vor fi mai mici în treimea superioară a acestora. Pe versanţii în trepte, distanţa de amplasare a benzilor înierbate va fi determinată de înclinarea porţiunii respective. Aceasta corespunde, în general, cu distanţele la care sunt amplasate fâşiiile cultivate. Pe baza unor calcule şi a determinărilor de pe teren s-au stabilit următoarele lăţimi ale fâşiiilor cultivate încadrate de benzi înierbate (tabelul 12.98) [Dumitrescu, (10)].

Benzile înierbate se recomandă să aibă lăţimea cuprinsă între 3 şi 8 metri. În practică pentru uşurarea introducerii acestui sistem antierozional, se folosesc benzi înierbate a căror lăţime este egală cu lăţimea de lucru a semănătorii cu care se face semănatul acestora, sau cu un multiplu al acesteia.

Tabelul 12.98

Distanța de amplasare a benzilor înierbate (10)

Nr. crt.	Panta terenului (%)	Lățimea fâșiilor (m)
1.	8-12	250-150
2.	12-16	150-50
3.	>16	<50

O condiție importantă a reușitei acestui sistem este aceea de a păstra lățimi uniforme pe toată lungimea parcelelor cultivate pentru a ușura mecanizarea lucrărilor agricole. De aceea, este recomandabil să se realizeze benzi cu lățimi variabile și fâșii cultivate cu lățimi constante. Lungimea benzilor trebuie să fie egală cu cea a solei pe care se aplică.

Înierbarea se face cu speciile și amestecurile specifice zonei, după tehnologia pajiștilor însămânțate. Benzile se pot semăna numai cu lucernă, trifoi sau sparceță, dar longevitatea acestora este mai scurtă, de 3-4 ani, sau se folosesc numai gramineele perene, în special acolo unde acestea sunt prevăzute a avea caracter permanent. Benzile înierbate însămânțate cu plante furajere anuale dese se vor introduce în soiele de prășitoare atunci când lățimea acestora este cu mult peste cea recomandată.

4. Sistemul antierozional de cultură mixt (cu benzi înierbate și culturi în fâșii)

Când pierderile de sol prin eroziune nu pot fi menținute în limite tolerabile numai prin alternarea culturilor în fâșii sau utilizarea benzilor înierbate, se recurge la sistemul de cultură mixt, cu benzi înierbate și culturi în fâșii.

Pe terenurile cu pante de 10-18% se aplică sistemul mixt de culturi în fâșii cu benzi înierbate, a căror lățime variază în funcție de pantă:

- pante de 5 - 10% : lățimea fâșiilor cultivate de 60-150 m;
- pante de 10 - 15% : lățimea fâșiilor cultivate de 30-60 m;
- pante de 15 - 20% : lățimea fâșiilor cultivate de 20-30 m;
- pante de peste 25% : lățimea fâșiilor cultivate de 20 m.

Sistemul antierozional mixt constă în delimitarea fâșiilor cultivate, prin intermediul unor benzi însămânțate cu leguminoase și graminee perene, orientate pe direcția curbelor de nivel, al căror rol este de a filtra scurgerile și de a reține, total sau parțial, particulele de sol (foto 12.10 și 12.11).



Foto 12.10 - Sistemul antierozional de cultură mixt cu benzi înierbate și culturi în fâșii



Foto 12.11 - Terenuri în pantă cu benzi înierbate și culturi în fâșii la SCA Podu-Iloaiei, Iași

Lățimea benzilor înierbate se stabilește în funcție de forma și lungimea versantului și poate varia între 4 și 15 m. În Uniunea Europeană s-a pledat pentru reducerea acestei lățimi, astfel că lățimi de 2 până la 6 m pot fi considerate ca acceptabile. Pentru asigurarea unui control mai bun al eroziunii și pentru efectuarea mecanizată a lucrărilor agricole, fâșiile cultivate trebuie să aibă lățimi constante.

Vegetația condiționează, în mare măsură, procesul de eroziune. Dacă covorul vegetal este bine încheiat, cu o desime mare, acoperind solul în proporție de 90 - 100%, cum este cazul la ierburile perene începând cu anul doi de vegetație, cantitățile de sol erodat se vor situa sub limitele tolerabile, de 2-3 t/ha/an, corespunzătoare capacității naturale de refacere a solului.

Pentru înierbarea benzilor se folosesc diferite specii de leguminoase și graminee perene care vegetează bine în zona respectivă. Se poate însămânța lucerna, sparceta, trifoiul, obsiga, golomățul etc. Pe terenurile în pantă din Moldova se recomandă folosirea amestecurilor dintre *Bromus inermis* 50% și *Onobrychis viciifolia* 50%, *Dactylis glomerata* 50% și *Onobrychis viciifolia* 50% sau *Bromus inermis* 50% cu *Lotus corniculatus* 50% [Dumitrescu, (10)].

Pe terenurile cu panta de 10% din localitatea Șaru-Dornei aplicarea gunoiului de grajd, în doze de 20-50 t/ha, a determinat obținerea unor producții de 2,5 - 3,1 t/ha SU [Vîntu, (128)]. În aceste condiții de fertilizare s-a asigurat o protecție antierozională bună a terenului și s-a obținut un spor de producție, în comparație cu martorul nefertilizat, de 77-120%. De asemenea s-a redus gradul de acoperire cu *Nardus stricta* în favoarea speciilor valoroase de leguminoase (*Lotus corniculatus*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratensis*) și graminee perene (*Festuca rubra*, *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens*) [Vîntu, (128)].

Sistemul mixt, “culturi în fâșii cu benzi înierbate” prezintă următoarele avantaje:

- alternarea culturilor și benzilor înierbate reduce foarte mult eroziunea;

- fâșiile sunt mai bine delimitate, fiind mărginite de benzile înierbate, fapt care ușurează amplasarea culturilor pe teren;

- lățimea fâșiilor se mărește, ceea ce ușurează exploatarea mașinilor și concentrează culturile pe sole cu suprafețe mai mari.

5. Sistemul antierozional de cultură cu agroterase

Agroterasarea terenurilor arabile în pantă reprezintă una dintre cele mai vechi metode de combatere a eroziunii solului care a apărut în mod natural în multe țări unde delimitarea proprietăților s-a efectuat pe direcția generală a curbelor de nivel prin răzoare sau ziduri de piatră. În țara noastră cea mai mare extindere a avut-o în Transilvania datorită formei dreptunghiulare a loturilor de teren orientate pe direcția generală a curbelor de nivel.

Agroterasele naturale, fiind dimensionate în funcție de lățimea loturilor respective și nu după criteriile cunoscute, de cele mai multe ori sunt necorespunzător dimensionate. Este nevoie deci de modernizarea lor și aducerea la parametrii corespunzători pantei. În acest fel, noile agroterase rezultate trebuie să rezolve cerințele agrotehnice și cele de mecanizare a culturilor în condițiile asigurării unui control corespunzător al scurgerilor de apă și a eroziunii solului.

Agroterasarea terenurilor arabile, prezintă următoarele avantaje:

1. Modificarea pantei microreliefului agroterasat

Rezultatele experimentale obținute la Perieni, Bârlad, care s-au efectuat pe un versant cu panta de 15-27%, pe un sol de tip cernoziom levigat, afectat puternic și foarte puternic de eroziune, arată că după 12 ani de la amplasarea teraselor, s-a constatat o reducere a pantei inițiale a terenului pe platforme cu 35-60% și o creștere a pantei taluzurilor cu 40,9-61,5% [Popa, (42)].

În funcție de panta terenului, agroterasele au avut o lățime proiectată de 12-22 m, cu taluzuri de 2,2-3,0 m. Procesul de terasare a constat în efectuarea arăturilor cu pluguri reversibile și răsturnarea brazdelor către aval, proces amplificat de numărul celorlalte lucrări ale solului și de cantitățile de sol transportate și depuse în partea din amonte a taluzurilor.

Cea mai mare reducere a pantei s-a înregistrat la platformele mai înguste. Agroterasarea se continuă până se ajunge la platforme cu pante cât mai mici, avantajoase din mai multe puncte de vedere. În același timp, taluzurile cresc și își accentuează panta dacă platformele vor fi menținute tot timpul la lățimile proiectate.

În acest sens menționăm că există tendința de diminuare a lățimii platformelor prin nelucrarea an de an a unor fâșii situate de o parte și de alta a acestora. Aceasta duce la diminuarea suprafețelor cultivate și la creșterea peste limitele necesare a dimensiunii taluzurilor.



2. Reducerea eroziunii solului

Reducerea pantei terenului și existența taluzurilor înierbate influențează scurgerile de apă și sol, în sensul reducerii acestora. Rezultatele au arătat că agroterasarea a determinat reducerea pierderilor de sol de 2-10 ori față de martorul neterasat. Extinderea pe platformele agroteraselor a sistemului antierozional de cultură în fâșii determină reducerea eroziunii solului.

3. Modificarea proprietăților solului

Reducerea scurgerilor de apă și a eroziunii solului prin agroterasare are influență și asupra proprietăților solului. La Perieni, Bârlad, pentru a se cunoaște modificările produse s-au executat profile în parcele martor și pe axul platformelor, la un metru în amonte și în aval de marginea taluzurilor. Din analiza profilului efectuat pe traversa agroterasei și comparația cu martorul, s-a constatat că prin terasare a crescut orizontul cu humus din amonte spre aval cu peste 15 cm, conținutul în nisip grosier a scăzut din amonte spre avalul platformelor, iar conținutul de argilă fizică a fost cu până la 14% mai mare. Densitatea aparentă a crescut pe agroterase, comparativ cu martorul, în medie cu 0,6% în amonte, 1,5 la mijloc și 4,2% în aval, valorile mai ridicate indicând o tasare mai puternică a solului. Porozitatea totală a solului a scăzut pe platformă cu 1,0-2,4% iar cea de aeratie s-a redus cu 1,0-3,4% determinând scăderea capacității de infiltrare a apei în sol. Procentul de argilă fizică mai mare a dus la creșterea valorii coeficientului de ofilire și la reducerea valorii intervalului umidității active cu până la 197 m³ apă la hectar. În concluzie, însușirile fizice ale solului s-au înrăutățit.

În privința proprietăților chimice ale solului pe terenul agroterasat s-a constatat că humusul, azotul total, fosforul și potasiul accesibil au crescut din amonte spre avalul platformelor. Pe adâncimea de 1-40 cm conținutul de azot a crescut cu 26-55%, fosforul cu 20-75%, potasiul cu 32-42% iar humusul cu 30%. Creșterea gradului de tasare impune aplicarea lucrărilor de afânare și a măsurilor de reținere a apei iar variațiile însușirilor chimice impun aplicarea îngrășămintelor organice.

Majoritatea autorilor au evaluat în principal aspectele fizice [Lugato, (129), Orgiazzi, (130)], iar alții au evaluat și efectele economice [Adhikari, (131); Posthumus, (132); Panagos, (133)] ale proceselor de eroziune.

4. Creșterea producțiilor agricole

În zonele cu agresivitate climatică mare, cu soluri ușoare, versanți lungi și cu procent mare de prășitoare, sistemele antierozionale prezentate nu sunt suficiente pentru diminuarea eroziunii și menținerea acesteia în limitele

admisibile. Aceeași situație se întâlnește și pe versanții amenajați pentru irigații. În astfel de cazuri se recomandă terasarea terenurilor arabile, după tehnologiile stabilite de SCDCES MM Perieni (foto 12.12).



Foto 12.12 – Agrotterase la SCDCES MM Perieni, Bîrlad

Moțoc și colab. (8) apreciau că acest sistem antierozional de cultură se poate aplica în țara noastră pe cca 500 000 ha, iar limita superioară de pantă până la care este eficient ajunge la 22-25%. Pentru a preîntâmpina unele greșeli la construirea și exploatarea teraselor pe terenurile arabile, trebuie respectate următoarele:

- crearea teraselor numai pe terenurile arabile unde celelalte lucrări sau sisteme antierozionale nu asigură controlul corespunzător al scurgerii și eroziunii;

- pe terenurile arabile, terasele se vor amplasa pe versanții fără potențial de alunecare, știut fiind că terasarea favorizează acest proces. În același timp se vor evita versanții prea frământați sau cu pante foarte mari;

- evitarea construirii teraselor pe versanții cu izvoare de coastă sau zone depresionare accentuate, aceasta ducând la activarea alunecărilor sau la concentrarea scurgerilor pe versanți;

- lățimea platformelor și cea a fâșiilor de teren rămase cu panta naturală se vor calcula în funcție de lățimea de lucru a agregatelor și mașinilor cu care se lucrează, astfel încât terasele să corespundă cerințelor privind mecanizarea tuturor lucrărilor agrotehnice;

- pe terenurile arabile unde se vor crea terase, se va executa în prealabil nivelarea suprafețelor respective în scopul desființării zonelor de concentrare a scurgerilor. După crearea teraselor, se va executa înierbarea taluzurilor cu speciile folosite la benzile înierbate. În primul an de la înființare când se pot produce șiroiri și rupturi pe platforme și taluzuri, se impune acoperirea și consolidarea zonelor respective sau chiar înierbarea lor;

- arăturile pe fâșiile cultivate se vor efectua cu întoarcerea brazdelor către aval pentru a grăbi procesul de terasare;

- asigurarea accesului de la o terasă la alta a mașinilor agricole și amenajarea unor zone de întoarcere înierbate la capetele taluzurilor.

Tehnologia de execuție a teraselor pe terenurile arabile cuprinde următoarele operațiuni:

- nivelarea terenului și desființarea tuturor zonelor de concentrare a scurgerilor pe care acestea se amplasează;

- terasarea unui aliniament pe direcția generală a curbelor de nivel, rectificarea și marcarea acestuia cu ajutorul unei brazde. Aceasta reprezintă linia din amonte a taluzului și marginea din aval a platformei terasate. Marcarea de o parte și de alta a aliniamentului, la distanțe corespunzătoare, a unor noi aliniamente necesare următoarelor terase;

- construirea platformelor orizontale cu utilaje speciale (buldozer, greder, plug reversibil, plug pentru desfundat, mașina M.T.S-2,5) la lățimile stabilite (4-6 m) și finisarea acestora cu grederul. Se va urmări ca panta longitudinală să fie uniformă.

Agroterasarea, a determinat după o perioadă de 9 ani, prin reducerea eroziunii și îmbunătățirea proprietăților solului, creșterea producției de grâu și porumb cu 22-24%. Agroterasarea trebuie continuată până se ajunge la platforme cu pante cât mai mici, avantajoase pentru lucrările solului, pentru reducerea eroziunii și creșterea producției.

Terenurile supuse acțiunii de terasare sunt cele care depășesc panta de 16-18%, pentru că până la această pantă, se pot executa în condiții bune lucrări mecanizate de pregătire a solului, de semănat și de îngrijire a culturilor cu sistema obișnuită de mașini agricole. Dimensiunile teraselor pe terenurile arabile, stabilite de Moțoc (8), sunt prezentate în tabelul 12.99.

Tabelul 12.99

Dimensiunile teraselor pe terenurile arabile (8)

Panta (%)	Lățimea fâșiei neterasate (m)	Lățimea platformei terasate (m)
15-20	40-20	4-6
20-25	20-15	4-6
25-28	15-10	4-6

Pentru terenurile arabile este indicat să se aplice metoda de creare a teraselor în timp, metodă care nu necesită de la început mobilizarea unui volum mare de terasament. Pentru realizarea agroteraselor, terenul se cultivă pe direcția generală a curbelor de nivel, în fâșii de lățimi diferite, în funcție de mărimea pantei, fâșii care alternează cu benzi înierbate permanent, având lățimea de 3-4 m, în principiu egală cu lățimea semănătorii utilizate la semănatul benzii sau un multiplu al acesteia. Fâșiile cultivate se ară cu plugul reversibil, brazdele întorcându-se înspre aval, cu excepția ultimei brazde dinspre amonte, care se răstoarnă spre amonte. Astfel, benzile înierbate, ce rețin solul în urma efectuării arăturilor și a ploilor torențiale, devin în timp taluzuri, iar fâșiile cultivate, platforme ale agroteraselor.

Reducerea pantei terenului prin procesul de terasare și existența unor taluzuri cu ierburi perene determină reducerea eroziunii și modificarea proprietăților fizico-chimice ale solului. Pe terenul cu panta generală de 16,5%, de la Podu-Iloaiei, Iași, zona A, prin procesul de agroterasare produs în timp, datorită eroziunii și a lucrărilor solului, panta fâșiilor cultivate a scăzut, în funcție de panta terenului, până la 9,98-10,57% iar panta taluzurilor a crescut până la 44,59-63,83% (tabelul 12.100, foto 12.13) [Ailincăi, (134)].

Panta medie la cele 9 platforme ale agroteraselor a scăzut de la 16,55, cât reprezintă panta medie a terenului, la 10,36% (-37,4%) iar panta medie a taluzurilor a crescut până la 51,88% (+213,5%) (tabelul 12.101).

Tabelul 12.100

Modificarea pantei teraselor la bazinul hidrografic Podu-Iloaiei, Iași (%) (134)

Terasa	Traversa I	Traversa II	Traversa III	Media
I	6,62	6,56	7,82	7,00
II	8,13	11,23	12,64	10,67
II	9,11	8,46	10,14	9,24
IV	10,62	9,24	8,12	9,33
V	12,32	11,24	8,74	10,77
VI	14,50	12,31	11,14	12,65
VII	10,21	16,50	11,10	12,60
VIII	9,21	9,84	13,20	10,75
IX	9,12	9,26	12,23	10,20
Media	9,98	10,52	10,57	10,36
DL 5% = 1,1; DL 1% = 1,7; DL 0.1% = 2,1 %				

Măsurătorile efectuate în anul 2018 la benzile înierbate și la fâșiile cultivate, în bazinele hidrografice Ezăreni (figura 12.7) și Podu-Iloaiei (figura 12.8) [Ailincăi, (134)] au avut ca scop evaluarea modificărilor pantei terenului agro-terasat.



a.

b.

Foto 12.13 - Agroterase pe terenurile cu panta de 17% USAMV Iași în partea din amonte (a) și la mijlocul versantului (b)

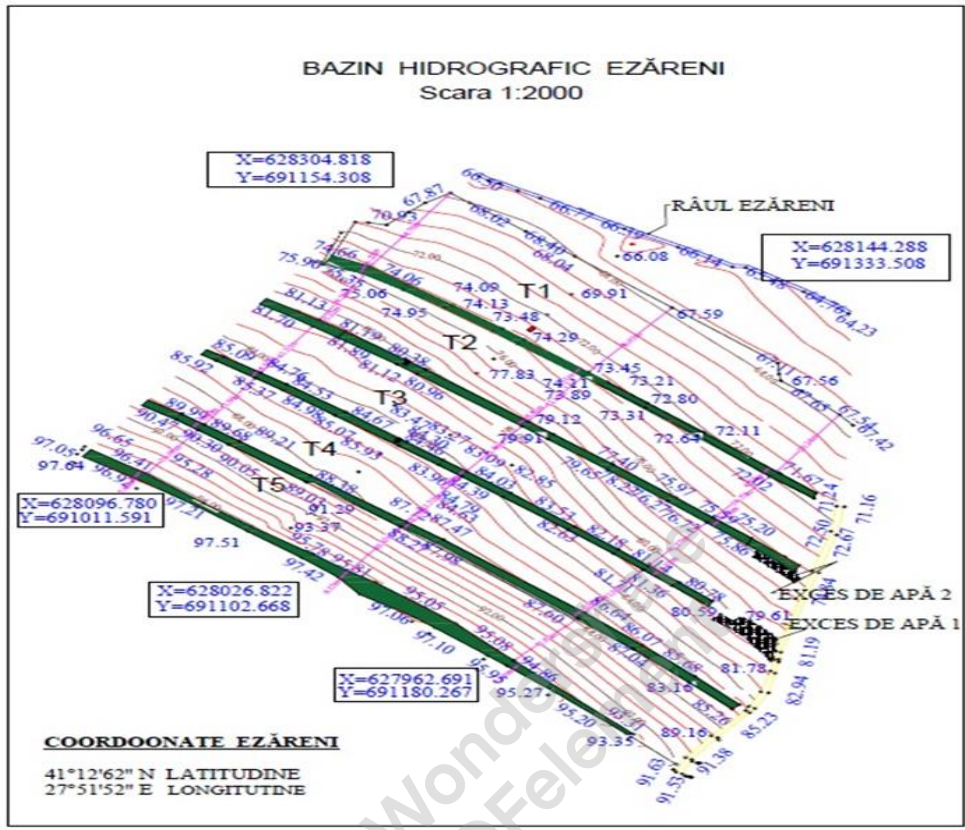


Figura 12.7 - Agroterase în bazinul hidrografic Ezăreni, USAMV Iași (A)

Tabelul 12.101

Modificarea pantei taluzurilor la bazinul hidrografic Podu-Iloaiei (134)

Taluz	Traversa I	Traversa II	Traversa III	Media
I	55,62	48,21	78,95	60,93
II	45,52	42,31	59,48	49,10
III	39,21	52,12	41,11	44,15
IV	46,23	53,16	64,32	54,57
V	41,32	45,21	56,24	47,59
VI	31,24	37,22	43,25	37,24
VII	52,3	54,26	89,68	65,41
VIII	57,32	56,84	98,79	70,98
IX	32,54	35,62	42,64	36,93
Media	44,59	47,22	63,83	51,88
Panta teren	15,97	16,73	16,95	16,55

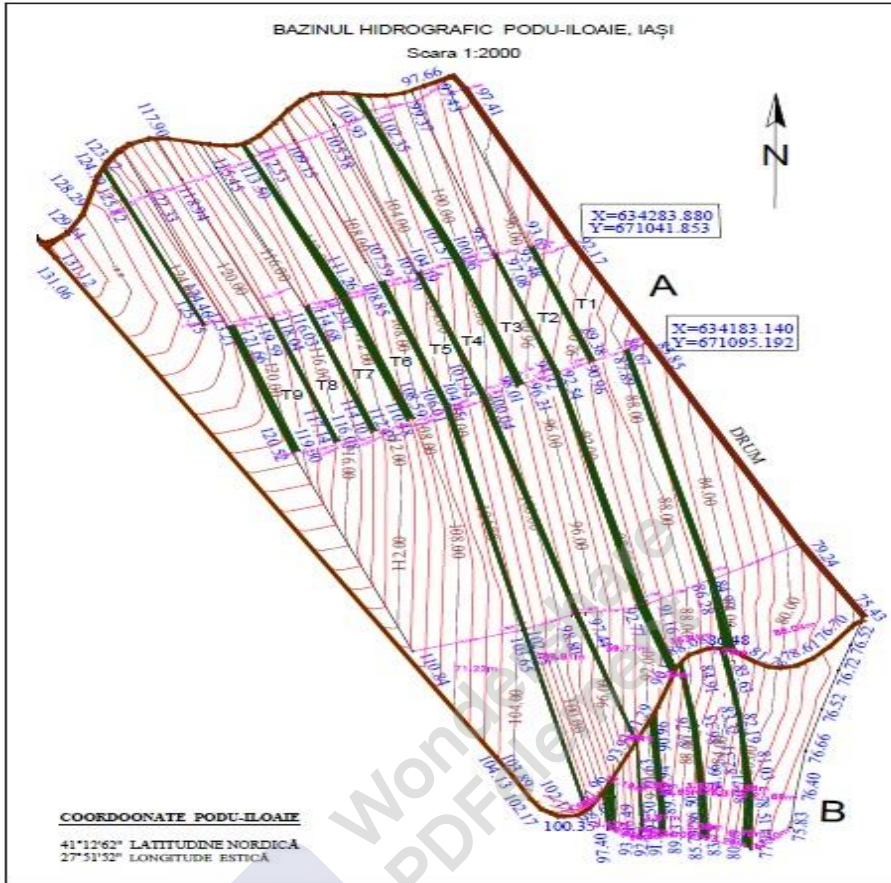


Figura 12.8 – Agroterase în bazinul hidrografic Podu-Iloaiei, Iași (B)

Pe terenul cu panta generală de 11,8% (Ezăreni, USAMV Iași), prin procesul de agroterasare produs în timp, panta fâșiilor cultivate a scăzut la 8,22-10,78% iar panta taluzurilor a crescut de la 12,78 la 26,18% (tabelul 12.102). La primele patru terase panta medie a fâșiilor cultivate a scăzut de la 11,8% la 9,9% (cu 16,1%) iar panta medie a taluzului a crescut la 17,3% (cu 46,6%).

Măsurătorile efectuate la subbazinele hidrografice Podu Iloaiei A și B, după 36 de ani de la amplasarea benzilor cu ierburi perene, arată că prin procesul de agroterasare, panta platformelor s-a redus comparativ cu panta inițială a terenului cu 20,8-37,4% iar panta taluzurilor a crescut cu 213,5-397,9%. În zona B, pe un teren cu panta generală de 13,94% prin procesul de agroterasare panta fâșiilor cultivate s-a redus până la 10,7-11,38% iar panta taluzurilor a crescut până la 62,03-81,89% (tabelul 12.103) [Ailincăi, (133)]. Panta medie la

platformele celor cinci terase a scăzut de la 13,94% până la 11,04% (-20,8%) iar panta medie a taluzurilor a crescut până la 69,42% (+397,9%).

Tabelul 12.102

Modificarea pantei teraselor și taluzurilor la bazinul hidrografic Ezăreni (%) (134)

Terasa	Traversa I	Traversa II	Traversa III	Media
T -1	8,22	9,67	9,57	9,15
T -2	9,04	12,17	12,23	11,15
T -3	10,71	9,94	8,24	9,63
T -4	10,78	8,02	10,5	9,77
T -5	17,03	18,64	15,39	17,02
Media	11,16	11,69	11,19	11,34
DL 5% = 0,9; DL 1% = 1,5; DL 0.1% = 2,1 %				
Taluz -1	17,24	16,46	20,71	18,14
Taluz -2	24,57	17,83	17,63	20,01
Taluz -3	14,88	15,32	18,62	16,27
Taluz -4	19,09	12,88	12,78	14,92
Taluz -5	22,11	26,18	24,12	24,14
Media	19,58	17,73	18,77	18,69
Panta generală a terenului	11,51	12,00	11,90	11,80
DL 5% = 1,2; DL 1% = 1,9; DL 0,1% = 2,2				
DL 5% = 1,4; DL 1% = 2,3; DL 0.1% = 3,3				

Tabelul 12.103

Modificarea pantei teraselor și a taluzurilor la bazinul hidrografic Podu-Iloaiei (B), Iași (%) (134)

Terasa	Traversa I	Traversa II	Traversa III	Media
T-1	8,62	7,62	8,04	8,09
T-2	11,20	12,23	12,47	11,97
T-3	11,74	12,53	12,64	12,30
T-4	11,77	11,56	11,87	11,73
T-5	10,15	11,24	11,86	11,08
Media	10,70	11,04	11,38	11,04
DL 5% = 1,1; DL 1% = 1,8; DL 0.1% = 2,5 %				
Taluz 1	48,20	47,34	60,80	52,11
Taluz 2	75,60	74,22	87,61	79,14
Taluz 3	44,60	52,37	89,35	62,11
Taluz 4	76,60	68,21	96,34	80,38
Taluz 5	76,70	68,00	75,34	73,35
Media	64,34	62,03	81,89	69,42
Panta teren	13,67	13,78	14,38	13,94
DL 5% = 1,5; DL 1% = 3,1; DL 0,1% = 4,7				

12.4.6.10 ALTE LUCRĂRI ANTIEROZIONALE PE TERENURILE ÎN PANTĂ

1. Realizarea de canale temporare de drenaj

Șanțurile de drenaj sunt canale temporare realizate pentru perioada dintre semănat și recoltat care rețin sedimentele și dirijează controlat apa în rețeaua permanentă, care poate fi formată din bazine naturale de apă sau canale pentru transportul apei din șanțurile de drenare.

Studiile efectuate la Modena, Italia, au arătat că la cultura porumbului, efectuarea de șanțuri de drenaj temporare a determinat reducerea eroziunii solului cu 94%, respectiv de la 14,4 t/ha/an la 0,8 t/ha/an.

Determinarea mărimii și a distanței dintre șanțurile de drenaj se face prin calcule accesibile fermierilor, în care trebuie respectați următorii parametri tehnici:

- panta canalului, de 1,5 până la maxim 2,5%;
- lungimea șanțurilor, de până la 200 m;
- adâncimea șanțurilor trebuie să fie cu 5-10 cm mai mare decât adâncimea arăturii;
- distanța dintre șanțuri, trebuie să fie de 30-80 m;
- diferența de altitudine dintre două șanțuri consecutive nu trebuie să depășească 4-5 m.

Pentru realizarea canalelor de drenaj temporare s-a stabilit o ecuație simplă, care să poată fi utilizată de agricultori și de sistemul de consultanță agricolă.

Calculul distanței dintre șanțurile de drenaj se face cu formula:

$$\text{Distanța (m)} = 4,5/\text{pantă exprimată în zecimale};$$

$$\text{Distanța (m)} = 4,5/\text{pantă, adică } 4,5/0,15=30 \text{ m.}$$

La panta de 10% distanța dintre șanțuri va fi 45 m iar la panta de 18% de 25 m.

Aceste canale temporare de drenaj au adâncimea de 20-30 cm și o capacitate de descărcare de 0,018-0,042 m³/s.

2. Amenajarea debușeelor pe terenurile arabile în pantă

Debușeele sunt canale amenajate pentru colectarea și evacuarea dirijată a apei din precipitații și izvoare de coastă. Debușeele de pe versanți au traseele microdepresiunilor de pe suprafața terenului iar debușeele de la baza versanților colectează apa de pe unul sau mai mulți versanți.

Pentru a nu stânjeni lucrările agricole, debușeele vor fi proiectate pe traseele microdepresiunilor naturale și au secțiuni parabolice pentru a fi ușor traversate de utilajele agricole. Adâncimea și secțiunea se stabilesc astfel încât aceste debușee să își mențină eficiența hidraulică pe toată perioada de exploatare și să poată fi realizate cu excavatoare și utilaje agricole obișnuite.

3. Realizarea de garduri de nuiete sau fascine pe direcția curbelor de nivel

Fascinele sunt legături de nuiete sau crengi care se împletesc, realizând garduri de nuiete de 0,5-1,0 m înălțime și cu lungimi adecvate sectoarelor cu pantă mai mare.

Aceste garduri împletite determină disiparea scurgerilor de apă și reținerea solului erodat. Gardurile de nuiete se amplasează pe tronsoanele cu pantă mai mare pe lungimea benzilor înierbate sau a drumurilor amplasate pe direcția curbelor de nivel (foto 12.14).



Foto 12.14 – Garduri de nuiete pe direcția benzilor înierbate și a drumurilor

BIBLIOGRAFIE

1. Cernescu, N., 1961 - *Clasificarea solurilor cu exces de umiditate*. In: Cercetări de pedologie, Ed. Academiei RPR, București, p. 223 - 250.
2. Mihăilă, V., 1992 - *Proгноza producției de grâu și porumb în funcție de nivelul de fertilizare. Probleme agrotehnice teoretice și aplicate*, XIV (1-2): p. 89-104.
3. Berca, M., 2011 - *Agrotehnică: transformarea modernă a agriculturii*, Editura Ceres, București
4. Wakatsuki, T., Rasyidin, A. 1992 - *Rates of Weathering and Soil Formation*. Geoderma, 52, p. 251-263.
5. Bazzoffi, P., 2009 - *Soil erosion tolerance and water runoff control: minimum environmental standards*, Reg Environ Change 9: p. 169–179.
6. Verheijen, F.G.B, 2012 - *Soil and Plant Science. Soil Erosion in the Nordic Countries* (spec. iss.), 62 (2): p. 185–190.
7. Stănescu, P., Taloiianu, I., Drăgan, L., 1969 - *Contribuții la stabilirea unor indicatorii de estimare a eroziunii pluviale*, Analele ICIFP, vol. 3, ICIFP, București.
8. Moțoc, M. și colab., 1975 - *Eroziunea solului și metodele de combatere*, Editura Ceres, București.
9. Wischmeier, W.H., Smith, D.D., 1960 - *A universal soil loss estimating equation to guide conservation farm planning*. Proc. Int. Congress Soil SCI. Soc., 1 : p. 418-425.
10. Dumitrescu, N., Iacob, T., Vîntu, V., Samuil, C., Pujină, D., Pujină, Liliana, Silistru, Doina, Ailincăi, C., 1999 - *Ameliorarea pajiștilor degradate din zona de silvostepă*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași, ISBN: 973-8014-06-3.
11. Dîrja, M., 2000 - *Combaterea eroziunii solului*, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
12. Budoii, Gh., Petrescu, A., 1996 - *Agrotehnica* - Editura Ceres, București
13. ICPA, 2011 - *Cod de bune practici agricole - Monitoringul stării de calitate a solurilor din România*, Proiect ICPA-Bucuresti 2011, <http://www.icpa.ro/proiecte/monitoring/atlasICPA.pdf>.
14. Guș, P., Lăzureanu, A., Săndoiu, D., Jităreanu, G., Stancu, I., 1998 - *Agrotehnica*, Editura Risoprint, Cluj Napoca.

15. Luca, E., Oncia, Silvica., 2000 - *Combaterea eroziunii solului*, Editura AlmaMater, Cluj-Napoca
16. Wischmeier, W.H. - Smith, D.D., 1978 - *Predicting rainfall erosion losses – A guide to conservation planning*. Series: Agriculture Handbook No. 537. USDA, Washington DC. 3–4.
17. Renard, KG, Foster, GR, Weesies, GA, McCool, DK, Yoder, DC, 1997 - *Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE)*. Agriculture Handbook No. 703, USDA-ARS.
18. Benedict, M. Mutua, Andreas, Klik, 2006 - *Spatial Sediment Delivery Ratio (SDR), Hillslope Sediment Distributed Delivery (HSDD)*, Journal of Spatial Hydrology Vol.6, No.1 Spring 2006.
19. Popa, N., 2013 - *Metode de estimare a eroziunii solului*, Edit. Stef Iași
20. Luca, A., Popa, A. și colab., 1977 - *Aspecte privind scurgerea și eroziunea solului în Podișul Bârladului*, SCCCES Perieni, ASAS București.
21. Moțoc, M., Stănescu, P., Taloescu, I., 1979 - *Metode de estimare a eroziunii totale și a eroziunii efuate pe bazine hidrografice mici (Methods for assessing total erosion and sediment delivery within small catchments)*. Buletinul I.C.P.A., București, 38 p.
22. ICPA - Proiectul ADER 12.2.1/2015 - *Conservarea și valorificarea în sisteme informatice a rezultatelor anterioare ale cercetărilor și cartărilor resurselor de sol*.
23. Ioniță, I., Mărgineanu, R., 2000 - *Application of 137-Cs for measuring soil erosion/deposition rates in Romania*. Acta Geologica Hispanica 35: p. 311–319.
24. Ailincăi, C., 2007 - *Agrotehnica terenurilor arabile*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași, 454 p, ISBN 978-973-7921-85-2.
25. Ionescu, V., 1977 - *Modelarea matematică a procesului de eroziune a solului-Folosirea rațională a terenurilor degradate - SCCCES Perieni*, ASAS București.
26. Moțoc, M., 1982 - *Ritmul mediu de degradare erozională a solului din Romania*. Buletin ASAS nr. 12, Bucuresti.
27. Savu, P., Bucur, D., 2002 - *Organizarea și amenajarea teritoriului cu lucrări de îmbunătățiri funciare*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași.
28. Ailincăi, C., Jităreanu, G., Bucur, D., Ailincăi, Despina, 2011 - *Water Runoff and Soil Erosion, Registered in Different Crops, on 16% Slope Lands*, Cercetări Agronomice în Moldova Vol. XLIV , No. 3 (147) / 2011, p. 25-34.
29. Bucur, D., Jităreanu, G., Ailincăi, C., 2011 - *Soil Erosion Control on Arable Lands from North-East Romania*, pg 295-315, Soil erosion issue in Agriculture, edited by Danilo Godone and Silvia Stanchi, Ed, InTech, Rijeka, Croatia, ISBN 978-953-307-435.
30. Ailincăi, C., Jităreanu, G., Răus, L., Țopa, D., 2013 - *Crop technologies and methods for soil protection*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași, 2013, 212 p, ISBN 978-973-147-121-1.

31. Ailincăi, C., Jităreanu, G., Răus, L., 2012 - *Technologies and methods for the protection and use of agro ecological resources in the Moldavian Plain*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași, 2012, 178 pag, ISBN 978 973 147 120 4.
32. Ioniță, I., 2000 - *Relieful de cueste din Podișul Moldovei*, Editura Corson, Iași, 169 p.
33. O.J.S.P.A. Iași, 2014 - APM Iași - *Raport privind starea mediului în județul Iași pentru anul 2014*.
34. O.J.S.P.A. Iași - *Studiul cartării agrochimice a solurilor de la Perimetrul etalon pentru CES Popești, județul Iași*.
35. Ailincăi, C., Jităreanu, G., Bucur, D., Ailincăi, Despina, 2012 - *Soil Erosion and Conservation Measures in Moldavian Plateau*, Cercetări Agronomice în Moldova Vol. XLV, No. 4 (152) / 2012, p. 29-42.
36. Ailincăi, C., Jităreanu, G., Bucur, D., Ailincăi, Despina, 2013 - *Critical Season for Soil Erosion in the Moldavian Plateau*, Cercetări Agronomice în Moldova Vol. XLVI, No. 2 (154) / 2013, p. 27-37.
37. Ailincăi, C., Jităreanu, G., Bucur, D., Răus, L., Filipov, F., Ailincăi, Despina, 2010 - *Soil Fertility Evolution Influenced by Cropping Systems and Soil Erosion in the Moldavian Plateau*, Cercetări Agronomice în Moldova Vol. XLIII, No. 3 (143), p. 23-33.
38. Lal, R., 2009 - *Soil quality impacts of residue removal for bioethanol production*, Soil & Tillage Research 102, p. 233-241.
39. ADR 2014 - Agenția de Dezvoltare Regională - *Planul de Dezvoltare Regională Nord Est 2014-2020*.
40. Ioniță, I., Niacșu, L., Crețu, D., 2008 - *Considerații privind modul de utilizare a terenurilor din bazinul pârâului Racul - Podișul Central Moldovenesc*, Lucrări Științifice - vol. 51, seria Agronomie, p. 107-113.
41. Florea, N., Munteanu, I., 2012 - *Sistemul Român de Taxonomie a Solurilor (SRTS)*. Editura SITECH, Craiova.
42. Popa, A., Stoian, Gh., Popa, Greta, Oatu, Oc., 1984 - *Combaterea eroziunii solului pe terenurile arabile*, Editura Ceres, București.
43. Nițu, I. și colab., 2000 - *Lucrările agropedoameliorative*. Editura Agris, București.
44. Borrelli, P., Oostc, K. Van, Meusburger, K., Alewell, C., Lugato, E., Panagos, P., 2018 - *A step towards a holistic assessment of soil degradation in Europe: Coupling on-site erosion with sediment transfer and carbon fluxes*, Environmental Research 161, p. 291-298.
45. Jităreanu, G., Ailincăi, C., Ailincăi, Despina, Bucur, D., Mercuș, A., 2006 - *Investigation on the Evolution of main Chemical and Biological Characteristics of Soil as Influenced by Technological Factors and Soil Erosion*, Lucr. Științifice, Seria Agronomie, Vol. 49, USAMV Iași, p. 319-328.

46. Jităreanu, G., Ailincăi, C., Bucur, D., 2007 - *Soil fertility management in North-East Romania*, Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.5 (3&4): p. 349 - 353.
47. Jităreanu, G., Ailincăi, C., Bucur, D., Răus, L., Ailincăi, Despina, 2009 - *Cropping Systems and Fertilization Effects on Erosion and Soil Quality in Moldavian Plain*, Lucrări Științifice – vol. 52, seria Agronomie, USAMV Iasi.
48. Simota, C., Horn, R., Fleige, H., Dexter, A., Czyz, E., Diaz-Pereira, E, Mayol, F., Rajkaj, K., De la Rosa, D., 2005 - SIDASS project. Part 1. *A spatial distributed simulation model predicting the dynamics of agro-physical soil state for selection of management practices to prevent soil erosion*. Soil & Tillage Research, 82: p. 15-19.
49. Bucur, D., Jitareanu, G., Ailincăi, C., 2011 - *Soil Erosion Control on Arable Lands from North-East Romania*. Chapter 13, p. 295-315, Soil Erosion Issue in Agriculture, edited by Danilo Godone and Silvia Stanchi, Published by InTech, Rijeka, Croatia, ISBN 978-953-307-435-1.
50. Filipov, F., Ailincăi, C., Ciobăniță, Maria-Mihaela, Robu, T., 2018 - *Modern techniques for the identification of soil degradation processes*, Lucrări Științifice Volumul 52 (1) Agronomie și Agroecologie, p. 412-415, Simpozionul Științific Internațional „85 ani ai Facultății de Agronomie – realizări și perspective”, Universitatea Agrară de Stat din Moldova, Chișinău.
51. Băloi, V., Ionescu, V., 1986 - *Apărarea terenurilor agricole împotriva eroziunii, alunecărilor și inundațiilor*, Editura Ceres, București.
52. Biali, Gabriela, Patriche, Cr.V., Pavel, V.L., 2014 - *Application of GIS techniques for the quantification of land degradation caused by water erosion*, Environmental Engineering & Management Journal (EEMJ), October 2014, Vol.13, No. 10, p. 2665-2673.
53. Alström, K., Åkerman, A.B., 1992 - *Contemporary soil erosion rates on arable land in southern Sweden*. Geografiska Annaler 74A (2–3), p. 101-108.
54. Govers, G., 1991 - *Rill erosion on arable land in central Belgium-rates, controls and predictability*. Catena 18, p. 133–155.
55. Klik, A., Eitzinger, J., 2010 - *Impact of climate change on soil erosion and the efficiency of soil conservation practices in Austria*, Journal of Agricultural Science, p. 1-13.
56. Kosmas, C., Danalatos, N., Cammeraat, L.H., Chabart, M., Diamantopoulos, J., Farand, R., Gutierrez, L., Jacob, A., Marques, H., Martinez-Fernandez, J., Mizara, A., Moustakas, N., Nicolau, J.M., Oliveros, C., Pinna, G., Puddu, R., Puigdefabregas, J., Roxo, M., Simao, A., Stamou, G., Tomasi, N., Usai, D., Vacca, A., 1997 - *The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions*. Catena 29, p. 45–59.

57. Ludwig, B., Boiffin, J., Chadœuf, J., Auzet, A.-V., 1995 - *Hydrological structure and erosion damage caused by concentrated flow in cultivated catchments*. *Catena* 25 (1-4), p. 227–252.
58. Quinton, John, N., Catt, John, A., Hess, Tim, M., 2001 - *The Selective Removal of Phosphorus from Soil: Is Event Size Important?*, *J. Environ. Qual.*, vol. 30, March-April, 30: p. 538–545.
59. Roxo, M.J., Cortesao Casimiro, P., Soeiro de Brito, R., 1996 - *Inner lower Alentejo field site: cereal cropping, soil degradation and desertification*. In: Brandt, C.J., Thornes, J.B. (Eds.), *Mediterranean Desertification and Land Use*. Wiley, Chichester, p. 112–228.
60. Le Bissonnais, Y., Daroussin, J., Jamagne, M., Lambert, J.-J., Le Bas, C., King, D., 2005 - *Pan-European soil crusting and erodibility assessment from the European Soil Geographical Database using pedotransfer rules*, *Advances in Environmental Monitoring and Modelling*, Vol. 2 No. 1, p. 1-15.
61. Stolte, Jannes, Tesfai, Mehreteab, Øyegarden, Lillian, Kværnø, Sigrun, Keizer, Jacob, Verheijen, Frank, Panagos, Panos, Ballabio, Cristiano, Hessel, Rudi, 2015 - *Soil threats in Europe*; EUR 27607 EN; 10.2788/488054 (print); 10.2788/828742 (online).
62. Verheijen, F.G.A., Jones, R.J.A., Rickson, R.J., Smith, C.J., 2009 - *Tolerable versus actual soil erosion rates in Europe*, *Earth Science Reviews*, /j.earscirev.
63. Panagos, P., Ballabio, C., Lugato, E., Jones, A., Borrelli, P., 2017 - *Condition of agricultural soil: Factsheet on soil erosion*, EUR 29020, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2017, ISBN 978-92-79-77328-0, 10.2760/728794, JRC110011.
64. Pimentel, D., Burgess, M., 2013 - *Soil Erosion Threatens Food Production*, *Agriculture* 2013, 3, p. 443-463;;10.3390/agriculture 3030443.
65. Borrelli, P., Robinson, D.A., Fleischer, L.R., Lugato, E., Ballabio, C., Alewell, C., Meusburger, K., Modugno, S., Schutt, B., Ferro, V., Bagarello, V. Van Oost, K., Montanarella, L., Panagos, P., 2017 - *An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion*. *Nature Communications*, 8 (1): 2013.
66. Ozsahin, Emre, Duru, Umit, Eroglu, Ilker, 2018 - *Land Use and Land Cover Changes (LULCC), a Key to Understand Soil Erosion Intensities in the Maritsa Basin*, *Water*, vol. 10, p. 335;10.3390/w10030335.
67. Bazzoffi, P., Ciancaglini, Arianna, Laruccia, Nicola, 2011 - *Effectiveness of the GAEC cross-compliance standard Short-term measures for runoff water control on sloping land (temporary ditches and grass strips) in controlling soil erosion*, *Italian Journal of Agronomy* 2011; volume 6(s1):e3.
68. Pimentel, D., 2006 - *Soil Erosion: A food and environmental threat*, *Journal of Environment, Development and Sustainability* 2006, Vol. 8: p. 119-137.

69. Watson Robert T., 2018 - *IPBES Regional and Land Degradation and Restoration Assessments of Biodiversity and Ecosystem Services*, The Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, A 5th new IPBES assessment report, on global land degradation and restoration, Colombia, <https://www.ipbes.net/webcast-media-launch-land-degradation>.

70. Karlen, Douglas L., Rice Charles, W., 2015 - *Soil Degradation: Will Humankind Ever Learn?*, *Sustainability*, 7, p.12490-12501; doi:10.3390/su70912490.

71. Ausubel, Jesse, H., Wernick., Iddo K., Waggoner, Paul, E., 2012 - *Peak Farmland and the Prospect for Land Sparing*, *Population and Development review* 38 (Supplement).

72. FAO, 2011 - *Save and Grow a Policymaker's Guide to the Sustainable Intensification of Smallholder Crop Production*. FAO, Rome.

73. Fischer, G., Nachtergaele, F.O., et al., 2012 - *Global Agro-ecological Zones (GAEZ v3.0) – Model Documentation*. IIASA, Laxenburg, Austria and FAO, Rome, Italy.

74. FAO - *World agriculture: towards 2015/2030 An FAO perspective*, ISBN 92 5 104835 5, <http://www.fao.org/3/Y4252E/y4252e00.htm#TopOfPage>.

75. FAO/IIASA/ISRIC/ISSCAS/JRC, 2012 - *Harmonized World Soil Database (version 1.2)*. FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria. <https://webarchive.iiasa.ac.at/Research/LUC/External-World-soil-database/HTML/>.

76. Mackey, B., Prentice, I.C., Steffen, Will, House, Joanna., Lindenmayer, D., Keith, Heather, Berry, Sandra, 2013 - *Untangling the confusion around land carbon science and climate change mitigation policy*, *Nature Climate Change* vol 3.

77. Lal, R., Negassa, W., Lorenz, K., 2015 - *Carbon sequestration in soil*, *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2015, 15: p. 79–86.

78. Lal, R., 2015 - *Carbon sequestration and increasing productivity by conservation agriculture*, *Journal of soil and water conservation* May / June 2015-vol. 70, No. 3, p. 55-62.

79. Biali, Gabriela, Popovici, N., 2003 - *Tehnici GIS în monitoringul degradării erozionale*, Editura Gh. Asachi.

80. Patriche, C.V., Căpățână, V., Stoica, D.L., 2006 - *Aspects regarding soil erosion spatial modeling using the USLE / RUSLE within GIS*. *Geographia Technica*, No. 2.

81. Dumitru, B., Botea, C., 2010 - *Research concerning gully erosion evolution on agricultural lands*, *Journal of Young Scientist*, Volume II, 2014, USAMV Bucuresti, p. 35-38.

82. Roșca, S., Bilașco, S., Păcurar, I., Oncu, M., Negrușier, C., Petrea, D., 2015 - *Land Capability Classification for Crop and Fruit Product Assessment Using GIS Technology*. Case Study: The Niraj River Basin -Not Bot Horti Agrobo, 2015, 43(1): p. 235-242.

83. Van der Knijff, J.M., Jones, R.J.A., Montanarella, L., 2002 - *Soil Erosion Risk Assessment in Italy*, JOINT RESEARCH CENTRE Space Applications Institute European Soil Bureau, EUR 19022EN.
84. De Jong, S.M., Brouwer, L.C., Riezebos, H.Th., 1998 - *Erosion hazard assessment in the Peyne catchment, France*. Working paper DeMon-2 Project. Dept. Physical Geography, Utrecht University.
85. Grimm, Mirco, Jones, Robert J.A., Rusco, Ezio, Montanarella, Luca, 2003 - *Soil Erosion Risk in Italy: a revised USLE approach*. European Soil Bureau Research Report No.11, EUR 20677 EN, 28 p. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg.
86. Zhang, X.B., Quine, T.A., Walling, D.E., Wen, A.B., 2000 - *A study of soil erosion on a steep cultivation slope in the Mt. Gongga Region near Luding, Sichuan, China, using the ¹³⁷Cs technique*, Journal Acta Geológica Hispánica (España), ISSN: 0567-7505, p. 229.
87. Panagos, P., Borrelli, P., Poesen, J., Ballabio, C., Lugato E., Mesburger Katrin, Montanarella, L., Alewell, Christine, 2015 - *The new assessment of soil loss by water erosion in Europe*, Environmental Science & Policy 54, p. 438-447.
88. Yarnell, D.L., 1935 - *Rainfall intensity-frequency data*, United States Departement of Agriculture, Misc. Pub. No. 204, 67 p.
89. Kostiakov, A.N., 1932 - *On the dynamics of the coefficient of water percolation in soils and on the necessity for studying it from a dynamic point of view for purposes of amelioration*. Transactions of the 6 Communication of the International Society of Soil Sciences, Part A., p. 17-21.
90. Frevert, R.K., 1955 - *Soil and Water Conservation Engineering*, NY.
91. Guş, P., Rusu, T., Bogdan, Ileana, 2008 - *Factors which impose completing preserving effects of minimum soil tillage systems on arable fields situated on slopes*. 5th International Symposium - Soil Minimum Tillage System, Ed. Risoprint Cluj-Napoca, p. 155-161.
92. Guş, P., Lăzăreanu, A., Săndoiu, D., Jităreanu, G., Stancu, I., 1998 - *Agrotehnica*. Edit. Risoprint, Cluj Napoca.
93. Institutul Național de Statistică (INS), 2018 - *Programul statistic național anual 2018*.
94. Lixandru, Gh., 2006 - *Sisteme integrate de fertilizare în agricultură*. Ed. Pim, Iași.
95. Năstasă, V., Nistor, D., Năstasă, Elena, 2008 - *Rotația și fertilizarea culturilor pe terenurile în pantă*. Editura Alfa, Iași.
96. Guş, P., Rusu, T., Bogdan, Ileana, 2007 - *Factorii care impun tehnici de ameliorare, conservare și valorificare a terenurilor arabile situate pe pante*. În „Ameliorarea, conservarea și valorificarea solurilor degradate prin intervenții antropice”, Editura Ion Ionescu de la Brad Iași, ISBN 978-973-7921-94-9.

97. Lindstrom, M.J., 1986 - *Effects of residue harvesting on water runoff, soil erosion and nutrient loss*. Agriculture, Ecosystems and Environment 16: p. 103-112.
98. McCool, D.K., Hammel, J.E., Papendick, R.I., 1995 - *Surface Residue Management. Crop Residue Management to Reduce Erosion and Improve Soil Quality: Northwest*. Papendick, R.I. and Moldenhauer, W.C., U.S. Department of Agriculture Conservation Research Report 40: p. 10-16.
99. Linden, D.R., Clapp, C.E., Dowdy, R.H., 2000 - *Long-term corn grain and stover yields as a function of tillage and residue removal in east central Minnesota*. Soil and Tillage Research 56: p. 167-174.
100. Liu, X., Herbert, S.J., Hashemi, A.M., Zhang, X., Ding, G., 2006 - *Effects of agricultural management on soil organic matter and carbon transformation – a review*, Plant Soil Environ., 52, 2006 (12): p. 531–54.
101. Staicu, I., 1969 - *Agrotehnica*, Editura Agrosilvică București.
102. Săndoiu, D.-I., 2012 - *Agrotehnica*, Editura Ceres, București.
103. Sin, Gh., 2005 - *Managementul tehnologic al culturilor de câmp*. Edit. Ceres, București.
104. Guș, P., D.I. Săndoiu, G., Jităreanu, A., Lăzureanu, S., Iancu, 2008 - *Agrotehnica*, Editura Risoprint, Cluj-Napoca.
105. Onisie, T., Jităreanu, G., 1999 - *Agrotehnica*, Ed. Ion Ionescu de la Brad, Iași.
106. Răus, L., Jităreanu, G., Ailincăi, C., 2008 - *Influence of Different Tillage Systems on the Physical Properties of Soil and Yield of main crops from the Moldavian Plain*, 5th International Tillage Systems – Soil Minimum Tillage Systems, 18-19 July 2008 Cluj-Napoca, ISBN 978-973-751-845-3 Edit. Risoprint Cluj-Napoca.
107. Rusu, T., Guș, P., Bogdan, Ileana, Oroian, I., Paulette, Laura, 2006 - *Influence of minimum tillage systems on physical and chemical properties of soil*. Journal of Food, Agriculture & Environment, vol. 4(3-4/2006), p. 262-265.
108. Jităreanu, G., Ailincăi, C., Ailincăi, Despina, Raus, L., 2009 - *Impact of different tillage systems and organo-mineral fertilization on soil physical and chemical characteristics in the Moldavian Plain*, Cercetări Agron. în Moldova, Vol. XLII, No. 1 (137), p. 41-54.
109. Jităreanu, G., Ailincăi, C., 2016 - *Agrotehnica*, Ed. Ion Ionescu de la Brad, Iași.
110. Lal, R., 1976 - *Soil erosion on Alfisols in Western Nigeria*, II. Effects of mulch rates. Geoderma, 16: p. 377--387.
111. Kisić, Ivica, Basic, Ferdo, Mešić, Milana, Butorac, Andjelković, Othmar, Nestroy, 2006 - *Water erosion under different crops in Croatia*, International Soil Tillage Research Organisation 17th Triennial Conference - Kiel, Germany.
112. Mitova, Totka, Rousseva, Svetla, Tzvetkova, Elka, 2006 - *Conservation Agricultural Practices for Soil Erosion Protection in Bulgaria - A Brief Review*, ISTRO 17th Triennial Conference - Kiel, Germany, p. 1053.

113. Boardman, J., Favis-Mortlock, D.T., 2014 - *The significance of drilling date and crop cover with reference to soil erosion by water, with implications for mitigating erosion on agricultural land in South East England*, Soil Use and Management, vol. 30, no. 1, p. 40-47.
114. Franzluebbers, A.J., 2008 - *Linking soil and water quality in conservation agricultural systems*, Electronic Journal of Integrative Biosciences 6(1):p. 15-29.
115. Vach, M., Hlisnikovský, L., Javůrek, M., 2018 - *The effect of different tillage methods on erosion*, Agriculture (Poľnohospodárstvo), 64, 2018 (1): p. 28–34.
116. Szabó, Boglárka, Szalai, Zoltán, Centeri, Csaba, Dobó, Zsófia, Jakab, Gergely, 2014 - *Effects of land use types with different intensities on soil erosion, nutrient loss and other soil parameters*, 13th Alps-Adria Scientific Workshop, Villach, Ossiacher See, Austria 2014, Vol. 63. 2014. Suppl: p. 221-224.
117. Ussiri, D.A.N., Lal, R., Jarecki, M.K., 2009 - *Nitrous oxide and methane emissions from long-term tillage under a continuous corn cropping system in Ohio*, Soil & Tillage Research 104, p. 247–255.
118. Rusu, T., Guş, P., Bogdan, Ileana., Moraru, Paula, Pop, A.I., Clapa D., Doru, I.M., Oroian, I., Pop, L.I., 2009 - *Implications of Minimum Tillage Systems on Sustainability of Agricultural Production and Soil Conservation*. Journal of Food, Agriculture & Environment, vol. 7(2/2009), p. 335-338.
119. Cheţan, Felicia, Cheţan, C., Rusu, T., Şimon, Alina, 2015 - *Effects the winter wheat cultivation, in system without plowing, on the soil properties*, ARDS Turda, 2005- 2014, The 8th International Symposium Soil Minimum Tillage System, ClujNapoca, Vol.8, No.22, p. 119-125.
120. Jitoreanu, G., Răus, L., 2007 - *Ameliorarea, conservarea si valorificarea solurilor degradate prin interventii antropice*, Ed. Ion Ionescu de la Brad Iasi.
121. Ultich, S.B., Hofman, S., Tischer, S., Christen, O., 2006 - *Influence of tillage on soil quality in a long term trial in Germany*, In soil management for sustainability, p. 110-116, IUSS, Catena, Germany.
122. Awale, Rakesh, Emeson, Micco A., Machado, Stephen, 2017 - *Soil Organic Carbon Pools as Early Indicators for Soil Organic Matter Stock Changes under Different Tillage Practices in Inland Pacific Northwest*, Frontiers in Ecology and Evolution, August 2017 ,Volume 5, Article 96.
123. Powlson, D.S., C. Mistirling, M.L. Jat, B.G. Gerard, C.A. Palm, P.A. Sanchez, K.G. Cassman, 2014 - *Limited potential of no-till agriculture for climate change mitigation*. Nature Climate Change 4: po. 678-683.
124. Gaiser, T., K., Stahr, N., Billen, M.A.R., Mohammad, 2008 - *Modeling carbon sequestration under zero tillage at the regional scale. I. The effect of soil erosion*. Ecological Modelling 218 (1-2): p. 110-120.

125. Vach, M., Javůrek, M., Stražil, Z., 2014 - *Production of spring barley, cultivated under variant soil management and different level of nitrogen nutrition*, 7th International Soil Conference ISTRO Czech Branch - Křtiny 2014, p. 143-146.
126. Mestelan, S.A., Smeck, N.E., Durkalski, J.T., Dick, W.A., 2006 - *Changes in soil profile properties as affected by 44 years of continuous no-tillage*, International Soil Tillage Research Organisation 17th Triennial Conference - Kiel, Germany, p. 1135-1140.
127. Șarpe, N., 2008 - *Patruzeci de ani de cercetare privind sistemul no-tillage la porumb în condițiile din România*, AN. INCDA Fundulea, vol. LXXVI, p. 113-130.
128. Vintu, V., Samuil, C., Popovici, C.I., Boureanu (Ciobanu), Cătălina, Stavarache, M., 2014 - *Management of Nardus stricta L. and Festuca rubra L. grasslands in the Dorna basin*, Lucrări Științifice seria Agronomie, USAMV Iași, vol. 57 (1) 2014, p. 73-78.
129. Lugato, E., Paustian, K., Panagos, P., Jones, A., Borrelli, P., 2016 - *Quantifying the erosion effect on current carbon budget of European agricultural soils at high spatial resolution*. Global Change Biology, 22: p. 1976-1984.
130. Orgiazzi, A., Ballabio, C., Panagos, P., Jones, A., Fernandez-Ugalde, 2018 - *LUCAS Soil, the largest expandable soil dataset for Europe: A review*. European Journal of Soil Science, 69, p. 140–153. <https://doi.org/10.1111/ejss.12499>.
131. Adhikari, B., Nadella, K., 2011 - *Ecological economics of soil erosion: review of the current state of knowledge*. Annals of the New York Academy of Sciences, 1219(1), p. 134–152.
132. Posthumus, H., Deeks, L. K., Rickson, R. J., Quinton, J. N., 2015 - *Costs and benefits of erosion control measures in the UK*. Soil Use and Management, 31, p. 16–33.
133. Panagos, P., Standardi, G., Borrelli, P., Lugato, E., Montanarella, L., Bosello, F., 2018 - *Cost of agricultural productivity loss due to soil erosion in the European Union: from direct cost evaluation approaches to the use of macroeconomic models*. Land Degradation & Development, 29: p. 471-484.
134. Ailincăi, C., Filipov, F., Ciobăniță, Mihaela, 2018 - *Efectele sistemelor de cultură anti-erozionale asupra eroziunii și a proprietăților fizico-chimice ale solului în Câmpia Moldovei*, Lucrări Științifice Vol. 52 (1) Agronomie și Agroecologie - Simpozionul Științific Internațional „85 ani ai Facultății de Agronomie – realizări și perspective”, dedicat aniversării a 85 de ani de la fondarea Universității Agrare de Stat din Moldova Chișinău, p. 416-422.
135. Hera, Cr., Popescu, A., Mihăilă, V., 2006 - *Soil – the guarantee of sustainable development and food security*. In: Soil Fertility and Future of Agriculture in Europe. Eds.: Cr. Hera, Cr., Klepș, Publishing House of the Romanian Academy, p. 25-38.



12.5 AGROTEHNICA SOLURILOR ACIDE

Aproximativ 30% din suprafața totală din lume cuprinde soluri acide din care peste 50% sunt terenuri arabile conform FAO, 2015 (1). Din totalul de 3950 milioane ha de terenuri acide la nivel global, 916,9 milioane ha se găsesc în America de Sud, 827,1 milioane ha în Asia, 662,3 milioane ha în America de Nord, 659,3 milioane ha în Africa, 392,2 milioane ha în Europa. În aceste suprafețe acide sunt incluse terenurile care au pH-ul mai mic de 5,5 și gradul de saturație în baze <50% și nu sunt cuprinse terenurile înghețate (permafrostul). Conform unui sondaj efectuat de Centrul Comun de Cercetare al Comisiei Europene – JRC, 16,7% din teritoriul UE-28 are valori ale pH-ului (pH-CaCl₂) mai mici de 4,2, iar 1,9% din suprafață are valori pH > 8.

Cercetările și practicile agricole au demonstrat că terenurile cultivate au fost sărăcite în timpul ultimelor decenii în special de calciu și magneziu prin levigare și prin consumul acestor elemente de către culturi și au devenit din ce în ce mai acide. Reacția acidă, prin însușirile negative asociate, reduce fertilitatea solului, producția culturilor, eficiența îngrășămintelor și afectează negativ procesele microbiologice și biochimice din terenurile agricole.

Directiva COM 232 cu privire la protecția solului în UE are în vedere identificarea zonelor cu risc de eroziune și cu materie organică în declin precum și a celor afectate de acidifiere, compactare, salinizare și de alți factori de degradare. Degradarea solului are un impact direct asupra calității apei și a aerului, a biodiversității și a schimbărilor climatice. Regulamentul Consiliului European nr. 73/2009 a fost preluat în Ordinul Comun nr. 30/147/2010 pentru adoptarea măsurilor privind bunele condiții agricole și de mediu în România privind utilizarea fertilizanților, fiind adoptat Codul de bune practici agricole pentru protecția apelor împotriva poluării cu nitrați din surse agricole și pentru utilizarea produselor de protecție a plantelor.

Deteriorarea calității apelor are loc prin procesele de acidifiere, eutrofizare, salinizare și de poluare cu diferite substanțe organice sau anorganice. În apele afectate de fenomenul de acidifiere peștii dispar iar substanțele organice din apele poluate, consumă oxigenul din apă. Aciditatea accentuată în soluri determină condiții nefavorabile de activitate pentru bacteriile nitrificatoare și cele fixatoare de azot și de aceea, conținutul solului în azot este scăzut.

Din analiza efectuată prin Sistemul Național de Monitoring Integrat al Solurilor, gestionat de ICPA București, s-a constatat că starea agrochimică

a solurilor din România este deficitară, pentru că 8,6 mil. ha de teren agricol, din care 5,3 mil. ha arabil, au o rezervă mică și extrem de mică de humus, 3,424 mil. ha, din care 1,87 mil. ha arabil, au o aciditate puternică și moderată, 0,223 mil. ha, din care 0,135 mil. ha arabil, au o alcalinitate ridicată, cca. 5,1 mil. ha, din care 3,0 mil. ha arabil, o asigurare slabă cu azot, 6,3 mil. ha din care 3,3 mil. ha arabil, o asigurare slabă și foarte slabă cu fosfor, iar o suprafață de 0,7 mil. ha, din care 0,31 mil. ha arabil, au o asigurare slabă și foarte slabă cu potasiu mobil.

Din circa 12 mil. ha de terenuri agricole, pe aproximativ 7,5 mil. ha de teren arabil, circa 80% din suprafața arabilă, calitatea solului este afectată de una sau mai multe restricții. Din totalul de 9,5 milioane ha terenuri arabile numai 3,7 milioane ha întrunesc condițiile pentru o agricultură durabilă și eficientă.

În România solurile acide afectează o suprafață de circa 6 120 000 ha teren agricol, din care 473 500 ha arabil (ICPA, 1994) (5) (tabelul 12.104).

Tabelul 12.104

Suprafața solurilor agricole afectate de aciditate (5)

Specificare	Arabil		Pășuni și fânețe		Vii și livezi		Total agricol	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Puternic acidă	126302	2,67	144166	12,48	22103	9,62	292571	4,78
Moderat acidă	1492859	31,53	490142	42,44	79861	34,76	2062862	33,71
Slab acidă	3155360	65,80	520642	45,08	127792	55,62	3763794	61,51
Total	4734521	100	1154950	100	229756	100	6119227	100

După pH-ul solului în suspensie apoasă 1:2,5 solurile au fost caracterizate astfel:

sol puternic alcalin	8,41 - 9,00
sol moderat alcalin	8,01 - 8,40
sol slab alcalin	7,51 - 8,00
sol foarte slab alcalin	7,21 - 7,50
sol neutru	6,81 - 7,20
sol foarte slab acid	6,41 - 6,80
sol slab acid	5,81 - 6,40
sol moderat acid	5,01 - 5,80
sol puternic acid	4,31 - 5,00

Suprafața terenurilor cu reacție puternic, moderat sau slab acidă depășește 6 mil. hectare în România. Suprafețe mai mari cu soluri acide se găsesc în județele Satu Mare, Bihor, Timiș, Argeș și Suceava [Nițu (2)] (tabelul 12.105). Din lucrările privind inventarierea calității terenurilor a rezultat că aciditatea puternică și moderată a solului se întâlnește pe circa 3,4 milioane ha teren agricol și alcalinitatea moderată și puternică pe circa 0,2 milioane ha teren agricol.

Tabelul 12.105

Suprafața agricolă (mii ha) ocupată cu soluri acide (2)

Județul	Folosințe		Județul	Folosințe	
	Arabil	Pășuni		Arabil	Pășuni
Alba	25	67	Iași	13	2
Arad	50	41	Maramureș	47	126
Argeș	66	46	Mehedinți	22	21
Bacău	26	41	Mureș	24	46
Bihor	126	72	Neamț	51	19
Bistrița Năsăud	33	93	Olt	57	5
Botoșani	6	2	Prahova	6	30
Brașov	45	89	Satu Mare	91	32
Buzău	1	22	Sălaj	15	18
Caraș Severin	47	116	Sibiu	24	79
Cluj	22	70	Suceava	51	97
Covasna	11	52	Teleorman	14	-
Dâmbovița	38	22	Timiș	81	31
Dolj	26	3	Tulcea	1	-
Galați	2	-	Vaslui	1	-
Giurgiu	11	-	Vâlcea	24	57
Gorj	29	50	Vrancea	4	10
Harghita	52	162	Ilfov	5	-
Hunedoara	32	116	Total	1179	1637

Potrivit prevederilor Regulamentul (CE) nr. 73/2009 și a Regulamentului (UE) nr. 1306/2013 care cuprind Bunele Condiții Agricole și de Mediu (Good Agricultural and Environmental Condition-GAEC) aplicarea îngrășămintelor pe terenurile cu pantă mare trebuie realizată prin încorporarea acestora în sol și în condiții meteorologice prielnice. Potrivit Codului de bune practici agricole, pe terenurile cu pante abrupte există un risc ridicat al pierderilor de azot prin scurgeri de suprafață, care depind de o serie de factori cum sunt: panta terenului, caracteristicile solului și în special permeabilitatea pentru apă, sistemul de cultivare, amenajările antierozionale și în mod deosebit

cantitatea de precipitații. Riscul este maxim când îngrășămintele sunt aplicate superficial și urmează o perioadă cu precipitații abundente. Din acest motiv, Codul de bune practici agricole pentru protecția apelor împotriva poluării cu nitrați, prevede că este interzisă aplicarea îngrășămintelor minerale sau organice pe soluri saturate cu apă, inundate, înghețate sau acoperite cu zăpadă, deoarece există riscul de percolare sau scurgere a nitraților către apele freatice sau de suprafață.

12.5.1 IMPACTUL ACIDITĂȚII ASUPRA SOLULUI, VEGETAȚIEI ȘI A MEDIULUI

Acidifierea solurilor și a componentelor mediului determină modificarea caracteristicilor fizico-chimice și biologice ale apelor, solurilor și a vegetației. Acidifierea se intensifică prin aplicarea îngrășămintelor minerale în principal a nitraților, precum și prin ploile acide care afectează solurile cultivate, pădurile și resursele de apă.

Aciditatea solului determină următoarele efecte:

- la un pH mai mic de 5,5 are loc eliberarea de aluminiu și mangan cu efect toxic pentru plante;
- la un pH de 5,5, doar o treime din aportul de nutrienți este disponibil pentru culturi. Aciditatea poate duce la pierderea a 120 kg/ha din azotatul de amoniu la o cultură de grâu care a primit 170 de unități de azot;
- accesibilitatea fosforului depinde de pH-ul solului, care determină retrogradarea acestuia și trecerea lui în fosfați cu calciu la un pH > 7,3 și în compuși cu fier și aluminiu la un pH < 5,5. Menținerea pH-ului solului între 6 și 7 asigură cea mai bună disponibilizare a fosforului din sol pentru plante.
- acidifierea solului determină levigarea calciului și a magneziului, cu efect negativ asupra stabilității structurii solului;
- scăderea capacității pentru apă utilă a solului și creșterea impactului negativ al perioadelor de secetă asupra culturilor;
- reducerea numărului de specii de plante și a producției acestora sub aspect cantitativ și calitativ.

În solurile acide, ionii fosfat reacționează cu aluminiul (Al) și fierul (Fe) formând compuși mai puțin solubili. În același timp, se produce un dezechilibru în nutriția minerală a plantelor, întrucât concentrația mare a ionilor de hidrogen din soluția solului favorizează absorbția anionilor de fosfor, sulf, bor, molibden, prin perii radiculari ai rădăcinilor și împiedică accesul

cationilor nutritivi de calciu, magneziu, potasiu și azot. Acest dezechilibru afectează metabolismul substanțelor proteice și al glucidelor.

Procesul de acidifiere a solului determină scăderea accesibilității nutrienților esențiali (fosfor, potasiu, molibden) și amplifică efectele elementelor toxice (alumiul, manganul) asupra plantelor. De asemenea, în solurile acide sunt afectate sau chiar întrerupte procesele de fixare a azotului și de formare a agregatelor structurale determinând creșterea vulnerabilității la eroziune.

Pe solurile acide activitatea microorganismelor folositoare este scăzută, intervalul optim de reacție al pH-ului este de 6,8-7,2 pentru bacteriile din nodozitățile de pe rădăcinile de lucernă, trifoi și mazăre, de 6,5-7,5 la *Azotobacter chroococum*, 6,0-7,0 la *Clostridium pasteurianum*, 6,5-7,5 la bacteriile nitrificatoare și de 6,2-7,0 la bacteriile celulozolitice.

Azotatul de amoniu, aplicat an de an în cantități mari, a determinat creșterea acidității solului. Reacția solului, se modifică în timp sub influența condițiilor climatice, a tehnologiilor de cultură dar poate fi modificată și de influențe externe prin poluarea atmosferică.

Acidifierea solurilor se produce odată cu substituirea cationilor bazici (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+) din complexul coloidal prin cationii acidității (H^+ , Al^{3+}). Când ionii de aluminiu depășesc o anumită concentrație în soluția solului, devin toxici pentru plante. Toxicitatea aluminiului poate fi mult atenuată dacă se aplică amendamente sau îngrășăminte fosfatice și gunoi de grajd. Sunt sensibile la aluminiu, în special lucerna, porumbul, floarea-soarelui, mazărea, grâul și orzul.

În atmosferă, emisiile de azot și sulf determină formarea de acid azotic și respectiv sulfuric, care sunt transportați prin aer și ajung pe sol și ape determinând reducerea pH-ului și acidifierea acestor componente ale mediului. După scăderea emisiilor de sulf din Europa, din ultimele două decenii, compușii de azot (NO_x) au devenit principalele componente acidifiante atât în ecosistemele terestre cât și în cele acvatice. Efectele de acidifiere sunt evaluate utilizând conceptul de „sarcină critică de încărcare pentru acidifiere”, care în anul 2015, conform Agenției Europene de Mediu s-a produs pe aproximativ 5% din suprafața ecosistemului european și 6% în UE-28.

Evaluarea calității aerului înconjurător se face pe baza valorilor limită privind dioxidul de sulf, dioxidul de azot și oxizii de azot, pulberile în suspensie, plumbul, benzenul și monoxidul de carbon (tabelul 12.106) (3).

Tabelul 12.106

**Nivelurile critice la poluanții atmosferici pentru
protecția sănătății umane și a vegetației (3)**

Valorile limită pentru protecția sănătății umane			
Poluanții	Perioada de calculare a mediei	Valoarea-limită*	Prag de alertă
Dioxid de sulf	1 oră	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - a nu se depăși de mai mult de 24 ori într-un an calendaristic	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	1 zi	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - a nu se depăși de mai mult de 3 ori într-un an calendaristic	
Dioxid de azot	1 oră	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - a nu se depăși de mai mult de 18 ori într-un an calendaristic	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	An calendaristic	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Benzen	An calendaristic	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Monoxid de carbon	Valoarea maximă zilnică a mediei pe 8 ore (2)	10 mg/m^3	
Plumb	An calendaristic	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Pulberi în suspensie cu un diametru de 10 μm (PM ₁₀)	1 zi	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - a nu se depăși de mai mult de 35 de ori într-un an calendaristic	
	An calendaristic	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Nivelurile critice pentru protecția vegetației			
Dioxid de sulf	An calendaristic și iarnă 1 oct.-31 martie	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Oxizi de azot	An calendaristic	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ NOx	
Ozon	Acumulat în perioada mai-iulie	Valoarea țintă - 18 000 $\mu\text{g} / \text{m}^3$ Obiectiv pe termen lung, 6 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Nivelul critic pentru protecția pădurilor: 10 000 $\mu\text{g} / \text{m}^3$	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

* EEA, 2018, Air quality in Europe - Report No 12/2018, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2018, ISBN 978-92-9213-989-6 (3)

Poluarea atmosferică transfrontalieră pe distanțe mari afectează în mod negativ calitatea solului, apele de suprafață, animalele și plantele acvatice, pădurile, culturile și sănătatea umană. Dioxidul de sulf (SO₂) și oxizii de azot (NOx) sunt poluanții cei mai răspândiți în zonele industriale și principali agenți cauzali ai ploilor acide.

Depunerile acide sub formă umedă, prin zăpadă, rouă, ploaie și ceață, și uscată sub formă de particule de sare de mare, compuși în suspensie

$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ și NH_4NO_3 etc determină acidifierea solului și a celorlalte componente ale mediului.

Pentru a reduce emisiile de sulf, oxizi de azot, amoniac și compuși organici volatili, produse prin activitățile antropice care determină acidifierea, eutrofizarea și formarea ozonului troposferic, cu efecte negative asupra componentelor de mediu, s-a stabilit prin convenții internaționale „sarcina critică” și „nivelurile critice” ale acidității pentru diferite zone și ecosisteme (tabelul 12.107). „Sarcină critică” reprezintă cantitatea de poluanți din atmosferă, în limita căreia, conform cunoștințelor actuale, nu se produc efecte nocive importante asupra mediului înconjurător iar „nivelurile critice” înseamnă concentrațiile de poluanți care pot produce efecte nocive directe asupra receptorilor, cum ar fi ființele umane, vegetația, ecosistemele sau materialele [HG nr. 1879 (4)].

Tabelul 12.107

Plafoanele de emisie pentru poluanții atmosferici (mii tone/an) (4)

Poluanții	Niveluri de emisie 1990		Plafoane de emisie 2010	
	România	Europa	România	Europa
Dioxidul de sulf (SO_2)	1311	16436	918	4059
Oxizii de azot (NO_x)*	546	13161	437	6671
Amoniac (NH_3)	300	3671	210	3129
Compuși organici volatili	616	15353	523	6600

* oxizii de azot (NO_x , suma emisiilor de monoxid de azot (NO) și NO_2)

Pentru controlul poluării și acidifierii solului și apei trebuie stabilite cerințe tehnologice obligatorii la întocmirea și aplicarea planurilor de fertilizare pe culturi în corelare cu condițiile de sol și climă, cu perioadele restrictive pentru aplicarea fertilizanților (sol saturat cu apă, inundat, acoperit cu zăpadă și înghețat), cu cerințele de mediu privind lățimea benzilor nefertilizate de protecție și cu condițiile pentru aplicarea îngrășămintelor pe terenurile în pantă, care să prevină pierderile de azot prin eroziune, levigare și denitrificare.

La alcătuirea planului de fertilizare trebuie în primul rând luate în considerare toate materialele cu valoare fertilizantă din fermă (gunoiul de animale, reziduuri vegetale ș.a.), apoi necesarul se va completa cu îngrășămintă produse industrial. Planul de fertilizare trebuie să asigure o nutriție echilibrată cu NPK și cu ceilalți nutrienți (Ca, Mg, S, microelemente) pentru a valorifica potențialul productiv al culturilor și a diminua riscul

aparitiei unor deficiente sau excese trofice. Împreună cu Planul de fertilizare se va întocmi și un plan de amendare periodică a solului.

Decizia (UE) 2019/1134, Decizia (UE) 2015/2099 și Regulamentul (CE) nr. 1221/2009 al Parlamentului European și al Consiliului, prevăd constituirea unui sistem comunitar de management de mediu și audit (EMAS) cu cele mai relevante cerințe de mediu pentru exploatațiile agricole din producția arabilă, horticola și cea animală. Pentru fiecare dintre acestea, directivele prezintă principalele presiuni asupra mediului care le sunt asociate, indicatorii de mediu care trebuie evaluați și cele mai bune practici de management de mediu pentru fiecare activitate și/sau produs.

Obiectivul EMAS (Eco-Management and Audit Scheme), constă în promovarea și îmbunătățirea performanțelor de mediu ale organizațiilor prin instituirea și punerea în aplicare de către acestea a unor sisteme de management de mediu. SO 14001 este standardul internațional care stabilește cerințele pentru un sistem de management de mediu, fiind aplicabil oricărui tip de organizație, din orice sector de activitate. Examinarea, analiza și controlul performanței agronomice și eficiența elementelor tehnologice asupra mediului se impune a se realiza prin analiza „Setului total de gaze cu efect de seră (GES)”, emis direct și indirect pe parcursul ciclului de viață al produselor.

Amprenta de carbon a îngrășămintelor pe bază de azot utilizate, exprimată în kg CO₂e/kg N, este un indicator care se referă la emisiile GES la producția de îngrășămintele pe bază de azot utilizate în exploatație. Acest indicator urmărește dacă îngrășământul mineral utilizat în exploatație nu a determinat emisii de producție de peste 3 kg de CO₂e per kg de N, fapt care trebuie să fie demonstrat într-un calcul raportat de către furnizor. La îngrășămintele sintetice aplicate, prin indicatorul de mediu se monitorizează dacă acestea au caracteristici specifice, cum ar fi acoperirea cu un inhibitor de nitrificare, pentru a limita emisiile de amoniac și de GES după aplicare.

Pentru însușirile agrochimice ale solului se recomandă punerea în aplicare a testării periodice a solului, pentru a menține pH-ul în stare optimă (6,5-7,5), niveluri adecvate de fosfor (P) și potasiu (K) și testarea solurilor cel puțin la fiecare trei până la cinci ani în cazul pășunilor permanente și o dată la trei ani în cazul culturilor și pășunilor temporare.

Pentru menținerea structurii solului, evitarea eroziunii și a tasării prin indicatorii de performanță pentru mediu se monitorizează (i22) rata de aplicare a substanței uscate organice (t/ha/an), (i23) carbonul organic din sol (% C) și (i24) raportul carbon/azot (C/N).

12.5.2 ÎNSUȘIRILE FIZICO-CHIMICE ALE SOLURILOR ACIDE

Acidifierea orizontului de la suprafața solului are loc datorită proceselor de podzolire, prin natura materialelor minerale și organice a solului și datorită utilizării unor materiale fertilizante în tehnologia de cultură a plantelor.

Azotul din sol este supus proceselor de levigare, volatilizare, scurgerii prin eroziune precum și procesului de nitrificare sau denitrificare.

Denitrificarea este un proces biologic prin care ionii de NO_3^- și NO_2^- din sol sunt utilizați de bacteriile denitrificatoare (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Thiobacillus*) ca sursă de oxigen din straturile de sol anaerobe, rezultând azot molecular (N_2) și oxizi de azot (NO_2 sau NO) care se pierd în atmosferă (tabelul 12.108) [Dailey, (5)].

Tabelul 12.108

Cantitățile de azot pierdute prin levigare și denitrificare sau exportate din sol la diferite culturi (5)

Cultura	Producția potențială (t/ha)	Doza de îngrășământ (kg/ha)	Denitri-ficare (kg/ha)	Levi-gare (kg/ha)	Export recoltă (kg/ha)
Grâu de toamnă	9,0	172	8	17	200
Orz de primăvară	6,0	68	7	19	133
Rapiță de toamnă	3,5	169	6	8	198
Cartof	42,5	88	8	19	178

La stabilirea dozelor și a tipurilor de fertilizanți se urmărește utilizarea eficientă a îngrășămintelor cu azot, pentru a nu încărca mediul cu nitrați și pentru a menține reacția solului în limite acceptabile.

Din datele prezentate de statele membre Comisiei Europene, referitoare la calitatea apelor și zonele vulnerabile la poluarea cu nitrați, s-a constatat că la 17%, din stațiile de monitorizare ale UE, valorile medii ale concentrației de azot au fost peste limita maximă tolerabilă de 50 mg NO_3/l , 7% în domeniul 40-50 mg NO_3/l , 15% aveau 25-40 mg NO_3/l iar 61% aveau o concentrație sub 25 mg NO_3/l .

Bilanțul brut al azotului, respectiv diferența dintre aportul de azot din fertilizanții minerali, organici, depunerile atmosferice, fixarea simbiotică și

alte surse și consumul de către culturile agricole, pe hectarul de teren agricol la nivelul UE a fost de 55 kg/ha, cu variații de la 37 kg/ha (Italia) la 226 kg/ha (Olanda). Statele membre au obligația să verifice și dacă este necesar, să revizuiască zonele vulnerabile la poluarea cu nitrați cel puțin o dată la patru ani, pe baza rezultatelor monitorizării apelor, în conformitate cu articolul 6 din Directiva privind nitrații.

Solubilizarea și îndepărtarea cationilor bazici (Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} etc.) și înlocuirea lor cu cei acizi (H^{+} , Al^{3+}) determină acidifierea solului. Ionii de hidrogen din soluția solului determină aciditatea actuală, exprimată prin indicele pH, determinat în extract apos, iar ionii de hidrogen și de aluminiu adsorbiți de sol determină aciditatea potențială a solului și se exprimă în miliechivalenți de hidrogen la 100 de grame sol uscat.

Condensarea vaporilor de apă în atmosferă se face în jurul particulelor de praf iar la trecerea prin atmosferă, picăturile de apă formate antrenează numeroase substanțe chimice care pot produce ploi acide, cu efecte dăunătoare asupra vegetației. Ploile acide produc acidifierea solului, măresc solubilitatea diferitelor săruri, accelerează disocierea compușilor cu metale grele și modifică viața și activitatea microorganismelor din sol. Efectul dăunător al ploilor acide se resimte asupra vegetației pentru că reduc fotosinteza și produc clorozarea frunzelor până la necrozare.

Pentru ridicarea capacității de producție a solurilor acide trebuie să se aplice amendamente și îngrășăminte în doze potrivite, să se cultive plante ce pot valorifica aceste soluri și să se execute lucrări agricole corespunzătoare.

Solurile care necesită amendare la intervale de timp regulate sunt solurile din clasa argiluvisoluri (brun luvic, luvisol albic etc.), clasa cambisoluri (brun acid) și clasa spodosoluri (brun feriiluvial, podzol).

Conform FAO, din suprafața de 3950 milioane de hectare cu soluri acide la nivel global cele mai răspândite grupe sunt acrisolurile (731 mil. ha), feralsolurile (727 mil. ha), podzolurile și luvisolurile (670 mil. ha), gleiosolurile (402 mil. ha), cambisolurile (299 mil. ha), regosolurile (293 mil. ha) și histosolurile (270 mil. ha).

Solurile acide sunt slab structurate, datorită prezenței acizilor fulvici care dispersează puternic în apă și au o permeabilitate pentru apă foarte scăzută la nivelul orizonturilor iluviale. Aceste soluri au o variație sezonieră mare privind umiditatea, sunt tasate, au un pH sub 5,8 la suprafață și o activitate biologică redusă a microorganismelor utile.

12.5.3 EFECTUL FERTILIZĂRII ASUPRA UNOR ÎNSUȘIRI AGROCHIMICE LA SOLURILE ACIDE

Cercetările efectuate în experiențele de lungă durată în Câmpia Moldovei, la Stațiunea de Cercetare-Dezvoltare Agricolă Podu-Iloaiei (5) au urmărit influența diferitelor doze de îngrășăminte organice și minerale asupra producției de grâu și porumb și a însușirilor fizice și chimice ale solului. Îngrășămintele organice, aplicate împreună cu cele minerale ($N_{50} - 120 P_{50} - 70 + 60$ t/ha gunoi), au contribuit la îmbunătățirea caracteristicilor chimice ale solului, au menținut reacția acestuia în domeniul slab acid și au determinat obținerea unor sporuri medii de producție de 125% la grâu și de 108% la porumb. În cadrul rotațiilor intensive cu cereale, cu un consum anual ridicat de elemente nutritive, menținerea reacției solului în domeniul slab acid și realizarea unei aprovizionări bune a solului cu humus și nutrienți s-a realizat doar prin fertilizarea organo-minerală ($N_{100}P_{100} + 40$ t/ha gunoi). Azotatul de amoniu aplicat an de an, timp de 40 de ani, în cantități de 100 kg/ha a determinat reducerea pH-ului de la 7,0 la 5,5, determinând creșterea acidității solului.

Îngrășămintele minerale care se folosesc pe solurile acide trebuie să aibă reacție neutră sau alcalină. Astfel, dintre îngrășămintele cu azot rezultate foarte bune dă nitrocalcarul, din grupa celor fosfatice superfosfatul iar dintre cele cu potasiu sarea potasică. Nu sunt recomandate azotatul de amoniu și sulfatul de amoniu, care măresc aciditatea solului. Ureea dă rezultate mai bune pe solurile slab acide decât azotatul de amoniu. În rotația grâu-porumb, folosirea timp de 40 de ani a 160 kg/ha azot, sub formă de azot de amoniu, a determinat reducerea pH-ului de la 6,8 la 5,4 [Ailincăi, (6)].

La întocmirea asolamentului pe solurile acide trebuie să se țină seama de cerințele diferitelor specii de plante, însușirile solului, amendamentele și îngrășămintele aplicate, condițiile climatice etc. În condițiile utilizării an de an a azotatului de amoniu și a ureei în cantități de 100 kg N/ha, pentru culturile de câmp, amendarea solurilor acide cu textură mijlocie își păstrează eficacitatea minimum 6-7 ani.

La stabilirea dozei de amendamente trebuie să se ia în considerație valoarea de neutralizare a acestora sau conținutul în substanță activă, pH-ul solului, îngrășămintele aplicate, conținutul în aluminiu schimbabil, textura și gradul de saturație cu baze.

Pe terenurile în pantă, modificarea reacției solului, este mai accentuată și mai rapidă, datorită conținutului mai redus de materie organică și de elemente minerale din aceste soluri [(Ailincăi, 6)] (tabelul 12.109).

Tabelul 12.109

**Efectul diferitelor sisteme de fertilizare asupra
reacției solului pe terenurile în pantă (6)**

Doza de îngrășămintă	pH (H ₂ O) la solul slab erodat	pH (H ₂ O) la solul moderat erodat
N ₀ P ₀	7.2	7.1
N ₇₀ P ₇₀	6.8	6.7
N ₁₀₀ P ₈₀	6.3	6.1
N ₁₄₀ P ₁₀₀	5.5	5.4
60 t/ha gunoi	7.3	7.1
N ₇₀ P ₇₀ + 60 t/ha gunoi	7.1	6.9
N ₇₀ P ₇₀ + 6 t/ha paie grâu	6.9	6.7
N ₇₀ P ₇₀ +6 t/ha coceni porumb	6.5	6.4
N ₇₀ P ₇₀ +3 t/ha vrej mazăre	6.8	6.7
N ₇₀ P ₇₀ +3 t/ha vrej soia	6.8	6.7
Media	6.8	6.6
DL 5%	0.25	0.27
DL 1%	0.36	0.39
DL 0.1%	0.53	0.57

Aplicarea unor doze mari de azot sub formă de azotat de amoniu a determinat reducerea pH-ului în stratul 0-20 cm, la 5,5-5,6 la monocultura de porumb și până la 6,2-6,6 în asolamentul mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + o solă cultivată cu graminee și leguminoase perene. Cele mai mici valori ale pH-ului au fost înregistrate la monocultura de porumb și rotația grâu-porumb fapt care poate fi explicat prin condițiile nefavorabile de descompunere a resturilor vegetale și consumul mare de elemente minerale din această rotație (tabelul 12.110) (6).

Cercetările efectuate pe solurile arabile acide au scos în evidență că și în condiții de amendare capacitatea acestora de a păstra carbonul organic este limitată. Pe luvisolul de la SCDA Livada [(Rogasik (7))] fertilizarea organică aplicată împreună cu fertilizarea minerală cu NPK și cu o doză anuală de 0,8 t/ha de CaCO₃ a determinat creșterea conținutului de carbon organic din sol cu 43,3% comparativ cu fertilizarea numai cu îngrășămintă minerale (tabelul 12.111). Amendarea cu 0,32 t/ha/an CaCO₃, după 41 de ani de experimentare, garantează menținerea gradului de saturație în baze la valoarea de 75% (7).

Tabelul 12.110

**Efectul fertilizării de lungă durată și a rotației culturilor asupra valorilor
pH la cernoziomul cambic din Câmpia Moldovei (6)**

Tratamentul	*Pm	Gm	WM	MGP	MGPF + G	Media	Diferența
N ₀ P ₀	6,4	6,5	6,5	6,6	6,8	6,6	0,0
N ₈₀ P ₆₀	6,3	6,4	6,3	6,5	6,7	6,4	-0,13
N ₁₂₀ P ₈₀	5,6	6,0	6,2	6,4	6,6	6,2	-0,38
N ₁₆₀ P ₁₀₀	5,5	5,5	5,4	6,1	6,2	5,8	-0,81
N ₈₀ P ₆₀ +30 t/ha gunoi de grajd	6,5	6,5	6,4	7,0	7,0	6,7	0.12 ^x
Media	6,0	6,2	6,2	6,5	6,7	6,3	
Diferența	0,0	0,15 ^x	0,13 ^x	0,46 ^{xxx}	0,63 ^{xxx}		
					Rotație	Fertilizare	Interacț.
DL 5%					0,13	0,12	0,33
DL 1%					0,18	0,16	0,46
DL 0.1%					0,24	0,21	0,63

*Pm = porumb monocultură, Gm = grâu monocultură, GP = grâu-porumb, MGP = mazăre-grâu-porumb, MGPF+G = mazăre-grâu-porumb-floarea-soarelui + o solă cu graminee perene.

Tabelul 12.111

**Efectul fertilizării și amendării asupra conținutului de carbon
organic din sol (0-20cm) (7)**

Tratamentul	C org. %	Diferența
Nefertilizat - Mt	0,99	100%
N ₁₀₀	1,01	+2%
P ₃₀	0,93	-6%
N ₁₀₀ P ₃₀	0,90	0%
N ₁₀₀ P ₃₀ K ₅₀	1,04	+15%
N ₁₅₀ P ₄₅ K ₇₅	1,14	+15%
Gunoi 20 t/ha/an	1,34	+35%
N ₁₀₀ P ₃₀ K ₅₀ +20 t/ha gunoi	1,49	+50%

Din rezultatele obținute în două experimente de lungă durată din Germania, Múncheberg (media 1996 - 1998) și Braunschweig (media 1998 - 2001) (0-20cm) (7) s-a constatat că pentru creșterea cantității de carbon organic din sol este necesară aplicarea combinată a îngrășămintelor minerale cu cele organice (tabelul 12.112).

Tabelul 12.112

Efectele fertilizării organice și minerale asupra conținutului de carbon organic în experimente pe termen lung din Germania (7)

Tratament	Azot kg/ha		Müncheberg Podzol		Braunschweig Luvisol	
	Müncheberg	Braunschweig	C org. %	Dif.	C org. %	Dif.
Nefertilizat - Mt	0	0	0,421	100%	1,31	100%
NPK	119	120	0,471	+12%	1,48	+13%
NPK + paie 2 t/ha s.u	126	98	0,528	+25%	1,87	+43%
NPK+gunoi 1,2 t/ha su.	104	65	0,513	+22%	1,71	+30%
NPK+gunoi 3,2 t/ha su.	79	22	0,536	+27%	1,68	+28%

Aplicarea fertilizării minerale împreună cu 3,2 t/ha/an gunoi s.u. a determinat creșterea conținutului de carbon organic din sol, comparativ cu fertilizarea unilaterală cu îngrășăminte minerale, cu 13,8% la podzolul de la Müncheberg și cu 13,5% la luvisolul de la Braunschweig.

Atât la SCDA Livada cât și la cele două experimente din Germania aplicarea unor doze mari de amendamente a determinat reducerea conținutului de carbon organic din sol.

Rezultatele obținute privind capacitatea de schimb cationic (T) la luvosolul albic moderat acid de la Albota arată că valorile sunt aproape constante la diferitele variante de tratamente cu săruri (tabelul 12.113).

Tabelul 12.113

Modificarea pH-ului și a compoziției cationice a luvosolului albic de la Albota prin tratarea cu diferite doze de săruri de sodiu, calciu și amoniu (8)

Sare me/100 g sol	pH (H ₂ O)	pH (KCl)	SH	SB	T
Martor	5,11	3,95	7,67	5,70	13,37
NaHCO ₃ - 1,71	5,70	4,24	7,13	6,20	13,33
NaHCO ₃ - 5,18	7,45	5,49	4,22	8,96	13,19
NaHCO ₃ - 8,64	7,96	6,45	2,09	10,91	13,00
NaHCO ₃ -10,37	8,30	7,03	1,27	11,73	13,00
CaCO ₃ – 1,71	5,24	4,24	7,23	6,33	13,61
CaCO ₃ – 5,18	6,00	5,28	4,33	8,70	13,03
CaCO ₃ – 8,64	6,87	6,24	2,29	10,63	12,92
CaCO ₃ – 10,37	7,05	6,31	1,53	11,79	13,31
NH ₄ HCO ₃ – 1,71	5,24	4,24	7,28	6,22	13,50
NH ₄ HCO ₃ – 5,18	5,78	4,87	5,80	7,70	13,50
NH ₄ HCO ₃ – 8,64	6,11	5,29	4,94	8,56	13,50
NH ₄ HCO ₃ – 10,37	6,76	5,70	4,22	9,28	13,50

Tratamentele cu NaHCO_3 , CaCO_3 și NH_4HCO_3 determină prin reacția de schimb dintre cationul sării respective și hidrogenul adsorbit în sol formarea de H_2CO_3 , care se descompune cu degajare de CO_2 și nu rămâne în sol ca sare.

Odată cu creșterea conținutului de cationi adăugați sub formă de săruri în sol, se constată că a crescut și cantitatea de cationi de Na^+ , Ca^{2+} și NH_4^+ adsorbiți și a scăzut cantitatea de hidrogen schimbabil (tabelul 12.114).

Tabelul 12.114

Modificarea compoziției cationice pe luvosolul albic de la Albota după tratarea cu diferite cantități de săruri de sodiu, calciu și amoniu (8)

Sare me/100 g sol	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	Na^+	NH_4^+	SH	V%
Martor	32,2	7,4	1,4	1,6		57,4	42,6
NaHCO_3 - 1,71	29,9	6,6	1,0	9,1		53,5	46,5
NaHCO_3 - 5,18	30,0	6,4	1,3	30,3		32,0	68,0
NaHCO_3 - 8,64	30,4	6,2	1,1	46,2		16,1	83,9
NaHCO_3 -10,37	31,3	6,2	1,3	51,5		9,8	90,2
CaCO_3 – 1,71	37,6	6,5	1,2	1,6		53,1	46,9
CaCO_3 – 5,18	57,3	6,7	1,3	1,6		33,2	66,8
CaCO_3 – 8,64	72,9	6,6	1,1	1,6		17,7	82,3
CaCO_3 – 10,37	79,7	6,2	1,0	1,7		11,5	88,5
NH_4HCO_3 – 1,71	29,5	6,6	1,2	1,6	7,1	53,9	46,1
NH_4HCO_3 – 5,18	29,5	6,6	1,1	1,6	18,3	43,0	57,1
NH_4HCO_3 – 8,64	26,9	6,5	1,1	1,4	27,6	36,6	63,4
NH_4HCO_3 – 10,37	27,8	6,3	0,9	1,5	32,2	31,3	68,7

La probele de sol tratate cu NH_4HCO_3 printre cationii schimbabili apare și ionul de amoniu (NH_4^+), în procente care cresc cu cantitatea de bicarbonat de amoniu adăugată, de la 7,1% la 32,2%.

Prin tratarea solului cu bicarbonați de sodiu sau de amoniu sau cu carbonat de calciu, s-au înregistrat modificări foarte diferite de la o sare la alta și de la un cation la altul. Cea mai puternică modificare a compoziției cationice a avut loc la tratarea solului cu NaHCO_3 unde gradul de saturație (V) a ajuns la 90,2% iar saturația în hidrogen a scăzut la 9,8%. O modificare puternică a compoziției cationice a avut loc și în cazul tratării solului cu CaCO_3 , unde gradul de saturație (V) a ajuns la 88,5%, saturația în hidrogen a scăzut la 11,5% iar prin schimb cu hidrogenul schimbabil, calciul ajuns la o proporție de 79,7%, în timp ce magneziul, potasiul și sodiul și-au păstrat proporția inițială.

O mare parte a solurilor acide grele se găsesc în zona de deal și de câmpie înaltă. Producțiile de cereale obținute pe aceste soluri sunt mici și fluctuante de la un an la altul [(Voica Maria, (8)].

La SCDA Albota, Pitești (8) testarea soiurilor de triticale s-a efectuat pe un sol brun luvic, cu pH-ul în apă de 4,73, continutul în humus de 2,17%, conținutul de azot de 0,39%, P_{AL} de 33,18 ppm și K_{AL} de 120 ppm și cu aciditatea hidrolitică foarte mare (10,89 me/100 g sol). Cele mai mari producții medii, pe nouă ani, s-au realizat la soiurile Haiduc, Plai și Stil, soiuri bine adaptate zonei, care răspund bine la condiții favorabile de mediu dar realizează producții mari și în condiții nefavorabile de mediu (tabelul 12.115).

Tabelul 12.115

**Producțiile obținute (kg/ha) la soiurile de triticale la
S.C.D.A. Pitești (2002-2010) (8)**

Soiul	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	Media
Plai	8480	3810	9870	5550	8110	4350	8250	7050	5590	6784
Titan	7440	4040	8690	6650	6450	4280	6790	5320	4510	6019
Trilstar	8370	3820	10260	6520	7550	4360	6950	6440	0	6030
Stil	7010	4460	9690	6690	6620	4160	6780	6090	4320	6202
Gorun	8650	4210	10640	5910	7300	4570	7110	5960	4470	6536
Haiduc	8850	4530	10450	6390	7150	4570	8220	7000	5960	7013
TF2	7370	2570	9270	6110	6470	4160	6600	5230	5890	5963
Media	8024	3920	9839	6260	7093	4350	7243	6156	4391	6364

DL 5% = 494 kg/ha; DL 1% = 684 kg/ha; DL 0,1% = 951 kg/ha.

12.5.4 AMENDAREA SOLURILOR ACIDE

Pentru amendarea solurilor acide se folosesc diferite materiale dintre care dolomitul ($CaCO_3+MgCO_3$) și spuma de defecație se aplică pe solurile unde se manifestă carența în magneziu sau sunt sărace în humus și elemente nutritive și marna ($CaCO_3+35\%$ argilă) pe solurile cu textură grosieră. De asemenea, se pot folosi îngrășămintele chimice cu azot, nitrocalcar și nitrocalcamoni, care prin conținutul de $CaCO_3$, au acțiune de amendare.

Amendarea calcică se poate aplica pe toate solurile care au un pH mai mic de 5,8 și un grad de saturație în baze sub 75%, la toate culturile. Pentru plantele leguminoase amendarea calcică se aplică pe solurile care au pH-ul sub 6,0 și gradul de saturație în baze sub 80%.

Pentru solurile pe care urmează a fi introduse asolamente fără leguminoase perene, dozele de amendamente calcice se pot stabili numai după determinarea valorii acidității hidrolitice în stratul arat al solului, cu relația 12.3.

$$\text{CaCO}_3 \text{ t/ha} = 1,25 \text{ Ah sau } \text{CaCO}_3 \text{ t/ha} = 1,5 \text{ Ah.} \quad (12.3)$$

Se consideră că pentru a schimba reacția solului cu o unitate pH, sunt suficiente, în general, 2,0 - 2,5 t/ha CaO pentru solurile cu textură grosieră și 3,0-3,5 t/ha CaO pentru solurile cu textură fină (tabelul 12.116).

Tabelul 12.116

Principalele materiale folosite în amendarea calcică (2)

Denumirea	Starea materialului înainte de aplicare	Conținut echivalent de s.a. sub formă de:		Felul acțiunii
		CaO	CaCO ₃	
Piatră de var (CaCO ₃)	Pulbere care trece: 30% prin sita de 0,15 mm; 50% prin sita de 0,3 mm; 40÷44% prin sita de 1,65 mm. Fără particule cu $\varphi > 5$ mm	42-56	75-100	Lentă
Var ars (CaO)	Praf obținut prin măcinare și stingere lentă	95-100	178	Rapidă
Marnă (CaCO ₃ + 30÷35% argilă)	Praf obținut prin uscare și cernere	14-42	25-75	Mijlocie
Dolomit (CaCO ₃ + MgCO ₃)	Praf obținut prin uscare și mărunțire	40-54	70-97	Mijlocie
Spumă de defecare	Masă spongioasă ce trebuie măcinată	30-40	54-57	Rapidă
Zgură de furnal		30-50	54-90	Rapidă

Îngrășămintele organice intensifică activitatea microorganismelor și contribuie la menținerea unui echilibru optim între procesele de humificare și mineralizare din sol. Gunoiul de grajd determină îmbunătățirea însușirilor fizice și în special structura, permeabilitatea și capacitatea pentru apă a solului. Prin mărirea capacității de tamponare a solului, gunoiul de grajd reduce acțiunea nocivă a acizilor solului iar prin formarea de NH₃ și prin aportul de calciu schimbabil micșorează aciditatea solului. La asolamentele de câmp, fertilizarea organică se aplică o dată la 3-4 ani, la culturile care valorifică mai bine și au cerințe mai mari pentru elementele minerale, cum sunt cartoful, sfecla pentru zahăr, porumbul, floarea-soarelui, iarba de Sudan și alte plante furajere. Pentru aceste culturi doza de gunoi de grajd se calculează în funcție

de conținutul de azot al gunoii și de conținutul de argilă și indicele azot al solului cu relația [Borlan și Hera, (9)]:

$$\text{Doza de gunoi (t/ha)} = \frac{0,4}{N} \left(1,5 + \frac{30}{IN} \right) \left(1,35 + \frac{8}{A} \right) \quad (12.4) \text{ în care:}$$

N - conținutul de azot din gunoi (% din masa umedă);

IN - indicele de azot = $H \frac{SB}{(SB + Ah)}$;

A - conținutul de argilă (<0,002 mm) (în %);

H - conținutul de humus (%);

SB - suma bazelor schimbabile (m.e./100 g sol);

Ah aciditatea hidrolitică.

Cr. Hera (10) a stabilit dozele de amendamente care pot să asigure neutralizarea completă și durabilă a acidității ușor schimbabile a solului și să aducă gradul de saturație cu baze, după Kappen, la 90% (tabelul 12.117).

Tabelul 12.117

Dozele de amendamente (CaCO₃, 100%) calculate după suma bazelor de schimb și aciditatea hidrolitică (10)

V %	Suma inițială a bazelor de schimb (m.e./100 g sol)									V % dorit prin amendare
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	
85	0,5	1,1	1,6	2,1	2,7	3,2	3,7	4,2	4,7	100 % pt. trifoi și lucernă
80	0,8	1,5	2,3	3,0	3,8	4,5	5,3	6,0	6,8	
75	0,8	1,7	2,4	3,2	4,1	4,8	6,5	6,5	7,2	
70	0,9	1,8	2,6	3,5	4,4	5,1	6,0	6,9	7,8	90 % pt. toate plantele de câmp
65	1,2	2,3	3,6	4,7	5,8	6,9	8,1	9,3	10,4	
60	1,5	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0	13,5	
55	1,9	3,8	5,7	7,6	9,6	11,5	0	0	0	
50	2,3	4,8	7,2	9,6	12,0	0	0	0	0	
45	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	0	0	0	0	
40	3,0	7,5	11,0	15,0	0	0	0	0	0	
35	4,7	9,4	14,0	0	0	0	0	0	0	
30	6,0	12,0	0	0	0	0	0	0	0	

Înființarea culturilor de lucernă și trifoi pe terenurile acide trebuie precedată de amendare, care trebuie să asigure menținerea pH-ului, determinat în suspensie apoasă, la peste 6,4 și a gradului de asigurare cu baze peste 82%.

Pentru culturile de legume solurile acide determină o slabă absorbție a Ca și Mo și creșterea absorbției Cu, Zn, Al și Mn până la valori toxice, fapt

pentru care aciditatea solului pe adâncimea de 30 cm trebuie neutralizată până la valori ale pH-ului de peste 6,8.

Cele mai bune rezultate se obțin când amendarea, în doze de 8 t/ha CaCO_3 , se aplică împreună cu gunoiul de grajd (40 t/ha gunoi de grajd) și cu doze de îngrășămintă chimice având reacție fiziologică alcalină, de tipul nitrocalcarului, corespunzătoare speciilor și hibrizilor de plante cultivate.

Îngrășămintele cu acțiune neutră asupra pH-ului solului sunt superfosfatul, sarea potasică, nitrocalcioniul, sulfatul de potasiu etc.

Îngrășămintele cu acțiune acidifiantă asupra solului sunt sulfatul de amoniu $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$, azotatul de amoniu (NH_4NO_3) , ureea $[\text{OC}(\text{NH}_2)_2]$, clorura de amoniu (NH_4Cl) iar cele cu acțiune alcalinizantă sunt azotatul de calciu $[\text{Ca}(\text{NO}_2)_2]$, cianamida de calciu (CaCN_2) , carbonatul de potasiu (K_2CO_3) ș.a.

Majoritatea plantelor cresc cel mai bine pe solurile neutre sau ușor acide și puține plante suportă un pH până la 4,5 sau până la 8,3.

Plante tolerante la aciditate sunt *Festuca pratensis* (4,5-7,0), *Festuca rubra* (5,5-6,5), cartoful (5,0-6,0), ovăzul (5,0-6,0), secara (5,0-6,0) iar plantele mijlociu tolerante la aciditate sunt grâul (5,5-7,5), porumbul (5,5-7,5), rapița (5,8-6,7), tomatele (5,5-7,0), castraveții (6,0-7,0), mazărea (6,0-7,0), fasolea (6,0-7,0), morcovul (5,8-7,0), sfecla roșie (7,0-8,0) etc. (11).

Oportunitatea amendării calcice se stabilește în funcție de conținutul de aluminiu schimbabil, reacția solului și valorile gradului de saturație în baze.

Pentru culturile de câmp, furajere și tehnice, stabilirea suprafețelor ce urmează a fi amendate se face când raportul dintre conținutul de aluminiu schimbabil și suma bazelor schimbabile, înmulțit cu 100, este mai mare de 5, iar pentru leguminoasele perene când acest raport este mai mare de 2,5.

După efectuarea lucrării de amendare nu se vor cultiva, timp de 2-3 ani, culturile sensibile la schimbarea bruscă a reacției și a chimismului solului, cum sunt floarea-soarelui, inul, cartoful, evitându-se astfel scăderile de producție, deprecierea calității recoltei, carențele de microelemente și atacul unor patogeni (tabelul 12.118) [Velicica Davidescu și D. Davidescu, (11)].

După aplicarea amendamentelor și îngrășămintelor se pot cultiva în primul rând secara, grâul, orzul de toamnă, ovăzul, sfecla pentru zahăr, cartoful, inul pentru fibre și se va evita cultivarea plantelor sensibile la aciditate cum sunt fasolea, mazărea, soia și lucerna. Cele mai sensibile la aciditatea solului sunt rapița, fasolea și lucerna urmate apoi de culturile de orz, grâu, mazăre. O anumită toleranță la aciditate o au lupinul, ovăzul, triticale și ierburile perene.

Tabelul 12.118

Limitele pH (în H₂O) între care plantele cresc și se dezvoltă optim (11)

Plantele	Limitele pH	Plantele	Limitele pH
Grâu	5,5 - 6,5	Ovăz	5,0 - 6,0
Porumb	5,5 - 7,5	Cartof	5,0 - 6,0
Sorg	5,5 - 7,5	Raigras	6,0 - 7,0
Secară	5,0 - 6,0	Golomăț	6,0 - 7,0
In pentru fibre	6,0 - 6,5	<i>Festuca pratensis</i>	4,5 - 7,0
Cânepă	6,0 - 7,0	<i>Festuca rubra</i>	5,5 - 6,5
Hrișcă	5,5 - 7,0	Timoftică	5,5 - 8,0

Amendamentele aplicate împreună cu îngrășăminte chimice (N₆₄P₄₈K₃₂) au mărit mai mult producția celor trei culturi. Sporul de producție obținut, față de solul neîngrășat și neamendat, a ajuns la grâu la 82,2%, la porumb 18,9 % și la cartof 40,1% (tabelul 12.119) [Dornescu, (12)].

Tabelul 12.119

Influența gunoiului de grajd și a amendamentelor asupra producției la grâu, porumb și cartof (12)

Îngrășăminte	Amendamente		Grâu		Porumb		Cartof	
	Produsul	t/ha	kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
Nefertilizat - Neamendat								
-	Zgură de furnal	5,0	1767	111,6	6055	109,6	22170	108,8
-	Praf de clincher	4,5	1527	96,5	5814	105,2	21590	105,9
-	Carbonat de calciu	4,5	1538	97,2	5585	101,1	21600	106,0
-	Spumă de defecație	8,0	1811	114,4	5939	107,5	22600	110,9
Gunoi 20 t/ha	-	-	2259	142,7	6231	112,8	23890	117,2
	Zgură de furnal	5,0	2405	152,0	6181	111,9	24690	121,2
	Praf de clincher	4,5	2399	151,6	6265	113,4	24840	121,9
	Carbonat de calciu	4,5	2444	154,4	6356	115,0	25220	123,8
	Spumă de defecație	8,0	2374	150,0	6410	116,0	25510	125,2
N ₆₄ P ₄₈ K ₃₂	-	-	2712	171,4	6539	118,3	27950	137,2
N ₆₄ P ₄₈ K ₃₂	Zgură de furnal	5,0	2823	182,2	6444	116,6	28730	141,0
N ₆₄ P ₄₈ K ₃₂	Praf de clincher	4,5	2733	172,7	6403	115,9	27820	136,5
N ₆₄ P ₄₈ K ₃₂	Carbonat de calciu	4,5	2725	172,7	6568	118,9	28540	140,1
N ₆₄ P ₄₈ K ₃₂	Spumă de defecație	8,0	2633	166,4	6405	115,9	27730	136,1

Cele mai bune rezultate s-au obținut cu zgura de furnal și spuma de defecație. Rezultatele bune care s-au obținut la folosirea acestor produse ca amendamente se consideră că se datorează atât calciului cât și microelementelor pe care le conțin.

Îngrășămintele cu azot contribuie în cea mai mare măsură la sporirea producției pe solurile acide, deoarece conținutul în azot al acestor soluri este relativ scăzut. Îngrășămintele cu fosfor dau rezultate bune atunci când se aplică împreună cu cele de azot, în prezența amendamentelor. Îngrășămintele potasice s-au dovedit necesare pe solurile acide, la cultura porumbului, alături de cele cu azot și fosfor.

Efectul favorabil al amendamentelor aplicate împreună cu îngrășămintele minerale și organice s-a remarcat chiar din primul an după aplicare. Pe un sol brun de pădure, cu valoarea pH de 5,66, aplicarea unor produse reziduale bogate în calciu și a carbonatului de calciu a determinat sporirea producției la grâu cu 11,6 - 14,4%, la porumb cu 1,1 - 9,6% și la cartof cu 5,9 - 10,9%. Asocierea acestor amendamente cu 20 t/ha gunoi de grajd a determinat obținerea unor sporuri de producție mai mari la grâu (54,4%), urmate de porumb (11,9 - 16,0%) și cartof (17,2 - 25,2%) (12).

Încorporarea amendamentelor în sol se face, de obicei, odată cu arătura. Când amendamentele se folosesc în cantitate mare, 1/2 sau 2/3 din ele se încorporează sub brazdă odată cu arătura iar 1/2 sau 1/3 se împrăștie la suprafață și se amestecă cu solul prin discuire, grăpare etc. Pentru culturile de toamnă, amendamentele se încorporează în sol, odată cu arătura de vară, iar pentru culturile de primăvară odată cu arătura de toamnă.

Lucrările agropedoameliorative cuprind totalitatea intervențiilor tehnice care se execută pentru îmbunătățirea fertilității solului, pentru combaterea proceselor de degradare și pentru menținerea îndelungată a regimurilor hidric, salin și nutritiv a solurilor. Aceste lucrări creează condițiile favorabile necesare pentru punerea în valoare a solurilor iar lucrările agrotehnice diferențiate care vin în completare, asigură realizarea parametrilor de producție stabiliți și menținerea fertilității solului.

BIBLIOGRAFIE

1. FAO and ITPS, 2015 - *Status of the World's Soil Resources (SWSR) – Main Report*. Food and Agriculture Organization of the United Nations and Intergovernmental Technical Panel on Soils, Rome, Italy.
2. Nițu, I. și colab., 2000 - *Lucrările agropedoameliorative*, Editura Agris, București.
3. EEA, 2018 - *Air quality in Europe* - Report No 12/2018, Luxembourg: Publications Office of the European Union, ISBN 978-92-9213-989-6
4. *HG nr. 1879/2006 pentru aprobarea Programului național de reducere progresivă a emisiilor de dioxid de sulf, oxizi de azot, compuși organici volatili și amoniac*, Text publicat în M.Of. al României. În vigoare de la 16 ianuarie 2007.
5. Dailey, A.G., Smith, J.U., Whitmore, A.P., 2006 - *How far might medium-term weather forecasts improve nitrogen fertiliser use and benefit arable farming in the England and Wales?*, Agriculture, Ecosystems and Environment 117, p. 22–28.
6. Ailincăi, C., Jităreanu, G., Răus, L., 2012 - *Technologies and methods for the protection and use of agro ecological resources in the Moldavian Plain*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iași, 178 p, ISBN 978 973 147 120 4.
7. Rogasik, J., Schroetter, Susanne, Funder, U., Schnug, E., Kurtinecz, P., 2004 - *Long-term fertilizer experiments as a data base for calculating the carbon sink potential of arable soils/ Archives of Agronomy and Soil Science*, 50:1, p. 11-19.
8. Voica, Maria, 2011 - *Comportarea unor soiuri de triticale în zona colinară a Munteniei*, Anale INCDA. Fundulea, VOL. LXXIX, nr. 1, 2011, p. 21-30.
9. Borlan, Z., Hera, Cr., Bunescu, Ov., 1990 - *Agrochimia fosforului, aspecte actuale de interes practic și științific*, Editura Ceres, București.
10. Hera, Cr., 2001 - *Fertilitatea solului baza dezvoltării durabile și performante a agriculturii românești*, Editura Academica, București.
11. Davidescu, Velicica, Davidescu, D., 1999 - *Compendium Agrochimic*, Editura Academiei Române, București.
12. Dornescu, D. și colab., 1988 - *Influența îngrășămintelor și amendamentelor asupra grâului de toamnă pe sol brun roșcat în Podișul Sucevei*, Cercetări agronomice în Moldova, nr. 2, Iași.

12.6 AGROTEHNICA SOLURILOR NISIPOASE

12.6.1 RĂSPÂNDIRE

Cele mai fragile ecosisteme la degradare din lume sunt considerate solurile nisipoase și terenurile în pantă.

Nisipurile mobile și semimobile ocupă pe glob aproximativ 7% din suprafața uscatului, cele mai mari suprafețe, de peste 100 milioane ha, fiind întâlnite în zonele aride din Asia și Africa.

La nivel global solurile nisipoase se cultivă pe aproximativ 900 de milioane de hectare, în special în regiunile aride și semiaride (Yost Jenifer L, (1). Există zone extinse cu soluri nisipoase în curs de cultivare, dar fertilitatea lor este foarte scăzută și depinde de conținutul de carbon organic din sol. În același timp, suprafețe mari cu soluri nisipoase nu sunt folosite.

Solurile nisipoase de la tropice sunt epuizate chimic și foarte sensibile la eroziune și prin urmare, nu sunt folosite pentru agricultură. Principalele constrângeri pentru producție se datorează texturii lor, care determină o capacitate scăzută de reținere a apei și o infiltrare ridicată. Cu toate acestea, solurile nisipoase pot fi foarte productive atunci când se aplică îngrășăminte organice și sunt irigate.

În lucrarea de referință, realizată de Yost Jenifer L. și Hartemink Alfred E., (1), s-a analizat conținutul de carbon organic la solurile nisipoase din întreaga lume, folosind bazele de date de la profile de sol, de la diferite studii de caz detaliate, care au avut minimum 850 g nisip pe kg de sol pe adâncimea de 0-30cm. Cel mai ridicat conținut de carbon organic a fost înregistrat în solurile nisipoase din zonele temperate și reci, în medie 19 g/kg sol și cel mai mic în solurile din zonele aride (<5 g/kg sol).

Zonele cu precipitațiile medii anuale cuprinse între 700 și 1300 mm înregistrează în mod frecvent cele mai mari concentrații de carbon organic, iar în zonele cu temperaturi medii anuale mai ridicate se înregistrează cele mai scăzute concentrații ale carbonului organic. Solurile din aceste agroecosisteme sunt puternic epuizate în materie organică și pentru restabilirea calității lor este nevoie de adoptarea practicilor agriculturii de conservare care creează un bilanț pozitiv al carbonului organic din sol [Lal (2)]. Solurile nisipoase din zonele împădurite au avut, în medie, 23 g carbon organic pe kg sol, în timp ce solurile de sub pășuni au avut, în medie, doar 7 g de carbon organic pe kg sol (tabelul 12.120).

Tabelul 12.120

**Proprietățile fizice și chimice la solurile nisipoase
în orizontul A (0-30 cm), la diferite categorii de folosință (1)**

Însușirile solului	Agricultură	Păduri	Pășuni
C org. (g/kg)	8±1 (348)*	23±28 (298)	7±6 (85)
Nisip (g/kg) (0,05–2,0 mm)	894±33 (348)	901±38 (298)	915±39 (85)
Lut (g/kg) (0,002–0,05mm)	56±29 (348)	60±32 (298)	57±30 (85)
Argilă (g/kg) (<0,002mm)	50±27 (348)	39±28 (298)	28±21 (85)
Da (t/m ³)	1,52±0,17 (79)	1,49±0,23 (34)	1,57±0,13 (24)
Ad. Oriz. A (cm)	18±7 (348)	15±8 (298)	17±8 (85)
pH (H ₂ O)	6,0±1,1 (286)	4,8±0,8 (128)	6,2±1,1 (84)
CEC (cmolc/kg)	4,3±3,8 (103)	7,7±6,2 (109)	4,7±4,5 (71)
Ca ²⁺ (cmol/kg)	2,3±3,3 (264)	2,0±2,7 (148)	4,1±5,7 (72)
Mg ²⁺ (cmol/kg)	0,63±0,61 (258)	0,44±0,50 (145)	0,87±1,17 (72)
K ⁺ (cmol/kg)	0,23±0,19 (239)	0,13±0,13 (147)	0,25±0,17 (72)
Gr. Saturație în baze (V%)	68±29 (230)	42±29 (137)	85±20 (60)

*= numărul de profile

Solurile nisipoase cu fânețe au în medie 8 g carbon organic pe kg sol iar conținutul mediu de carbon organic, la toate categoriile de folosință, este de 13 g carbon organic pe kg sol (tabelul 12.121).

Tabelul 12.121

**Proprietățile fizice și chimice la solurile nisipoase,
în orizontul A (0-30 cm), la diferite categorii de folosință (1)**

Însușirile solului	Fâneață	Arbuști	Altele	Media
C org. (g/kg)	8±13 (444)*	8±6 (44)	22±28 (266)	13±21 (1485)
Nisip (g/kg) (0,05-2,0 mm)	903±36 (444)	904±37 (44)	912±40 (266)	903±37 (1485)
Lut (g/kg) (0,002-0,05 mm)	49±27 (444)	61±34 (44)	52±31 (265)	54±30 (1484)
Argilă (g/kg) (<0,002 mm)	48±26 (444)	35±20 (44)	36±25 (265)	43±27 (1484)
Da (t/m ³)	1,56±0,11 (47)	1,54±0,11(12)	1,51±0,30(20)	1,53±0,18(216)
Ad. Oriz. A (cm)	17±7 (444)	16±7 (44)	14±8 (266)	17±8 (1317)
pH (H ₂ O)	6,5±1,0 (319)	6,1±0,9 (43)	6,0±1,5 (67)	6,0±1,2 (927)
CEC (cmolc /kg)	3,8±2,5 (110)	4,7±3,0 (27)	5,8±7,7 (37)	5,2±4,9 (457)
Ca ²⁺ (cmol/kg)	4,1±6,8 (304)	2,9±3,7 (44)	3,8±10,5 (55)	3,2±5,5 (887)
Mg ²⁺ (cmol/kg)	0,84±1,01(293)	0,49±0,33(43)	1,62±7,54(52)	0,74±2,01(863)
K ⁺ (cmol/kg)	0,30±0,35(292)	0,29±0,20(42)	0,48±2,06(49)	0,26±0,56(841)
Gr. sat. baze (V%)	80±23 (257)	69±31 (37)	70±30 (39)	69±30 (760)

*= numărul de profile

Solurile nisipoase se întâlnesc în toate climatele și în multe ordine de soluri, în principal în alfisoluri, entisoluri, inceptisoluri, spodosoluri și ultisoluri. Aceste ordine se caracterizează astfel: alfisolurile au un orizont rezultat printr-o acumulare moderată a argilei, entisolurile sunt soluri tinere fără diferențierea profilului, inceptisolurile sunt tot soluri tinere dar mai evolute decât entisolurile și cu o diferențiere de la slabă la moderată a profilului, spodosolurile au un orizont spodic iar ultisolurile au un orizont de acumulare a argilei foarte alterat și debazificat.

Dintre grupele de soluri, cel mai mare conținut de carbon organic în orizontul A (0-30 cm) s-a înregistrat la inceptisoluri (19 g/kg sol), molisoluri (14 g/kg sol) și ultisoluri (14 g/kg sol) (tabelul 12.122).

Tabelul 12.122

**Proprietățile fizice și chimice la solurile nisipoase,
în orizontul A (0-30 cm), la diferite ordine de soluri (1)**

Însușirile solului	Alfisol	Aridisol	Entisol	Inceptisol	Mollisol
C org. (g/kg)	7±7 (186)	3±2 (32)	9±15 (391)	19±26 (82)	14±13 (79)
Nisip (0,05–2,0 mm)(g/kg)	889±28 (186)	900±32 (32)	915±37 (391)	908±38 (82)	881±24 (79)
Lut (0,002–0,05mm) (g/kg)	61±27 (186)	50±24 (32)	47±30 (391)	68±32 (81)	66±20 (79)
Argilă (<0,002m)(g/kg)	50±30 (186)	50±24 (32)	38±24 (391)	25±16 (81)	53±17 (79)
Da (t/m ³)	1,57±0,13 (48)	1,58±0,10 (15)	1,52±0,16(59)	1,43±0,45 (9)	1,57±0,09(10)
Ad. oriz. A (cm)	18± 7 (170)	16±6 (27)	17±7 (350)	13±7 (66)	20±7 (67)
pH (H ₂ O)	6,2±1,0(148)	7,8±0,7 (32)	6,2±1,2(376)	5,3±1,0 (38)	5,8±0,9 (49)
CEC (cmol/kg)	3,9±2,8 (85)	4,6±1,8 (25)	5,2±5,1(189)	8,9±8,4 (31)	6,4±3,5 (28)
Ca ²⁺ (cmol/kg)	3,0±3,6(146)	10,8±14,6 (31)	3,3±5,6 (345)	3,3±4,0 (31)	6,9±9,8 (29)
Mg ²⁺ (cmol/kg)	0,85±1,0 (145)	2,55±9,68 (3)	0,69±0,94(33)	0,43±0,50 (3)	0,97±0,80(2)
K ⁺ (cmol/kg)	0,34±0,35 (141)	0,88±2,56 (31)	0,24±0,26 (334)	0,18±0,17 (27)	0,41±0,26(29)
Gr. sat. baze (V%)	82±19 (128)	98±7 (27)	73±29 (314)	49±31 (25)	87±14 (17)

*= numărul de profile

Un conținut mare de carbon organic au spodosolurile întâlnite pe terenurile acide cu rășinoase care au un orizont B spodic. Cel mai redus conținut de carbon organic au solurile deșertului din zonele aride, aridisolurile, cu 3 g/kg sol și oxisolurile din zonele tropicale, formate pe roci sedimentare și cristaline bazice care se alterează ușor (7 g/kg sol). La entisolurile cu profile tinere, nedezvoltate, formate numai din orizonturile A și C și la alfisolurile cu

multe baze schimbabile de sub pădurile de foioase conținutul de carbon organic a înregistrat valori mijlocii cuprinse între 7 și 9 g/kg sol.

În Asia solurile nisipoase ocupă aproximativ 8 600 000 ha (Funakawa (3)), în care nu sunt incluse dunele și nisipurile schimbătoare din deșerturi, și sunt considerate următoarea frontieră pentru agricultură și totodată o mare provocare pentru cercetare, dezvoltare și pentru oportunitatea de extindere a terenurilor arabile. Față de alte soluri, terenurile nisipoase prezintă un nivel minim de risc pentru mediu iar din punct de vedere economic constituie resurse importante pentru susținerea mijloacelor de trai ale fermierilor și pentru dezvoltarea zonală.

Pe terenurile nisipoase în pantă din nord-estul Thailandei respirația anuală a solului a depășit deseori 40% din stocul de materie organică. Textura, eroziunea, intensitatea mare a precipitațiilor în sezonul ploios și descompunerea rapidă a humusului determină modificarea proprietăților solului la terenurile în pantă nisipoase. Pentru protecția solurilor nisipoase tropicale s-a propus folosirea unor sisteme agricole diversificate care cuprind culturi bune protectoare pentru sol (tabelul 12.123) (Funakawa (3)).

Tabelul 12.123

**Însușirile solului, apa scursă și solul erodat
pe terenurile în pantă din nord-estul Thailandei (3)**

Specificare	Trestie de zahăr	Mango	Orez
Panta (%)	5	35	60
Da (g/cm ³)	1,46	1,04	0,83
Nisip (%)	88	23	40
Praf (%)	6	20	13
Argilă (%)	5	57	47
C org (g/kg)	1,96	33,4	43,5
Precipitații (mm)	963	989	558
Scurgerea (mm)	23,8	42,1	49,5
Coef. surgere	0,025	0,043	0,088
Eroziunea (t/ha/an)	7,6	1,0	0,45

COM(2012) 46 final cuprinde Raportul Comisiei Europene privind implementarea Strategiei tematice pentru protecția solului cu activitățile în curs și expune actualele tendințe cu privire la degradarea solului în Europa, precum și viitoarele provocări legate de asigurarea protecției. Raportul privind starea mediului întocmit de Agenția Europeană de Mediu demonstrează că degradarea solului este în creștere, astfel că în perioada 1990-2000 în UE s-au pierdut zilnic cel puțin 275 de hectare de sol, ceea ce înseamnă 1 000 km² pe

an. Între 2000 și 2006, pierderile au crescut în medie pe UE cu 3%, însă au fost de 14% în Irlanda și Cipru și 15% în Spania.

În perioada 1990-2006, 19 state membre au pierdut o capacitate potențială de producție agricolă echivalentă, în total, cu 6,1 milioane de tone de grâu. În raport se arată că pentru a compensa pierderea unui hectar de teren fertil în Europa, ar fi necesar să se dea în folosință o suprafață de până la zece ori mai mare în altă parte a lumii.

Centrul Comun de Cercetare a UE a estimat recent, după un nou model de eroziune a solului, că suprafața afectată în UE-27 este de 1,3 milioane de km² din care aproximativ 20% suferă pierderi excesive de sol într-un ritm de 10 t/ha/an. Eroziunea afectează grav funcțiile solului iar pe terenurile nisipoase are un impact negativ și asupra calității apei dulci, deoarece transferă mai rapid nutrienții și pesticidele în corpurile de apă.

În România, nisipurile și solurile nisipoase ocupă o suprafață de circa 540 000 ha, cele mai mari suprafețe fiind răspândite în zona de stepă și silvostepă, în Delta Dunării și pe litoralul Mării Negre.

Suprafața cu terenuri nisipoase cultivate din România, după ICPA, (5), este de 439 000 ha, din care cele cu folosință agricolă însumează 381 000 ha (321 000 ha cultivate și 60 000 cu pășuni) iar cele acoperite cu păduri reprezintă 58 000 ha (tabelul 12.124).

Tabelul 12.124

Suprafața nisipurilor și a psamosolurilor în România (mii ha) (5)

Unitatea geomorfologică	Arabil, vii, livezi		Pășuni	Total agricol	Pădure	Total
	Irigat	Neirigat				
Câmpia Banat-Crișana	-	18,0	4,3	22,3	3,4	25,7
Câmpia Română de Vest	109,3	27,1	5,9	142,3	24,1	166,4
Câmpia Română centrală și estică	16,3	20,7	0,4	37,4	6,6	44,0
Depresiunea Brașovului	-	1,6	0,3	1,9	0,3	2,2
Podișul Dobrogei	3,4	-	-	3,4	0,1	3,5
Lunca și Delta Dunării	-	2,6	26,1	28,7	1,5	30,2
Total nisipuri și psamosoluri dezvoltate pe depozite de natură coliană	129,0	70,0	37,0	236,0	36,0	272,0
Total nisipuri și psamosoluri dezvoltate pe depozite de natură aluvială	10,0	112,0	23,0	145,0	22,0	167,0
Total general	139,0	182,0	60,0	381,0	58,0	439,0

Aproximativ două treimi din suprafața totală de nisipuri și soluri nisipoase sunt localizate în Câmpia Română, din care, cca. 250 000 ha se găsesc în vestul Câmpiei Române (sudul Olteniei). Nisipurile din Stânga Jiului sunt de origine eoliană, formând depozite sub formă de dune și interdune și totalizează o suprafață de circa 80 000 ha, restul fiind plasate în Lunca Dunării, de la Ostrovul Corbului până la Corabia. Nisipurile din Lunca Dunării sunt de origine fluviatilă, lăsate de fluviu pe măsură ce acesta s-a mutat mai înspre malul drept. Cele două zone de nisipuri din Oltenia au însușiri diferite, în sensul că nisipurile din Stânga Jiului sunt mai grosiere și mai acide.

Circa 100 000 ha sunt răspândite în partea nord-estică a Câmpiei Române, pe partea dreaptă a râului Ialomița, în zona localității Hagieni iar altul, pe malul drept al Călmățuiului, în dreptul orașului Însurăței, în dreapta râului Buzău și în Câmpia Siretului, în aval de confluența cu Bârladul, până la Hanu Conachi [Baniță, (4)]. Nisipurile de la Hanul Conachi se află pe cursul inferior al Bârladului și al Siretului, la confluența cu Bârladul și au o suprafață de 13 500 ha. Ele se întind de la Ungureni până la Hanul Conachi pe o lungime de 39 km și o lățime de 0,6-5,5 km, fiind de origine fluviatilă. În această zonă sunt și porțiuni în care nisipul adus de râu s-a depus peste solul nativ, care este de tip cernoziom. Când acesta nu este îngropat la adâncime prea mare, plantele pot beneficia de fertilitatea lui, în special pădurile.

Nisipurile din Delta Dunării sunt situate pe grindurile dintre brațele Dunării și dintre bălți. Sunt de origine fluviatilă. Au o mare varietate texturală, adică se întâlnesc, intercalat, zone cu mâl și argilă, printre cele cu nisip fin. Apa freatică este la adâncime mică, de 2-4 m și poate aproviziona sistemul radicular al plantelor prin aport freatic. De aceea, sunt mult mai fertile decât celelalte nisipuri din țară.

Nisipurile din Vestul țării sunt situate în preajma localității Teremia Mare, la Vest de Timișoara. Sunt tot de origine fluviatilă, aduse de Tisa. Acestea ocupă circa 70 000 ha și sunt cultivate, în general, cu viță de vie și păduri (11).

Nisipuri și soluri nisipoase se întâlnesc de asemenea, în partea de nord-vest a țării, la granița cu Ungaria, zona Valea lui Mihai - Carei. Nisipurile din zona Valea lui Mihai-Carei au origine mixtă: sunt fluviatile, fiind transportate de Tisa și Someș cât și eoliene, întrucât ele au fost reluate, transportate și depuse de către vânt. Solurile din Câmpia Valea lui Mihai-Carei s-au format sub influența factorilor pedogenetici specifici acestei zone, dintre care, preponderentă este influența materialului parental. Substratul geologic,

format din depozite nisipoase, a determinat formarea psamosolurilor, care fac parte din clasa solurilor neevoluate. Evoluția psamosolurilor este împiedicată de spulberarea particulelor fine sub influența vântului și transportul acestora în zonele învecinate, ocupate de cernoziomuri.

Din studiile efectuate de Oficiul Județean de Studii Pedologice și Agrochimice Bihor în zona Câmpiei Valea lui Mihai-Carei, rezultă că pe dune predomină psamosolurile tipice și molice iar pe interdune psamosolurile cu diferite grade de gleizare. Evoluția psamosolurilor de dună este orientată spre molisoluri iar a psamosolurilor de interdune spre lăcoviște, humicogleic sau gleic. Din suprafața totală a Câmpiei Valea lui Mihai-Carei, diferitele subtipuri de psamosoluri ocupă peste 22 000 ha.

12.6.2 PROPRIETĂȚILE CHIMICE ALE SOLURILOR NISIPOASE DIN ROMÂNIA

Nisipurile se caracterizează printr-un conținut de peste 95% particule grosiere, lut și argilă sub 5% și circa 0,5% humus, iar solurile nisipoase au un conținut de nisip de maxim 84%, aproximativ 15% lut și argilă și un conținut de humus de peste 1%.

Răspândirea nisipurilor este condiționată de natura depozitului, de clima aridă sau semiumedă și de prezența unor vânturi dominante dintr-o anumită direcție. Lipsa vegetației favorizează eroziunea eoliană. Vânturile cu o viteză de 4 m/s transportă particule de nisip cu diametrul de până la 1 mm iar cele cu viteze de 11-17 m/s transportă particule de nisip cu diametre de 1-2 mm [Obrejanu, (6)].

Relieful terenurilor cu nisipuri și psamosoluri este ondulat, sub formă de dune, înalte de 0,5 - 20 m, late de zeci până la sute de metri și de interdune cu lățimi variabile.

Proprietățile negative ale acestor tipuri de sol prevalează în comparație cu avantajele pe care le oferă aceste terenuri, în comparație cu solul obișnuit.

Dintre acestea, cea mai importantă este conținutul redus de humus și elemente minerale (N, P, K, microelemente); conținutul de humus este cuprins între 0,5 pe dune și 1,2% pe interdune. Proporția mare de nisip, de peste 90% determină o capacitate redusă de reținere a apei și posibilitatea levigării soluției solului în profunzime, împreună cu substanțele dizolvate, ca fertilizanți și pesticide.

Porozitatea totală și aerația nisipurilor este mare, ceea ce determină descompunerea intensă a materiei organice și amplitudini mari ale temperaturilor până la 40 cm adâncime. Datorită porozității totale ridicate este favorizată activitatea microorganismelor aerobe, care descompun intens materia organică din sol. Pe solurile nisipoase descompunerea materiei organice are loc mai intens datorită abundenței oxigenului și a cantităților reduse de argilă care poate fixa acizii humici.

Nisipurile au căldura specifică scăzută și conductibilitatea calorică mare, fapt care determină înregistrarea unor temperaturi foarte ridicate în timpul verii, temperatura la suprafața solului atingând deseori valori de 60-70 °C.

Rezistența la penetrare este mică (8-12 kgf/cm²), capacitatea de reținere a apei foarte mică iar capacitatea pentru apă în câmp oscilează între 4 și 12%.

Solurile nisipoase au valorile densității aparente mari, între 1,50-1,80 g/cm³. Coeziunea și adeziunea au valori reduse iar valorile acestora cresc foarte puțin odată cu creșterea conținutului de umiditate.

Capacitatea de reținere a apei este redusă, coeficientul de higroscopicitate având valori mici, cuprinse între 0,5-1% iar coeficientul de ofilire între 0,75-2,25%. Capacitatea de câmp pentru apă este și ea redusă, fiind cuprinsă între 6 și 10%, pe adâncimea de 1 m.

Pe terenurile nisipoase permeabilitatea pentru apă este mare dar și evaporarea acesteia este mai intensă. Datorită permeabilității excesive și capacității reduse de reținere, are loc fenomenul de levigare a elementelor nutritive, fapt care determină unele particularități privind aplicarea irigației și a îngrășămintelor chimice. Solurile nisipoase sunt deci soluri sărace în elemente nutritive iar reținerea acestora este foarte slabă datorită particulelor grosiere care determină o suprafață exterioară mică.

Solurile nisipoase sunt deci soluri slab productive, cu un conținut redus de apă, humus și substanțe nutritive, o activitate biologică redusă și necesită măsuri speciale pentru valorificarea lor în condiții satisfăcătoare din punct de vedere economic.

Aceste soluri au totuși și unele avantaje, între care se remarcă faptul că pot fi lucrate mult mai devreme primăvara, deoarece se încălzesc rapid, datorită valorii reduse a căldurii specifice și conductibilității calorice ridicate, ceea ce constituie un factor favorizant pentru culturile de cartof timpuriu, tomate, pepeni ș.a.

Alt avantaj este acela că datorită coeziunii și adeziunii reduse, solurile nisipoase au o rezistență mică la efectuarea lucrărilor mecanice, acestea putându-se executa corespunzător indiferent de conținutul de umiditate.

Proprietățile chimice ale nisipurilor sunt prezentate în tabelul 12.125 [Florea, (7); Canarache, (8)].

Tabelul 12.125

Proprietățile chimice ale nisipurilor din România (7, 8)

Zona nisipoasă	Humus %	Azot total %	Fosfor total %	Potasiu schimbabil mg/100 g sol
<i>Delta Dunării</i>	0,24	0,035	0,058	4,3
Nisip de dună	0,65	0,065	0,088	5,8
Nisip de interdună	0,62	0,065	0,045	6,8
<i>Câmpia Română</i>	0,81	0,075	0,060	6,6
Nisip de dună	1,05	0,08	0,04	5,0
Nisip de interdună	1,13	0,11	0,07	5,8
Sol nisipos dună	0,50	0,041	0,044	13,5
Sol nisipos interdună	0,89	0,05	0,05	13,3
<i>*Hanul Conachi</i>	0,12	0,02	3,0	4,4
<i>*Sudul Olteniei</i>	0,45	0,05	7,4	7,8
<i>*Dăbuleni</i>	0,76	0,06	11,1	12,6
<i>*Valea lui Mihai</i>	0,5-1,29	0,05-0,08	5,9-23,6	**15,3-23,5
* P mobil mg/100 g sol				** mg K/100 g sol

Nisipurile din Delta Dunării prezintă procese de sărăturare datorită apei freactice, care se găsește la mică adâncime în comparație cu celelalte zone, adâncimea acestora oscilând în funcție de relief între 1,5 și 17 m sub dună. Acestea au un procent de 50-60% nisip fin, cele din zona Hanul Conachi au fracția de nisip fin de 60-80%, în timp ce nisipurile din stânga Jiului au un procent mai mare de nisip grosier (50-70%).

Psamosolurile din Câmpia Valea lui Mihai-Carei au un conținut mare de nisip fin, de peste 70%, și un procent mic de praf și argilă. La solurile de interdună conținutul de particule fine este mai mare decât în cazul solurilor de dună. Ca urmare a texturii nisipoase, psamosolurile prezintă valori mari pentru densitatea aparentă, porozitatea de aerație și permeabilitatea pentru apă, respectiv, valori mici ale coeficientului de ofilire, a capacității de apă în câmp și ale apei utile. Reacția (pH - ul) psamosolurilor este moderat acidă până la neutră, cu valori mai mari pe interdune. Conținutul de humus depășește 1% în

cazul psamosolurilor molice și este de 0,5-0,6% pe cele tipice. Pe interdune conținutul de humus este mai ridicat la subtipurile gleic. Psamosolurile au o fertilitate redusă datorită conținutului scăzut de humus și de elemente nutritive (tabelul 12.126) [OSPA Bihor, (9)].

Tabelul 12.126

**Înșușirile fizice și chimice la psamosolurile din
Câmpia Valea lui Mihai – Carei (9)**

Indici fizico-chimici	Psamosoluri de dună		Psamosoluri de interdună	
	Orizont de suprafață 0-25 cm	Orizont de sub suprafață 25-40 cm	Orizont de suprafață 0-22 cm	Orizont de sub suprafață 25-50 cm
Nisip grosier (%)	4,0 – 19,4	5,0 – 19,1	5,4 – 14,6	0,8 – 10,9
Nisip fin (%)	73,0 – 84,0	72,8 – 84,6	75,3 – 80,2	69,7 – 81,1
Praf (%)	2,7 – 7,7	3,9 – 8,5	3,1 – 6,7	3,9 – 4,8
Argilă (%)	2,7 – 12,4	3,9 – 11,2	7,0 – 7,8	5,2 – 25,4
pH (H ₂ O)	5,25 – 6,25	5,25 – 7,00	4,75 – 6,60	4,60 – 7,50
Humus (%)	0,42 – 1,41	0,07 – 1,19	0,70 – 0,84	0,08 – 0,97
Azot total N (%)	0,020 – 0,070	0,004 – 0,060	0,035 – 0,045	0,004 – 0,007
Fosfor mobil P (p.p.m.)	15 – 60	6 – 93	26 – 79	4 – 40
Potasiu mobil K (p.p.m.)	40 – 210	20 – 180	50 – 90	60 – 150

12.6.3 LUCRĂRI PENTRU AMELIORAREA SOLURILOR NISIPOASE

Rezultatele cercetărilor au arătat că ameliorarea acestora este o activitate complexă, de lungă durată, care se realizează pe etape, care se succed sau se suprapun temporar, unele având caracter obligatoriu [Gheorghe, (10)]. În strategia de ameliorare a solurilor nisipoase (psamosoluri) se impune parcurgerea următoarelor etape:

1. Amenajarea terenurilor nisipoase;
2. Organizarea producției agricole pe terenurile amenajate;
3. Valorificarea psamosolurilor cu asolamente incluzând plante protectoare și amelioratoare.

Proprietățile nefavorabile ale solurilor nisipoase și în mod deosebit conținutul redus în elemente nutritive, humus și argilă, imprimă o fertilitate naturală redusă fapt care determină aplicarea lucrărilor agropedoameliorative, care să conducă la mărirea capacității de producție a acestor soluri.

1. Amenajarea terenurilor nisipoase - presupune un ansamblu de măsuri și lucrări agropedoameliorative care să conducă la îmbunătățirea

capacității de producție a acestor soluri slab productive. Pentru ameliorarea acestor terenuri se aplică următoarele categorii de lucrări:

a. lucrări agropedoameliorative – modelarea, nivelarea, amendarea și fertilizarea ameliorativă;

b. lucrări de îmbunătățiri funciare - combaterea eroziunii hidrice și eoliene, irigații și desecări;

c. lucrări agrotehnice și silvice - perdele forestiere, sisteme antierozionale de cultură, asolamente, sisteme de fertilizare și de lucrare a solului etc.

Toate acestea trebuie să asigure mecanizarea și administrarea eficientă a factorilor tehnologici privind utilizarea îngrășămintelor, pesticidelor, a apei de irigație etc.

a. *Lucrările agropedoameliorative*. Fertilitatea diferită dintre dune și interdune impune ca lucrarea de modelare și nivelare să cuprindă mai multe operații, cu efectuarea la început a decopertării și stocării materialului bogat în humus, urmată de nivelare, modelare și în final recopertarea cu materialul humifer stocat.

Modelarea terenului se referă la reducerea diferențelor de nivel între dune și interdune prin decopertarea și translocarea nisipului din părțile superioare ale dunelor în zona de interdune iar nivelarea se referă la suprafețele modelate care au diferențe de nivel și pante mici.

Nivelarea se aplică pe suprafețele modelate care au pante mici, pentru a atenua diferențele dintre dune și interdune care depășesc 4 m. Prin nivelarea solurilor nisipoase se asigură o mecanizare completă a lucrărilor, o repartizare uniformă a apei și a substanțelor pentru fertilizarea sau protecția culturilor și o uniformizare a fertilității solului.

b. *Lucrările de îmbunătățiri funciare*. *Combaterea eroziunii eoliene* este necesară pentru introducerea măsurilor agrotehnice și silvice, în special a perdelelor de protecție.

c. *Lucrările agrotehnice și silvice* - perdele forestiere, sisteme antierozionale de cultură, asolamente, sisteme de fertilizare și de lucrare a solului etc.

c1. Perdelele agroforestiere se amplasează perpendicular pe direcția vântului dominant și sunt considerate ca o primă măsură cu caracter permanent pentru prevenirea și combaterea acestui proces de degradare a solurilor nisipoase. Rezultatele cercetărilor efectuate în acest scop au arătat că spațiul

protejat de vânt în spatele perdelei agroforestiere este egal cu de 20 de ori înălțimea perdelei.

Culturile în fâșii, ca măsură agrotehnică specifică, contribuie la prevenirea și combaterea deflației pe psamosoluri, prin protejarea reciprocă a culturilor.

c2. Sisteme antierozionale de cultură. Metoda de semănat a plantelor anuale în culise se folosește pentru a opri spulberarea nisipului. Aceasta constă în alternarea plantelor cu înălțimi diferite, plantații de viță de vie, menținerea terenului înierbat cu plante perene etc. La vița de vie intervalul din două în două rânduri se cultivă cu secară iar la pomi fiecare interval. Benzile de secară dintre rândurile de viță de vie și pomi se seamănă la sfârșitul lunii august și se încorporează în sol în faza de burduf.

Fixarea nisipurilor. Fixarea prin mijloace fizice constă în montarea de paranisipuri, constituite din garduri de nuiele, trestie, coceni de porumb, tulpini de floarea-soarelui etc.

Pentru stabilizarea nisipurilor s-au folosit și metodele chimice. Pe suprafețe mici, izolate, unde pericolul deflației este deosebit de mare ("focare de deflație") se recomandă utilizarea metodelor chimice, care utilizează substanțe organice, polimeri sintetici ș.a.

Îmbogățirea în material fin este un alt mijloc pentru stabilizarea și ameliorarea nisipurilor și în funcție de zonă se poate folosi mâlul de pe fundul bălților, argilă sau pământ argilos, bentonită etc.

12.6.4 LUCRĂRI AGROTEHNICE PE TERENURILE NISIPOASE

Lucrările solului. Caracteristica lucrărilor solului pe terenurile nisipoase este faptul că, pe lângă crearea de condiții favorabile pentru creșterea și dezvoltarea plantelor, acestea trebuie să reducă procesul de eroziune eoliană sau hidrică și să amelioreze fertilitatea solului.

La realizarea acestor obiective trebuie avute în vedere următoarele condiții specifice din zonele cu soluri nisipoase:

- lucrările solului se execută cu un efort de tracțiune mai mic ca urmare a valorilor scăzute pe care le prezintă adeziunea și coeziunea;
- datorită capacității mici de reținere a apei și a conținutului scăzut de argilă, lucrările solului se pot executa corespunzător atât în condiții de secetă cât și la un conținut de umiditate mai mare;

- proprietățile solurilor nisipoase permit renunțarea la arătură, în anii când nu se încorporează gunoi de grajd, amendamente etc. sau dacă terenurile nu sunt îmburuienate;

- pentru a reduce eroziunea eoliană arăturile se vor executa perpendicular pe direcția vântului dominant iar grăpatul arăturilor se va efectua numai atunci când este cazul, de regulă înainte de semănat;

- epoca de executare a arăturii: pentru culturile de toamnă se recomandă ca arătura să se efectueze cu 2-4 săptămâni înainte de semănat, iar pentru cele de primăvară toamna târziu;

- datorită adeziunii și coeziunii mici tractoarele patinează mai tare și se reduce productivitatea lucrărilor;

- uzura pieselor active ale mașinilor agricole este mai mare datorită alcătuirii nisipurilor din particule grosiere și a prezenței cuarțului în componența lor.

Cercetările experimentale au demonstrat superioritatea arăturilor cu întoarcerea brazdei în special pe terenurile nisipoase puternic îmburuienate, când se încorporează în sol miriștea și resturile organice de buruieni.

Pe nisipurile ameliorate de la Dăbuleni cercetările nu au înregistrat diferențe de producție dintre lucrarea de arat la diferite adâncimi și lucrarea cu grapa cu discuri astfel că alegerea lucrării de bază pentru grâul de toamnă este determinată de gradul de îmburuienare, starea culturală a terenului, prezența resturilor vegetale și de tipurile de îngrășăminte care se folosesc.

Înlocuirea arăturii prin treceri pe direcții perpendiculare cu grapa cu discuri este recomandată la amplasarea grâului de toamnă după porumb, floarea-soarelui și soia, când resturile vegetale au fost bine tocate.

Lucrările de desfundare și de afânare a solului. Cercetările privind influența acestor lucrări ale solului asupra producției la porumb și asupra unor însușiri fizice ale psamosurilor argilice, excesiv tasate prin lucrările de modelare - nivelare, au arătat că lucrările de desfundat la 60-80 cm și afânare adâncă au determinat, mai ales pe solurile nisipoase cu orizont Bt, obținerea de producții mai mari comparativ cu celelalte lucrări ale solului. De asemenea lucrările de afânare adâncă a solului au influențat pozitiv însușirile fizice ale solului cum sunt rezistența la penetrare, densitatea aparentă și conductivitatea hidraulică (tabelul 12.127) [Ion, (11)].

Pregătirea patului germinativ pe solurilor nisipoase se recomandă a se face cu grapele sau cu combinatorul, care taie bine buruienile chiar și în condițiile unei rezistențe reduse la acțiunea de înaintare a pieselor active.

Tabelul 12.127

Influența lucrărilor de afânare adâncă asupra producției de porumb și a unor însușiri fizice pe psamosoluri argilice excesiv tasate (11)

Varianta	Producția (q/ha)	Dif. (q/ha)	Densitatea aparentă (g/cm ³)	Conductivitatea hidraulică (mm/oră)
Arat la 20-22 cm (Mt)	83,2	-	1,68	20
Desfundat la 60 - 80 cm	101,4	18,2***	1,58	27
Afânat cu MAS-60 + arat la 20-22 cm	90,3	7,1*	1,61	21
Afânat cu MAS-60 + discuit	90,5	7,3*	1,62	21
DL5%		5,8 q/ha		
DL1%		11,0 q/ha		
DL0,1%		17,9 q/ha		

Irigarea. Comportarea psamosolurilor în relație cu apa are o serie de particularități, care au condus la stabilirea elementelor tehnice ale regimului de irigare, prin care trebuie să se asigure aplicarea unor norme de udare mici, de 300-400 m³/ha și frecvente, o dată la 5-7 zile.

Rezultatele cercetărilor efectuate pe psamosolurile de la Dăbuleni au scos în evidență că necesarul de apă al plantelor, care trebuie acoperit prin irigații, în funcție de planta cultivată, oscilează între 103-385 mm/ha [Gheorghie, (10)]. Pe aceste terenuri, cele mai mari cerințe față de apa de irigație o au soia și porumbul (tabelul 12.128).

Tabelul 12.128

Consumul de apă și sursele de acoperire la unele specii de plante cultivate pe psamosolurile de la Dăbuleni (10)

Cultura	Producția (t/ha)	Consum de apă (E+T) (mm/ha)	Precipitații (mm)	Necesar de apă de irigație (mm)
Soia	2,8	743	250	385
Grâu	5,8	468	258	140
Porumb	11,3	776	296	364
Cartof timpuriu	19,6	285	139	103

Evapotranspirația prezintă valori maxime în luna iulie, când de obicei, se aplică 40-50 % din norma de irigare. Aportul apei de irigație la realizarea producțiilor pe psamosoluri este maxim în anii secetoși, când sporurile de producție la culturile irigate cresc de până la 10 ori față de cele neirigate. Ca metode de udare utilizate pe psamosoluri se recomandă irigarea prin aspersiune și irigarea localizată, prin picurare și rampe perforate.

Sortimentul de plante. Pe solurile nisipoase Sortimentul de plante care se pot cultiva este restrâns însă prin fertilizare și irigare acesta poate fi extins iar producțiile obținute pot fi eficiente din punct de vedere economic.

Pe nisipurile și solurile nisipoase, în condiții de neirigare pot fi cultivate secara, meiul, grâul, porumbul, sorgul hibrid pentru boabe, fasolea, fasolița, tutunul, cartoful, floarea-soarelui, ricinul, lupinul, bostănoasele și borceagul.

Secara asigură producții satisfăcătoare și contribuie la fixarea nisipurilor.

Fasolița (Vigna sinensis) este o leguminoasă specifică terenurilor aride și calde și se cultivă pentru boabe sau pentru îngrășământ verde.

Sorgul și meiul pentru boabe pot fi cultivate pe terenurile nisipoase din sudul țării, la care se obțin producții mai mari decât la porumb.

Grâul, porumbul și floarea-soarelui pot fi cultivate pe nisipurile fixate care un procent mai mare de argilă și humus și în condiții de fertilizate.

Fasolea și ricinul se cultivă pe nisipurile cu fertilitate naturală mai bună.

Cartoful este cultivat pe nisipurile din nord-vestul țării și mai ales în zona cu terenuri nisipoase din Depresiunea Brașov iar cartoful timpuriu și pe celelalte soluri nisipoase.

Tutunul, care este foarte rezistent la secetă, puțin pretențios la condițiile de fertilitate, poate fi cultivat pe toate terenurile nisipoase.

Lupinul este recomandat pentru îngrășământ verde pentru ameliorarea și fixarea nisipurilor.

Pepenele verde poate fi cultivat pe toate solurile nisipoase în condiții de fertilizare organo-minerală la cuib sau pe toată suprafața.

Borceagul de toamnă (secara + mazăricea de toamnă) se poate cultiva pe toate nisipurile, inclusiv pe cele semifixate.

Pe nisipurile și solurile nisipoase cu eroziune intensă din Delta Dunării suprafețe mari sunt cultivate cu *viță de vie* și *pășuni* iar culturile de câmp sunt mai puțin reprezentate.

Pe solurile nisipoase din Câmpia Română și de la Hanul Conachi se cultivă porumbul, floarea-soarelui și *vița de vie*.

Solurile nisipoase de la Valea lui Mihai se cultivă cu secară, cartofi, tutun, porumb, floarea-soarelui și borceag de toamnă.

Pe terenurile nisipoase ameliorate de la Dăbuleni s-au cultivat și plante medicinale și culturi legumicole extratimpurii.

Pe solurile nisipoase irigate, sortimentul de plante care pot fi cultivate se lărgeste pentru că se îmbunătățesc substanțial condițiile pentru creșterea și dezvoltarea plantelor. În condiții de irigare s-au extins culturile succesive în miriște, după culturile care eliberează terenul devreme.

Asolamentele. Pe solurile nisipoase acestea trebuie să asigure condiții favorabile de mediu pentru dezvoltarea plantelor și în plus să reducă sau chiar să împiedice procesul de eroziune eoliană.

Asolamentele indicate pe nisipuri și solurile nisipoase după Pop, (12), sunt următoarele:

În condiții de neirigare: 1) seară + grâu, 2) porumb + sorg sau seară + grâu; 3) cartof timpuriu urmat de o cultură succesivă pentru furaj sau seară + grâu; 4) floarea-soarelui + porumb + seară masă verde cultură intermediară de toamnă; 5) tutun + pepeni verzi.

În condiții de irigare:

- 1) grâu + îngrășământ verde; 2) porumb sau grâu + porumb siloz în miriște; 3) tutun + pepeni; 4) porumb; 5) porumb sau cartof timpuriu - urmat de porumb boabe;

- 1) lucernă 4 ani; 2) porumb; 3) porumb; 4) porumb sau cartof

- 1) borceag de toamnă + porumb boabe / siloz; 2) porumb; 3) porumb

- 1) soia sau arahide; 2) grâu cu plantă în miriște; 3) cartof timpuriu urmat de tutun; 4) floarea-soarelui; 5) porumb; 6) sfeclă pentru zahăr;

- 1) porumb urmat de cultură intermediară de toamnă; 2) soia.

În primii ani după amenajare, se recomandă cultivarea unor specii de plante mai puțin pretențioase la fertilitatea solurilor cum sunt triticelele, seara, sorgul, fasolița, arahidele, tutunul, cartoful timpuriu și pepenii verzi.

Împreună cu aceste culturi în schemele de asolamente trebuie să fie introduse plantele pentru îngrășăminte verzi (lupin, seară, fasoliță, mazăre furajeră, rapiță furajeră) și cele de leguminoase și graminee perene, pentru a crește conținutul de materie organică din sol.

În această etapă un rol deosebit revine solei amelioratoare cu lucernă, care mărește capacitatea de producție a psamosolurilor datorită cantităților însemnate de resturi vegetale (7,2 t/ha) și de azot fixat biologic (169 kg/ha N) care rămân în sol după deștelenire, fapt reflectat și de producțiile mai mari de porumb obținute (tabelul 12.129) [Gheorghe, (10)].

Tabelul 12.129

**Cantitatea de materie organică și de azot rămase
în sol după grâu și lucernă (media pe 3 ani) (10)**

Planta	Doza	Resturi vegetale t/ha	N din resturi vegetale kg/ha	pH (H ₂ O)	C org. %	Producția de porumb q/ha
Grâu	N ₀ P ₀ K ₀	1,1	10	6,98	0,36	17,4
	N ₈₀ P ₅₀ K ₅₀	1,9	11	6,25	0,41	44,0
	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	2,6	19	6,02	0,36	68,5
	Media	1,9	13			43,3
Lucernă	N ₀ P ₀ K ₀	5,7	140	6,48	0,38	42,6**
	N ₈₀ P ₅₀ K ₅₀	7,4	167	6,48	0,43	81,2***
	N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₁₀₀	8,6	200	5,87	0,36	94,7***
	Media	7,2	169			72,8
DL5%		1,0 t/ha				14,3 q/ha
DL1%		1,5 t/ha				19,8 q/ha
DL0,1%		2,2 t/ha				27,3 q/ha

Reducerea spulberării nisipului. Principalele metode agrotehnice pentru reducerea spulberării nisipului sunt următoarele:

- folosirea de asolamente cu o diversitate mai mare a culturilor;
- aplicarea gunoiului de grajd și a îngrășămintelor verzi;
- organizarea terenului cu sole de formă dreptunghiulară, orientate cu latura lungă perpendicular pe direcția vântului dominant;
- alternarea plantelor în cadrul asolamentelor astfel încât în perioadele de spulberare intensă a nisipului, terenul să fie acoperit cât mai bine cu vegetație;
- utilizarea culturilor succesive, care asigură acoperirea terenului în a doua jumătate a verii;
- introducerea culturilor ascunse în condiții de irigare, care după recoltarea plantelor protectoare asigură acoperirea solului;
- folosirea culturilor de toamnă, a culturilor de acoperire sau furajere, ca secară, borceag de toamnă, rapiță, măzărliche de toamnă etc., care realizează acoperirea terenului în perioada toamnă-primăvară;
- utilizarea culturilor în fâșii, alternând plante bune protectoare cu cele mai puțin protectoare.

Folosirea îngrășămintelor. Solurile nisipoase sunt slab și foarte slab asigurate cu elemente nutritive. La stabilirea dozelor și a tipurilor de îngrășămintă pe solurile nisipoase trebuie avut în vedere conținutul scăzut în elemente minerale, natura mineralogică a nisipului, conținutul scăzut în

humus, intensitatea procesului de mineralizare a humusului și de levigare a elementelor minerale de către apa din precipitații sau din irigații.

Pe solurile nisipoase este necesar ca îngrășămintele să fie aplicate diferențiat, în funcție de forma de relief și de fertilitatea acestora, având în vedere că vârfurile de dună au o fertilitate mai scăzută, iar îngrășămintele cu azot, mai levigabile, trebuie aplicate fracționat în mai multe reprize, în funcție de cerințele plantelor, pentru a reduce spălarea lor în adâncime. În condiții de irigare levigarea nitrăților are loc cu o intensitate și mai mare.

Pe nisipuri și soluri nisipoase, sărace în microelemente, se semnalează carențe, în special în condiții de irigare unde se folosesc doze mari de îngrășămintele cu azot, fosfor și potasiu. Carențele apar la microelementele magneziu, zinc și bor, fapt pentru care se impune efectuarea de tratamente foliare sau la sol cu îngrășămintele care conțin aceste microelemente.

Îngrășămintele chimice. Producția crescută de biomasă la solurile nisipoase din Wisconsin și Nebraska datorată fertilizării organo-minerale și a irigației a determinat creșterea conținutului de carbon organic din sol după 30–40 de ani. Prin aplicarea gunoii de grajd împreună cu îngrășămintele minerale la solurile nisipoase cultivate cu grâu, porumb și soia conținutul de carbon organic s-a dublat după 10-30 de ani de aplicare [Fan (13), Kundu, (14)] (tabelul 12.130).

Tabelul 12.130

**Influența fertilizării organo-minerale asupra conținutului
de carbon organic la solurile nisipoase (13, 14)**

Sol/rotația	Fertilizare	C organic (g/kg)	C organic (t/ha)	C organic (t/ha)
Inceptisol, 20 cm	Nefertilizat	3	11	-0.20
Grâu -porumb	N ₃₀₀ P ₅₉	4	15	+0.01
[Fan , (13)]	N ₃₀₀ K ₂₅₀	4	13	-0.08
	P ₅₉ K ₂₅₀	4	14	-0.05
	N ₃₀₀ P ₅₉ K ₂₅₀	5	16	+0.05
	N ₁₅₀ P ₃₇ K ₁₉₆ +2 t/ha gunoi	6	20	+0.26
	P ₁₄ K ₁₄₂ +6t/ha gunoi	8	25	0.51
Inceptisol, 45 cm	Nefertilizat	6	36	+0.08
Soia-grâu	N ₂₀ P ₃₅	7	39	+0.18
[Kundu, (14)]	N ₂₀ K ₃₃	6	38	+0.15
	N ₂₀ P ₃₅ K ₃₃	8	43	+0.32
	N ₂₀ +10 t/ha gunoi	10	55	+0.72
	N ₂₀ P ₃₅ K ₃₃ + 10 t/ha gunoi	11	60	+0.91

Pe terenurile nisipoase din nord-vestul Poloniei, care în stratul de sol 0-25 cm, conțin 65,1% nisip, 29,2% lut și 5,7% argilă, 8 g/kg carbon organic și 779,8 mg/kg azot și au un grad de saturație în baze de 62,2% și un pH (KCl) de 5,2, în perioada 1972 - 2008 s-a aplicat rotația: cartof - orz de primăvară + trifoi roșu și ierburi - trifoi roșu și ierburi - rapiță de toamnă - grâu de toamnă + secară de toamnă – porumb siloz - orz de primăvară - grâu de toamnă.

Fertilizarea acestor soluri nisipoase, timp de 36 de ani, cu doza de 22,8 t/ha gunoi de grajd împreună cu P₃₈K₁₀₈ a determinat creșterea conținutului de carbon organic din sol, comparativ cu martorul nefertilizat, cu 44,6% (3,83 g/kg sol) (tabelul 12.131) [Mazur, (15)].

Tabelul 12.131

Influența fertilizării organice asupra conținutului de carbon organic din sol pe terenurile nisipoase din nord-vestul Poloniei (15)

Doza de îngrășăminte	C organic (g/kg sol)	C organic (%)	pH -ul (KCl)
Nefertilizat (Martor)	8,59	100	4,82
Nămol de taurine 40 t/ha	9,91	115,4	5,09
Nămol de taurine 40 t/ha + P ₃₈ K ₁₀₈	10,09	117,5	4,90
Nămol de taurine 76 t/ha	10,64	123,9	4,99
Nămol de taurine 76 t/ha + P ₃₈ K ₁₀₈	10,65	124,0	5,23
Gunoi de grajd 22,8 t/ha	12,12	141,1	5,31
Gunoi de grajd 22,8 t/ha P ₃₈ K ₁₀₈	12,42	144,6	5,65
N ₁₁₀ P ₃₈ K ₁₀₈	9,37	109,1	4,38
DL 5%	1,32		0,51

Pe terenurile nisipoase de la Tâmburești - Dolj, dozele de îngrășăminte aplicate au determinat sporuri de producție la cultura de porumb amplasată în rotația orz de toamnă + cultură dublă de *Vigna sinensis* pentru îngrășământ verde-porumb, între 166% (2402 kg/ha) și 228% (4652 kg/ha) (tabelul 12.132).

Pe terenurile nisipoase nivelate, producțiile de porumb au fost mai reduse, cu 38,3% (2589 kg/ha), datorită aducerii la suprafață a solului slab fertile [Iancu, (16)].

Dorneanu (17), arată că solurile nisipoase din România au conținutul în azot total cuprins între 0,2-0,8%, 0,03-0,15% fosfor, iar potasiul schimbabil între 2-17 mg/100 g sol.

Îngrășămintele contribuie în mod direct la îmbunătățirea conținutului de elemente minerale din sol și indirect prin cantitatea de biomasă și rădăcini rămasă în sol de la culturile din asolament. Îngrășămintele chimice cu azot

determină obținerea unor sporuri mari de producție însă ele trebuie aplicate împreună cu cele de fosfor și de potasiu.

Utilizarea numai a îngrășămintelor cu azot determină obținerea unor sporuri mai scăzute de producție și creșterea acidității solului.

Tabelul 12.132

**Influența nivelării și a fertilizării asupra producției de porumb
pe terenurile irigate de la Tâmburești – Dolj (16)**

Doza	Producția kg/ha	%	Diferența kg/ha	Semnificația
N ₀ P ₀ K ₀ (Mt)	3623	100	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	6025	166,0	2402	xx
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	6984	192,8	3361	xxx
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	7592	209,6	3969	xxx
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	8034	221,7	4411	xxx
N ₁₅₀ P ₈₀ K ₈₀	8275	228,4	4652	xxx
Media fără nivelare	6755	100	-	-
N ₀ P ₀ K ₀ (Mt)	2278	100	-	-
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	3481	152,8	1203	x
N ₆₀ P ₃₀ K ₃₀	4137	181,6	1859	xx
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	4843	212,6	2565	xxx
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	5033	220,9	2755	xxx
N ₁₅₀ P ₈₀ K ₈₀	5225	229,4	2947	xxx
Media - Sol nivelat	4166	61,7	-2589	
DL 5%			1463 kg/ha	
DL 1%			1927 kg/ha	
DL 0.1%			2578 kg/ha	

Cercetările efectuate în perioada 2011-2012 la Centrul de Cercetare pentru Cultura Plantelor pe Nisipuri Dăbuleni pe un sol cu un pH (H₂O) moderat acid până la neutru, cu un conținut de carbon organic de 0,11% - 0,46% și cu un aport scăzut până la mediu în potasiu schimbabil (55-95 ppm) au urmărit influența diferitelor sisteme de fertilizare și aplicarea fracționată a azotului asupra producției în rotația fasoliță – secară – sorg. Aplicarea fracționată a azotului (1/3 la însămânțare + 2/3 în vegetație) a determinat obținerea unor sporuri de producție de 9,3% la fasoliță, 16,2% la secară și 26,6% la sorg, comparativ cu aplicarea întregii doze de azot la însămânțare. Comparativ cu varianta nefertilizată, fertilizarea cu NPK și cu aplicarea fracționată a azotului a dus la creșterea procentului de proteine din cereale cu 0,5% la fasoliță, 2,2% la secară și 4,2% la sorg (tabelul 12.133) [Drăghici, Reta, (18)].

Pentru fertilizarea culturilor pe nisipuri s-au urmărit producerea de îngrășăminte cu solubilizare lentă, pentru a reduce levigarea lor în profunzime. Îngrășămintele organo-minerale (K-22-11-11; K-16-16-16) se încorporează în sol odată cu lucrările de pregătire până la nivelul de 90-100% din dozele de fosfor și potasiu, iar diferența de azot neîncorporată până la doza necesară se aplică sub formă de îngrășăminte lichide cu azot, introduse fracționat, în 2-3 reprize, în apa de irigație.

Tabelul 12.133

**Influența fertilizării asupra producției în rotația
fasoliță-secară-sorg pe soluri nisipoase (18)**

Doza	Aplicare azot	Fasoliță		Secară		Sorg	
		kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
N ₀ P ₀ K ₀		1491	100	1385	100	2687	100
N ₀ P ₈₀ K ₀		1690	116	1460	105	2811	105
N ₀ P ₀ K ₈₀		1833 ^x	125	1422	103	2518	94
N ₀ P ₈₀ K ₈₀		1894 ^x	130	1566	113	3148	118
N ₅₀ P ₈₀ K ₈₀ *	100% la semănat	2173 ^{xxx}	149	2191 ^{xxx}	158	4191 ^x	156
	1/3 semănat +2/3 veget.	2393 ^{xxx}	164	2499 ^{xxx}	180	4434 ^{xx}	165
	100% veget.	2143 ^{xxx}	147	2621 ^{xxx}	189	4470 ^{xx}	166
N ₁₀₀ P ₈₀ K ₈₀	100% la semănat	2517 ^{xxx}	172	2775 ^{xxx}	200	4542 ^{xx}	169
	1/3 semănat +2/3 veget.	2752 ^{xxx}	188	3287 ^{xxx}	237	5235 ^{xxx}	191
	100% veget.	2390 ^{xxx}	164	3230 ^{xxx}	233	5300 ^{xxx}	197
N ₁₅₀ P ₈₀ K ₈₀	100% la semănat	2171 ^{xxx}	149	2872 ^{xxx}	207	6250 ^{xxx}	232
	1/3 semănat +2/3 veget.	2072 ^{xx}	142	3336 ^{xxx}	240	7911 ^{xxx}	294
	100% veget.	1932 ^{xx}	132	3248 ^{xxx}	234	7509 ^{xxx}	279
DL 5%		216		288		419 kg/ha	
DL1%		291		386		561 kg/ha	
DL0,1%		384		507		741 kg/ha	

*= fasoliță N 30, 60, 90; P 60;K60

Îngrășămintele organice influențează cel mai mult proprietățile fizice, chimice și biologice ale solurilor nisipoase. Pe solurile nisipoase, sărace în materie organică, folosirea materialelor organice ameliorează fertilitatea și capacitatea de reținere a apei.

Gunoii de grajd. La aplicarea gunoii de grajd, toate plantele cultivate pe nisipuri înregistrează sporuri mari de producție. Eficacitatea acestuia crește când este încorporat mai adânc și la diferite adâncimi în sol. Prin încorporare superficială, la 0-25 cm, în urma spulberării nisipului, gunoiul rămâne la suprafață și se descompune aerob iar plantele își dezvoltă sistemul radicular în stratul superficial. Prin încorporare adâncă, gunoiul are rol

deosebit în reținerea elementelor nutritive supuse levigării, iar plantele își dezvoltă sistemul radicular mai profund.

Dorneanu (17) citează o metodă de încorporare adâncă a gunoiului, propunând ca la prima aplicare să se încorporeze în sol, printr-o arătură de desfundare la 60-70 cm, o cantitate de 30-50 t/ha gunoi de grajd iar după 4-5 ani aceeași doză de gunoi să se încorporeze la 40-50 cm. Următorul tratament, după alți 4-5 ani, cu o doză asemănătoare, se va încorpora la 25-30 cm. Pop și colab. (12) arată că pentru creșterea suprafețelor fertilizate organic și pentru a asigura o nutriție mai bună a culturilor, este necesară folosirea unor doze moderate de gunoi (20-30 t/ha) împreună cu îngrășăminte chimice.

Cercetările efectuate timp de 6 ani pe psamosolurile de la Dăbuleni, au urmărit creșterea cantității de materie organică din sol prin aplicarea anuală de 20-80 t/ha gunoi de grajd, 30-120 t/ha tescovină compostată și de 1- 4 t/ha resturi vegetale (tabelul 12.134) [Gheorghe, (10)].

Tabelul 12.134

**Influența fertilizării minerale și organice
asupra însușirilor chimice ale solului (0-20 cm) (10)**

Doza	C org. %	Nt %	P-AL ppm	K-AL ppm	T me/100 g sol	pH (H ₂ O)
N ₂₀₀ P ₈₀ K ₈₀	0,240	0,037	46	83	4,8	6,2
Gunoi de grajd 80 t/ha	0,282	0,041	60	111	7,1	6,6*
Tescovină compost 60t/ha	0,323*	0,050	56	127	7,0	6,7*
Resturi vegetale 4 t/ha	0,265	0,042	48	103	5,6	6,5
DL 5%	0,079	0,018	25	55	3,4	0,4

Cercetări efectuate pe un luvisol albic, începând din 1980, arată că aplicarea unor doze mari de gunoi de grajd la rotația B a determinat creșterea conținutului de carbon organic din sol [Martyniuk, (19)]. Cu toate acestea, în absența amendamentelor cu calciu solul din rotația B a devenit mai acid față de cel din rotația A (tabelul 12.135).

Fertilizarea organică a avut efect favorabil asupra conținutului de carbon organic din sol și a îmbunătățit starea de asigurare cu azot, fosfor și potasiu mobil care a înregistrat valori mai mari în cazul gunoiului de grajd și în varianta cu tescovină compostată. Îmbunătățirea stării de aprovizionare a solului cu materie organică a condus și la ameliorarea capacității totale de schimb cationic și la îmbunătățirea capacității de tamponare a solului, valorile pH-ului fiind mai mari la toate variantele fertilizate organic.

Compostul de gunoi de grajd cu argilă, în doză de 15 t/ha încorporat la 55 cm, a sporit producția de porumb și secară cu 36- 91% [Pop, (12)].

Tabelul 12.135

Influența fertilizării asupra conținutului de carbon organic la Luvisolul albic de la Grabow, Polonia după 33 de ani de experimentare (19)

Doza	Rotația A*			Rotația B		
	C org., g/kg sol	C org. %	pH (H ₂ O)	C organic g/kg sol	C org. %	pH (H ₂ O)
N ₀	6,1	100	5,30	6,67	100	4,70
N ₁₀₀ P ₅₄ K ₁₁₆	6,2	101,6	4,90	7,10	106,4	4,60
N ₁₅₀ P ₅₄ K ₁₁₆	6,3	103,3	4,67	6,90	103,4	4,30
N ₀ P ₅₄ K ₁₁₆ + gunoi 40 t/ha	7,07	115,9	5,37	8,03	120,4	5,00
N ₁₀₀ P ₅₄ K ₁₁₆ +gunoi 40 t/ha	7,0	114,8	5,37	8,13	121,9	4,63
N ₁₅₀ P ₅₄ K ₁₁₆ + gunoi 40 t/ha	7,43	121,8	5,23	8,50	127,4	4,53
Media	6,68	100	5,14	7,56	113,2	4,63
DL 5% - C org.	Rotație - 0,52			Gunoi - 0,65	NPK – 0,23 g/kg	
DL 5% - pH (H ₂ O)	Rotație - 0,31			Gunoi - 0,20	NPK 0,09 unit.pH	

*= Rotația A: porumb - grâu de toamnă - orz de primăvară - porumb siloz;

**= Rotația B: porumb - grâu de toamnă - + muștar pentru îngr. verde - orz de primăvară - trifoi

La rotația B (porumb - grâu de toamnă + muștar pentru îngrășământ verde - orz de primăvară – trifoi) prin aportul de îngrășământ verde de la cultura de muștar (cu o medie de 1,796 t/ha su) și prin înlocuirea culturii de porumb siloz cu trifoi producția de grâu a crescut cu 12,6% și carbonul organic din sol cu 13,2% (tabelul 12.136) [Martyniuk, (19)].

Tabelul 12.136

Influența fertilizării asupra producției de grâu la Luvisolul albic de la Grabow, Polonia după 33 de ani de experimentare (19)

Doza	Producția de grâu - Rotația A*		Producția de grâu - Rotația B**		Biomasă muștar t/ha SU
	t/ha	%	t/ha	%	
N ₀	2,55	100	3,69	100	1,187
N ₁₀₀ P ₅₄ K ₁₁₆	5,98	234,5	6,69	181,3	1,923
N ₁₅₀ P ₅₄ K ₁₁₆	6,31	247,5	6,81	184,6	1,881
N ₀ P ₅₄ K ₁₁₆ + gunoi 40 t/ha	4,40	172,5	4,87	132,0	1,401
N ₁₀₀ P ₅₄ K ₁₁₆ +gunoi 40 t/ha	6,69	262,4	7,29	197,6	2,136
N ₁₅₀ P ₅₄ K ₁₁₆ + gunoi 40 t/ha	7,36	288,6	8,14	220,6	2,246
Media	5,55	100%	6,25	112,6	1,796
DL 5%	Rotație -0,34	Gunoi-0,30	NPK – 0,29 t/ha		

*= Rotația A: porumb - grâu de toamnă - orz de primăvară - porumb siloz

**=Rotația B: porumb - grâu de toamnă + muștar pentru îngrășământ verde - orz de primăvară – trifoi

Turba, aplicată în doză de 10-15 t/ha și *îngrășămintele verzi* (secara, lupinul, fasolița, mazărea etc.) aplicate împreună cu îngrășămintele chimice au dat rezultate foarte bune pe nisipuri. Prin folosirea lupinului ca îngrășământ verde împreună cu N₆₄P₃₂, producția de secară a crescut cu 31% [Pop L. (12)].

Fertilizare mixtă+irigare. Pe terenurile nisipoase de la Dăbuleni caracterizate prin valori ridicate ale fracției grosiere (73-74%) și reduse la nisipul fin (4,2-4,7%) și argilă (4,6-4,9%) s-a urmărit comportarea a 16 hibridi de porumb amplasați într-un asolament de 3 ani (porumb - grâu - soia) în condiții de irigare [Drăghici (20)]. Sistemul de fertilizare, comun pentru toți hibridii a constat în aplicarea a 150 kg N/ha + 80 kg P₂O₅/ha + 80 kg K₂O/ha. În anii 2005 și 2006 s-au aplicat un număr de 4 udări, cu o normă de udare de 350 m³/ha, respectiv o normă de irigare de 1400 m³/ha, iar în anul 2007 s-au aplicat un număr de 7 udări cu o normă de irigare de 2450 m³/ha. În condițiile anilor 2005-2006, cele mai mari producții s-au obținut la hibridii: F-475 M (8542 kg/ha), Danubiu (8344-8562 kg/ha), Olt (8215-8625 kg/ha), Rapsodia (8225-8658 kg/ha) iar cele mai mici la hibridii Neptun (5785 kg/ha), Milcov (5827 kg/ha și Olimp (5866 kg/ha) (tabelul 12.137).

Tabelul 12.137

Producțiile obținute la diferiți hibridii de porumb pe terenurile nisipoase din sudul Olteniei (media 2005-2007) (20)

Nr.crt.	Hibridul	Producția		Diferența kg/ha
		kg/ha	%	
1	Olimp	5288	84	-1039 ⁰⁰⁰
2	Neptun	5569	88	-758 ⁰⁰
3	Milcov	5719	90	-608 ⁰
4	F-475M	7101	112	774 ^{xx}
5	Brateș	5834	92	-493 ⁰
6	Fulger	5831	92	-496 ⁰
7	Faur	5838	92	-489 ⁰
8	Octavian	6397	101	70
9	F-376	6616	105	289
10	Olt	7378	117	1051 ^{xxx}
11	Generos	6323	100	-4
12	Campion	6519	103	192
13	Rapsodia	7376	117	1049 ^{xxx}
14	Danubiu	7345	116	1018 ^{xxx}
15	Șoim	5922	94	-405
16	Rapid	6181	98	-146
	Media	6327	100	Mt
	DL 5%			487 kg/ha
	DL1%			687 kg/ha
	DL 0,1%			912 kg/ha

Condițiile vitrege ale anului 2007 cu temperaturi excesive și secetă prelungită, au determinat reducerea nivelului producției tuturilor hibrizilor la sub 6000 kg/ha. În ceea ce privește nivelul recoltelor obținute în cei 3 ani de experimentare, s-au remarcat prin producții mari, hibrizii: F-475 M (7101 kg/ha), Danubiu (7345 kg/ha), Rapsodia (7376 kg/ha) și Olt (7378 kg/ha). Cele mai mici producții s-au înregistrat la hibrizii Olimp (5288 kg/ha), Neptun (5569 kg/ha) și Milcov (5719 kg/ha).

La cultura cartofului, pe terenurile nisipoase de la Dăbuleni cel mai mare număr de tuberculi/plantă (11,7), mai mari de 35 mm, a fost înregistrat la o desime de 33000 plante/ha pentru soiul Redsec, urmat de soiul Tresor cu 11,4 tuberculi/plantă la aceeași desime. Cele mai bune producții de tuberculi comerciali, fracție >35 mm, au fost obținute la soiurile Redsec (42 t/ha), Cosmos (41,48 t/ha) și Tresor (37,28 t/ha) [Dima, Milica, (21)]. Producția totală de tuberculi obținută la soiul Redsec a fost de 69,2 t/ha la densitatea de 44000 plante/ha și 68,13 t/ha la 63000 pl/ha. (tabelul 12.138). Numărul de tuberculi la fracția > 35 mm a scăzut odată cu creșterea densității. Cele mai bune rezultate de producție și cele mai bune calități nutriționale ale tuberculilor au fost obținute de la un număr de 44000 plante/ha și 33000 plante/ha.

Tabelul 12.138

Producția de tuberculi obținută la diferite soiuri de cartof cultivate pe solurile nisipoase (21)

Soiul	Desimea	Producția > 35 mm	Producția < 35 mm	Prod. totală, t/ha
Ruxandra	33000 pl/ha	31,95	17,96	49,91
	44000 pl/ha	30,37	18,16	48,53
	63000 pl/ha	38,75	13,93	52,68
Dacia	33000 pl/ha	21,60	20,23	41,84
	44000 pl/ha	27,46	21,73	49,18
	63000 pl/ha	26,81	22,16	48,97
Tampa	33000 pl/ha	18,09	9,39	27,5
	44000 pl/ha	29,05	20,11	49,17
	63000 pl/ha	30,91	12,47	43,40
Redsec	33000 pl/ha	35,55	7,52	43,08
	44000 pl/ha	47,94	21,25	69,20
	63000 pl/ha	42,50	25,64	68,13
Tresor	33000 pl/ha	36,19	10,99	47,17
	44000 pl/ha	29,02	11,65	40,67
	63000 pl/ha	46,62	8,92	55,54
Cosmos	33000 pl/ha	29,45	4,22	33,68
	44000 pl/ha	42,68	7,30	50,00
	63000 pl/ha	52,31	7,26	59,60
DL 5%		10,54	11,77	15,12 t/ha

În condițiile solurilor nisipoase din sudul Olteniei, soiurile de triticale s-au comportat diferit în funcție de condițiile climatice din perioada experimentală. Umiditatea boabele este un indicator important în evaluarea calității pentru că păstrarea nu se efectuează în condiții optime decât la o umiditate sub 14%. Dintre soiurile studiate pe terenurile nisipoase cele mai mari producții s-au realizat la soiurile Rotric (4330 kg/ha), Cascador (4046 kg/ha) și Pisc (4040 kg/ha) (tabelul 12.139) [Croitoru, Mihaela, (22)].

Tabelul 12.139

Influența soiului asupra calității nutriționale a boabelor la triticale (22)

Soiul	Umiditatea %	Proteină %	Proteină kg/ha	Gluten %	Producția kg/ha
Titan	13,0	16,0	595	39,3	3722
Stil	12,7	15,2	585	37,4	3813
Haiduc	12,5	14,6	591	35,4	4024
Cascador	12,6	14,7	599	35,8	4046
Mezin	13,5	14,1	561	33,9	3949
Negoiu	12,6	14,5	575	35,0	3938
Oda	13,3	14,9	597	36,7	3998
Paltin	12,6	14,3	546	34,6	3816
Pisc	12,2	15,2	616	35,8	4040
Rotric	12,2	15,7	676	38,8	4330

Folosirea amendamentelor. Solurile nisipoase pot avea reacție acidă, bazică sau neutră. Acidifierea nisipurilor se accentuează când se folosesc doze mari de azotat de amoniu, în special în regim irigat. La același grad de aciditate, plantele cultivate suferă mai mult pe nisipuri decât pe alte soluri, datorită conținutului ridicat de particule grosiere și a cantității reduse de humus.

Amendamentele calcaroase pe solurile nisipoase cu valoarea pH-ului peste 6,2 provoacă o mineralizare intensă a humusului și are loc blocarea unor microelemente. Din această cauză se recomandă ca administrarea amendamentelor să se facă în funcție de pH, la intervale de 4-5 ani, în doze de 2-3 t/ha.

Alte măsuri agrotehnice. Semănatul se va face perpendicular pe direcția vântului dominant și se va efectua mai devreme decât pe celelalte terenuri. Nisipurile se răcesc foarte repede și pentru a se acumula temperatura la nivelul cerințelor de căldură biologic activă, care sunt de 500 °C până la intrarea în iarnă, grâul de toamnă trebuie semănat până la 30 septembrie.



Pentru culturile de porumb, soia etc. la stabilirea epocii optime de semănat, pe lângă realizarea temperaturii minime de germinare se are în vedere și necesitatea de a evita perioadele cu oscilații mari de temperatură și cu furtuni de nisip.

Adâncimea de semănat va fi mai mare pe terenurile unde nisipul este luat de vânt și mai mică în zonele unde are loc o depunere a nisipului transportat de vânt.

Erbicidarea. Pe terenurile nisipoase, datorită conținutului redus de humus și de argilă, dozele de erbicide, care se administrează la sol, vor fi mai mici.



BIBLIOGRAFIE

1. Yost, Jenifer, Hartemink, A.E., 2019 - *Soil organic carbon in sandy soils: A review*. Advances in Agronomy, October 2019, p. 1-94.
2. Lal, R., Negassa, W., Lorenz, K., 2015 - *Carbon sequestration in soil*. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 15: p. 79–86.
3. Funakawa, S., Yanai, J., Hayashi, Y., Hayashi, T., Noichana, C., Panitkasate, T., Katawatin, R., Nawata, E., 2005 - *Analysis of spatial distribution patterns of soil properties and their determining factors on a sloped sandy cropland in Northeast Thailand*. Symposium on the Management of Tropical Sandy Soils through the Land Management Officer, FAO Regional Office for Asia and the Pacific, p. 30 – 41.
4. Baniță, P. și colab., 1981 - *Cultura plantelor pe nisipuri*. Editura Scrisul Românesc, Craiova.
5. *** ICPA, 1994 - *Monitoringul stării de calitate a solurilor din România*, vol. I și vol. II, București.
6. Obrejanu, Gh., Trandafirescu, T., 1972 - *Valorificarea nisipurilor și solurilor nisipoase*. Editura Ceres, București.
7. Florea, N., Bălăceanu, V., Răuță, C., Canarache, A., 1987 - *Metodologia elaborării studiilor pedologice* (3 vol). *Methodology for making pedological studies*. ICPA, Redacția de propagandă tehnică agricolă, Bucuresti, p. 101-226.
8. Canarache, A., 1990 - *Fizica solurilor agricole*, Editura Ceres, București.
9. OSPA Bihor, 1998 - *Studiul Pedologic la psamosolurile din Câmpia Valea lui Mihai – Carei*.
10. Gheorghe, D., 2007 - *Evaluarea resurselor agroproductive ale psamosolurilor si importanta rotatiei si asolamentului pentru culturile agricole*. *Lucrări Științifice C.C.D.C.P.N. Dăbuleni VOL.XVI*, Editura Sitech Craiova, p. 85-106.
11. Ion, P., Gheorghe, D., Canarache, A., Chivulete, S., 1989 - *Cercetări privind influența unor lucrări agropedoameliorative și a lucrărilor solului asupra producției și asupra unor însușiri fizice ale unui psamosol argilic excesiv tasat*. *Lucrări Științifice SCCC PN Dăbuleni*, vol. VII.
12. Pop, L., Matei, I, Chicea, I., 1977 - *Agrofitotehnia pe terenurile nisipoase*. Editura Ceres, București.

13. Fan, J., Ding, W., Xiang, J., Qin, S., Zhang, J., Ziadi, N., 2014 - *Carbon sequestration in an intensively cultivated sandy loam soil in the North China plain as affected by compost and inorganic fertilizer application*. Geoderma 230-231, p.22-28.
14. Kundu, S., Bhattacharyya, R., Prakash, V., Ghosh, B.N., Gupta, H.S., 2007 - *Carbon sequestration and relationship between carbon addition and storage under rainfed soybean-wheat rotation in a sandy loam soil of the Indian Himalayas*. Soil & Tillage Research, 92, p. 87-95.
15. Mazur, Z., Sienkiewicz, S., Mazur, T., 2015 - *The influence of multi-year organic and mineral fertilisation on the physicochemical properties of lessive soil*, Polish journal of soil science, vol. XLVIII/1 2015, PL ISSN 0079-2985, p. 79-89.
16. Iancu, S., Prioteasa, Marilena-Alina, Popescu, C., Iancu, D., 2009 - *Research on the maize crop on the levelled and not levelled sandy soils from left rivier Jiu (2004-2006)*. Scientific Papers, USAMV Bucharest, Series A, Vol. LII, ISSN 1222-5339.
17. Dorneanu, A., Popa, O., Ciuciuc, M., Dobre, M., 1980 - *Eficiența asocierii îngrășămintelor la fertilizarea culturilor pe nisipuri*. Buletinul informativ ASAS, nr. 10.
18. Drăghici, Reta, Drăghici, I., Diaconu, Aurelia, Croitoru, Mihaela, Matei, Gh., 2012 - *Managementul aplicării îngrășămintelor cu NPK în rotația: fasoliță-secară-sorg în condițiile solurilor nisipoase*. Annals of the Research - Development Center for Field Crops on Sandy Soils, Dabuleni, Volume 19th, p. 83-90.
19. Martyniuk, S, Pikuła, D., Kozieł, M., 2019 - *Soil properties and productivity in two long-term crop rotations differing with respect to organic matter management on an Albic Luvisol*. www.nature.com/scientificreports, Scientific Reports 9:1878 DOI:10.1038/s41598-018-37087-4.
20. Drăghici, I., 2007 - *Comportarea unor hibrizi de porumb boabe în condițiile solurilor nisipoase din sudul Olteniei*. Lucrări Științifice C.C.D.C.P.N. Dăbuleni, VOL.XVII, Editura Sitech – Craiova, p. 118-128.
21. Dima, Milica, Diaconu, Aurelia, Croitoru, Mihaela, Ploae, Marieta, 2012 - *Influența densității de plantare asupra producției și calității la unele soiuri de cartof cultivate pe solurile nisipoase*. Annals of the Research - Development Center for Field Crops on Sandy Soils, Dabuleni, Volume 19th, p. 60-68.
22. Croitoru, Mihaela, Drăghici, I., Drăghici, Reta, Dima, Milica, 2016 - *Cercetări privind evaluarea însușirilor de calitate la unele soiuri de triticale în condițiile solurilor nisipoase din sudul Olteniei*. Annals of the Research - Development Center for Field Crops on Sandy Soils, Dabuleni, Volume 20th, p. 33-40.
23. *** ICPA, 1998 - *Monitoringul stării de calitate a solurilor din România*, vol. I și vol. II, București.

12.7 AGROTEHNICA SOLURILOR SALINE ȘI ALCALINE

Comunicarea Comisiei UE "Strategie Tematică pentru Protecția Solului" COM (2002) 179, arată că principalele opt amenințări cu care se confruntă solul din Uniunea Europeană sunt eroziunea, declinul materiei organice, salinizarea, contaminarea, compactarea, scăderea biodiversității solului, alunecările de teren și inundațiile. Degradarea solului are un impact direct asupra calității apei și aerului, a biodiversității și schimbărilor climatice. Orice încercare de a crește producția de alimente în anii următori trebuie să acorde o atenție adecvată pentru îmbunătățirea solurilor afectate de sărăturare, acidifiere, compactare, eroziune, sau de alte forme de degradare.

„Ca mijloace potente de creștere a recoltelor și a fertilității solurilor, amendamentele de sol și îngrășămintele sunt și vor continua să fie verigi de neînlocuit în tehnologiile din producția agricolă vegetală” [Hera Cr., (1)].

Buringh (2) a calculat din diferite date disponibile că lumea, în ansamblu, pierde cel puțin zece hectare de teren arabil în fiecare minut, cinci din cauza eroziunii solului, trei datorită salinizării, unul prin celelalte procese de degradare a solului (compactare, contaminare, alunecări etc.) și unul prin scoaterea terenurilor din circuitul agricol.

Există zone extinse de soluri afectate de sărăturare pe toate continentele, dar întinderea și distribuția lor nu a fost studiată în detaliu. În unele țări existența acestor soluri a fost descoperită abia la apariția cererii de utilizare agricolă a acestor terenuri.

Massoud (3) a făcut o primă încercare de a aduna informații cu privire la amploarea solurilor afectate de sărăturare la nivel mondial iar Szabolcs (4) a prezentat distribuția solurilor afectate de sărăturare în majoritatea continentelor.

La nivel global cele mai mari suprafețe afectate de sărăturare se întâlnesc în Australia (357 568 000 ha), Asia (316 541 000 ha) și America de Sud (129 163 000 ha) (tabelul 12.140) [Massoud, (3)].

Degradarea solurilor prin sărăturare este o amenințare serioasă pentru bunăstarea omenirii, deoarece aproape 50% din terenurile irigate din regiunile aride și semi-aride au un anumit grad de salinizare. Problemele solurilor afectate de sărăturare sunt vechi, dar amploarea și intensitatea acestora s-au amplificat rapid datorită creșterii suprafețelor irigate în ultimele decenii, mai ales datorită dezvoltării sistemelor de irigație fără sisteme adecvate pentru drenare și a practicilor greșite de gestionare a apei.

Tabelul 12.140

Suprafața cu soluri sărăturate la nivel global (mii ha) (3)

Continentul	Soluri salin soloncauri	Soluri sodice solonețuri	Total
Africa	53492	26946	80438
America de Nord	6191	9564	15755
America Centrala	1965	0	1965
America de Sud	69410	59753	129163
Asia	194678	121863	316541
Australia	17597	339971	357568
Europa	8679	22917	31596
Total General	352012	581014	933026

Încă de la Conferința Națiunilor Unite privind Deșertificarea, organizată la Nairobi în 1977, s-a adoptat recomandarea de a adopta „măsuri urgente pentru combaterea deșertificării pe teritoriile irigate, pentru prevenirea și controlul salinizării și sodificării, prin modificarea tehnicii agricole în vederea creșterii productivității în mod regulat și susținut, prin dezvoltarea de noi scheme de irigare și de drenaj”.

Solurile afectate de sărăturare se găsesc pe toate continentele și în aproape toate condițiile climatice însă distribuția lor este mai extinsă în regiunile aride și semi-aride. Natura și proprietățile acestor soluri sunt de asemenea, diverse, astfel încât necesită abordări specifice pentru gestionarea și pentru recuperarea lor.

În Europa cele mai mari suprafețe afectate de sărăturare se găsesc în Rusia (29 544 000 ha), Spania (840 000 ha) și Ungaria (386 100 mii ha), urmate de Serbia, Franța și România, cu suprafețe aproximativ egale (tabelul 12.141). La aceste suprafețe se adaugă încă 19 151 500 hectare, areale cu potențial de sărăturare [Szabolcs, (4)]. Suprafețele ocupate cu soluri care au o alcalinitate ridicată reprezintă aproximativ 18% din suprafața agricolă [Oldeman, (5)] (tabelul 12.142).

În zonele semiaride și aride din Asia Centrală și de Vest, solurile afectate de sărăturare sunt răspândite pe mari suprafețe. Cele mai întinse zone cu soluri afectate de sărăturare se întâlnesc în Rusia (170 720 000 ha), China (36 658 000 ha), Iran (27 085 000 ha) și India (23 796 000 ha) (tabelul 12.143).

Tabelul 12.141

Suprafețe cu soluri sărăturate în Europa (mii ha) (4)

Țara	Soluri saline, soloncaecuri	Soluri sodice, solonețuri	Total	Suprafața potențială cu soluri ce pot fi încă afectate de sărăturare
Cehia + Slovacia	6,2	14,5	20,7	85
Franța	175	75	250	0
Ungaria	1,6	384,5	386,1	885,5
Italia	50	0	50	400
România	40	210	250	0
Spania	840		840	0
Rusia	7546	21998	29544	17781
Ex-Iugoslavia	20	235	255	0
Total	8678,8	22917	31595,8	19151,5

Tabelul 12.142

Suprafața terenurilor agricole afectate de degradare în Europa (5)

Denumirea factorului	Suprafața afectată (mil. ha)	Procent din suprafața totală
Eroziune hidrică	115,0	12,0
Eroziune eoliană	42,0	4,0
Acidifiere	85,0	9,0
Pesticide	180,0	19,0
Alcalinitate ridicată	170,0	18,0
Compactarea solului	33,0	4,0
Pierderi de substanță organică	3,2	0,3
Difuzia apei în sol	0,8	0,1
Salinizarea solului	3,8	0,4

În America de Nord, Australia și alte țări, suprafețele mari cu terenuri sărăturate (tabelele 12.155, 12.156) sunt rezultatul schimbării modului de utilizare a terenului (categoriei de folosință), de la o vegetație forestieră naturală la culturi de cereale. De asemenea, apa percolantă care trece prin sedimentele saline este interceptată de straturi orizontale impermeabile și condusă lateral la zonele de depresionare, unde provoacă salinizarea solului.

Tabelul 12.143

Suprafața cu soluri sărăturate în Asia (mii ha) (3)

Țara	Soluri salin solonchecuri	Soluri sodice solonșuri	Total
Afganistan	3103	0	3103
Bangladesh	2479	538	3017
Burma	634	0	634
India	23222	574	23796
Iran	26399	686	27085
Irak	6726	0	6726
Israel	28	0	28
Iordania	180	0	180
Kuweit	209	0	209
Muscat și Oman	290	0	290
Pakistan	10456	0	10456
Qatar	225	0	225
Sarawak	1538	0	1538
Arabia Saudită	6002	0	6002
Sri Lanka	200	0	200
Siria	532	0	532
Emiratele Arabe Unite	1089	0	1089
China	36221	437	36658
Mongolia	4070	0	4070
Rusia	51092	119628	170720
Kampuchea democratică	1291	0	1291
Indonezia	13213	0	13213
Malaezia	3040	0	3040
Vietnam	983	0	983
Tailanda	1456	0	1456
Total Asia	194678	121863	316541

Pe continentele Americii de Nord și de Sud, cele mai mari suprafețe cu soluri sărăturate se găsesc în țările Americii de Sud (129 163 000 ha) (tabelul 12.144), iar în Australia predomină solonețurile (tabelul 12.145) [Massoud, (3)].

Tabelul 12.144

Suprafețe cu soluri sărăturate din (mii ha) (3)

Continentul	Țara	Solonceacuri	Solonețuri	Total
America de Nord	SUA	5927	2590	8517
	Canada	264	6974	7238
Total		6191	9564	15755
America centrală	Cuba	316	0	316
	Mexic	1649	0	1649
Total		1965	0	1965
America de Sud	Argentina	32473	53139	85612
	Bolivia	5233	716	5949
	Brazilia	4141	362	4503
	Chile	5000	3642	8642
	Columbia	907	0	907
	Ecuador	387	0	387
	Paraguay	20008	1894	21902
	Peru	21	0	21
	Venezuela	1240	0	1240
Total		69410	59753	129163
Total general		77566	69317	146883

Tabelul 12.145

Suprafețe cu soluri sărăturate în zona Australia (mii ha) (3)

Țara	Solonceacuri	Solonețuri	Total
Australia	17269	339971	357240
Fiji	90	0	90
Insulele Solomon	238	0	238
Total	17597	339971	357568

În Africa suprafața totală cu soluri afectate de sărăturare este de aproximativ 80 438 000 ha, cu areale mai mari în Etiopia (11 033 000 ha), Ciad (8 267 000 ha) și Egipt (7 360 000 ha) (tabelul 12.146).

Tabelul 12.146

Suprafețe cu soluri sărăturate în Africa (mii ha) (3)

Țara	Soluri saline solonceacuri	Soluri sodice solonețuri	Total
Afar	1741	0	1741
Algeria	3021	129	3150
Angola	440	86	526
Botswana	5009	670	5679
Ciad	2417	5850	8267
Egipt	7360	0	7360
Etiopia	10608	425	11033
Gambia	150	0	150
Ghana	200	118	318
Guinea	525	0	525
Guinea-Bissau	194	0	194
Kenya	4410	448	4858
Liberia	362	44	406
Arabia libiană	2457	0	2457
Madagascar	37	1287	1324
Mali	2770	0	2770
Mauritania	640	0	640
Maroc	1148	0	1148
Namibia	562	1751	2313
Niger	0	1389	1389
Nigeria	665	5837	6502
Rhodesia	0	26	26
Senegal	765	0	765
Sierra Leone	307	0	307
Somalia	1569	4033	5602
Sudan	2138	2736	4874
Tunisia	990	0	990
Camerun	0	671	671
Tanzania	2954	583	3537
Zair	53	0	53
Zambia	0	863	863
Total Africa	53492	26946	80438

Din datele prezentate în lucrarea ”Raionarea pedoclimatică și bonitarea terenurilor agricole din România”, [Teaci și colab., (7)], rezultă că suprafața totală ocupată cu soluri sărăturate și cele afectate de sărăturare este de 588 468 ha, distribuită astfel:

- cernoziomuri salinizate și/sau alcalizate	298812 ha
- lăcoviști salinizate	64019 ha
- solonceacuri	31410 ha
- solonețuri	113940 ha
- solodii	3764 ha
- soluri aluviale salinizate	76523 ha.

După încă 12 ani de cercetări, [Nițu, (6)], arată că în România, solurile degradate prin sărăturare ocupă 609 000 ha reprezentând 2,8% din suprafața agricolă și 4% din cea arabilă. Dintre acestea, circa 209 000 ha sunt soluri halomorfe (solonceacuri și solonețuri), iar restul sunt soluri afectate de sărăturare în diferite grade (cernoziomuri, soluri aluviale, lăcoviști, vertisoluri etc.). La aceste suprafețe se mai adaugă circa 1 200 000 ha soluri cu potențial de sărăturare. Primele trei județe cu suprafețe mai mari cu soluri sărăturate din România sunt Tulcea (88 000 ha), Timiș (70 000 ha) și Brăila cu 68 000 ha.

Din totalul acestor suprafețe, solurile cu un conținut de săruri solubile mai mare de 900-1000 ppm ocupă 510 000 ha, din care 265 000 ha sunt soluri saline și alcalice (halomorfe) iar 245 000 ha soluri salinizate și alcalizate.

În județele din Moldova și în Podișul Transilvaniei suprafețe mari sunt ocupate de erodisoluri salinizate, cunoscute în literatura de specialitate sub denumirea de ”sărături de coastă”, care au apărut datorită proceselor de eroziune ce au determinat aducerea la suprafață a orizonturilor cu argile și marne salifere.

Funcție de condițiile pedogenetice, deosebim soluri sărăturate de origine primară și de origine secundară. Solurile saline și alcalice de origine primară iau naștere în condiții de substrat litologic bogat în săruri și ape freatiche puternic mineralizate. Cele de origine secundară sunt formate prin îmbogățirea unor soluri fertile în săruri ușor solubile, în urma unor activități antropice neraționale, ca irigarea necorespunzătoare, folosirea unor ape reziduale bogate în anumite săruri sau aplicarea unor amendamente și îngrășăminte contraindicate.

12.7.1 ÎNSUȘIRILE FIZICO-CHIMICE ALE SOLURILOR SALINE ȘI ALCALINE

Solurile sărăturate au un conținut ridicat de cationi de sodiu și potasiu iar creșterea concentrației de CaSO_4 , CaCO_3 , MgCO_3 în soluția solului determină precipitarea calciului și magneziului precum și creșterea procentului de sodiu solubil. Principalele procese care au loc în sol și determină degradarea acestor categorii de terenuri sunt următoarele:

Salinizarea, reprezintă procesul de acumulare a unor săruri ușor solubile, care are ca efect creșterea conținutului total de săruri în sol (Ctss) sau a salinității solului.

Alcalizarea sau *sodizarea*, constă în îmbogățirea solului în sodiu adsorbit în complexul coloidal și se exprimă prin saturația solului în sodiu (Na), adică procentul de sodiu schimbabil din capacitatea de schimb cationic (T), notat de regulă prin simbolul ESP, % de Na schimbabil din T, în m.e./100 g sol. Alcalizarea sau sodizarea solului determină creșterea valorilor pH și prezența carbonatului și bicarbonatului de sodiu.

Sărăturarea este procesul combinat de salinizare și de sodizare care se dezvoltă concomitent în soluri, cu intensități variate, intercondiționându-se puternic în funcție de concentrația și de compoziția sărurilor solubile existente.

Solonețizarea, echivalentă în trecut cu alcalizarea, este considerată în prezent un proces mai complex, în urma căruia se formează tipul de sol soloneț, în care pe lângă alcalizare (sodizare) participă și alte procese cum ar fi dispersia masei solului și migrarea argilei, cu diferențierea pe profil a unui orizont B_{tna} sau a unui orizont E (eluvial), formarea unei structuri columnare în orizontul B_{tna} etc.

Caracteristica distinctivă a solurilor saline din punct de vedere agricol este că acestea conțin săruri solubile care afectează negativ creșterea majorității plantelor de cultură.

În sensul definiției, solurile saline sunt cele care au o conductivitate electrică a extractului de sol mai mare de 4 dS/m la 25 °C [Richards (8)]. Această valoare este în general utilizată în întreaga lume, deși comitetul Societății de Știința Solului din America a redus granița dintre solurile saline și cele nesaline la 2 dS/m în extractul de sol saturat [Soil Science Society of America, (9)].

Pericolul de salinizare datorită acumulării de săruri în sol apare prin aplicarea apei de irigație, a apei din precipitații sau a ridicării prin capilaritate a apei cu săruri din pânza freatică.

În funcție de relația dintre concentrația de săruri și conductivitatea electrică a apei (mS/cm) s-au stabilit diferite clase privind pericolul de salinizare al solului [Richards, (8)] (tabelul 12.147).

Tabelul 12.147

**Clasificarea conductivității electrice a apei de irigat pentru
estimarea pericolului de salinizare a solului (8)**

Conductivitate electrică a apei (mS/cm)	Pericol de salinizare
0 – 0,25	Scăzut - utilizarea apei este în siguranță
0,25 – 0,75	Mijlociu - calitatea apei este la limită
0,75 – 2,25	Ridicat - apă nerecomandată pentru utilizare
> 2,25	Foarte ridicat - apă nerecomandată pentru utilizare

Majoritatea solurilor saline au un conținut mic de humus datorită activității biologice reduse din sol. Caracteristicile fizico-chimice pentru două profile tipice de soluri saline sunt prezentate în tabelele 12.148 și 12.149.

Ca urmare, din cauza condițiilor nefavorabile de humificare și a cantităților reduse de resturi organice, humusul rezultat este în cantitate mică (0,5-1,1%), acumulat într-un orizont A₀ îmbogățit cu săruri ușor solubile [Sehgal, (10)].

Tabelul 12.148

Soluri saline tipice din Irak cu textură luto-argiloasă (10)

Adâncime cm	Humus %	Argilă	Lut	Nisip	pH (H ₂ O)	ECe dS/m	Compoziția extractului saturat, me/l					SAR
							Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	
0 - 15	1.1	39	46	15	7.4	12	20	78	30	111	16	2.7
15 - 37	0.9	40	46	14	7.6	13	48	70	30	123	20	6.7
37 - 66	0.6	43	51	6	7.9	10	66	30	28	87	42	12.0
66 - 127	0.6	37	52	11	7.9	14	106	40	26	93	68	18.0
127-136	0.5	37	55	8	7.9	15	123	32	38	105	96	22.0

Tabelul 12.149

Soluri saline tipice din Irak cu textură argilo-lutoasă (10)

Ad. cm	Humus %	Argilă	Lut	Nisip	Ph (H ₂ O)	ECe dS/m	Compoziția extractului saturat, me/l					SAR
							Na ⁺	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Cl ⁻	SO ₄ ⁻	
0 - 17	1.1	49	49	2	7.0	49	320	164	178	618	26	24
17 - 57	0.7	53	46	1	7.2	49	378	160	178	648	36	29
57 - 85	0.6	48	52	1	7.4	45	366	90	166	540	68	41
85 - 108	0.5	51	48	1	7.5	39	355	70	126	468	62	35
108- 123	0.5	45	54	1	7.7	48	488	60	188	165	96	44

Sărurile solubile cele mai frecvente sunt clorurile și sulfatii de sodiu, calciu și magneziu. Nitrații sunt rareori prezenți în cantități apreciabile. Multe soluri saline conțin cantități apreciabile de gips (CaSO₄, 2H₂O) în profil.

Procentul de sodiu schimbabil (ESP) cuantifică abundența de sodiu în comparație cu cationii bivalenți din complexul de schimb cationic și arată pericolul de instabilitate structurală a solurilor. Dacă ESP depășește 15%, solul este denumit ca fiind sodic.

Deoarece nu toate sărurile sunt la fel de dăunătoare pentru plante și prin urmare măsurile ameliorative sunt specifice acestora, este important să se cunoască distribuția și compoziția acestora [Plyusnin, (12)](tabelul 12.150).

Tabelul 12.150

Săruri dăunătoare și nepericuloase pentru plante (12)

Săruri dăunătoare	Săruri nepericuloase
NaCl	CaSO ₄
MgCl ₂	MgCO ₃
CaCl ₂	CaCO ₃
Na ₂ SO ₄	NaHCO ₃
MgSO ₄	Mg(HCO ₃) ₂
Na ₂ CO ₃	Ca(HCO ₃) ₂

În funcție de grupele de anioni Baza de Referință Mondială pentru Resursele de Sol a stabilit șase categorii de soluri afectate de sărăturare (tabelul 12.151) [Spaargaren, (13)].

Tabelul 12.151

Grupele de soluri afectate de săruri în funcție de ansamblele de anioni (13)

Categoria de sol	Caracteristica salinizării
Soluri clorice acide	Cl >> SO ₄ > HCO ₃ , și Na >> Ca
Soluri sulfato-clorice neutre	pH aproape neutru
Soluri sulfatice neutre	pH aproape neutru, Na >> Ca și SO ₄ >> HCO ₃ > Cl
Soluri sulfatice acide	pH foarte scăzut (< 3,5)
Soluri sulfato-bicarbonate alcaline	pH > 8,5, HCO ₃ > SO ₄ >> Cl și Na > Ca
Soluri puternic alcaline	pH > 10, HCO ₃ >> SO ₄ >> Cl, Na >> Ca

O caracteristică importantă a solurilor saline din România o constituie conținutul relativ redus de gips, precum și conținut relativ ridicat de carbonați de calciu și magneziu, în special în orizonturile subarabile. Ca urmare a acestui fapt, aceste soluri au o rezistență relativ redusă la procesele de salinizare, în special la alcalizare și salinizare sodică.

Salinizarea secundară (antropică) are loc în principal, datorită următoarelor cauze:

- un sistem de drenaj necorespunzător în sistemele de irigație, în special în arealele cu apă freatică mineralizată și superficială;

- executarea lucrărilor de control a inundațiilor, în zonele caracterizate printr-un regim arid și apă freatică mineralizată și aproape de suprafață, fără a fi executate și lucrări adecvate de irigare și drenaj;

- irigarea cu apă necorespunzătoare, sărăturată, preluată din lacuri sau râuri;

- irigarea cu ape uzate orașenești sau industriale [Dumitru Elisabeta (16)]. Reacția acestor soluri este neutră în orizontul Ao și puternic alcalină în orizontul Bt_{na}, cu pH-ul de 9-10, unde saturația în Na schimbabil atinge valori de 20-80% din capacitatea totală de schimb cationic (31).

Pe baza datelor culese și raportate de Abrol și colab. (14) și de Ghassemi și colab. (15) aproape un miliard de ha sunt afectate de cloruri și sulfatați și aproximativ 58% din totalul suprafețelor salinizate se găsesc în sistemele de irigare. Valoarea pH-ului pastei solului saturat este întotdeauna mai mică de 8,2 și mai des aproape de neutru. Caracteristicile acestor soluri sunt prezentate în tabelul 12.152 [Abrol, (11)].

Reacția acestor soluri este neutră în orizontul Ao și puternic alcalină în orizontul Btna, cu pH-ul 9-10, unde saturația în Na schimbabil atinge valori de 20-80% din capacitatea totală de schimb cationic.

Tabelul 12.152

Caracteristicile fizice și chimice ale solurilor saline și sodice (11)

Soluri saline	Soluri sodice
Domină sărurile solubile neutre de cloruri și sulfăți de sodiu, calciu și magneziu.	Au cantități apreciabile de săruri capabile de hidroliză alcalină, de ex. Na_2CO_3 . Sărurile solubile neutre lipsesc.
pH-ul pastei de sol saturate < 8,2	pH-ul pastei de sol saturate > 8,2
Conductivitatea electrică a extractului de sol saturat > 4 dS / m la 25°C.	% de Na schimbabil (ESP) >15. Conductivitatea electrică a extractului de sol saturat < 4 dS/m la 25°C, dar poate fi și mai mare dacă sunt prezente cantități apreciabile de Na_2CO_3 .
Deși Na este cationul solubil dominant, soluția de sol conține și cantități apreciabile de cationi bivalenți de Ca și Mg.	Na este cationul solubil dominant. pH-ul ridicat al solurilor duce la precipitarea sărurilor solubile de Ca și Mg iar concentrația lor în soluția de sol este foarte mică.
Solurile pot conține cantități semnificative de compuși de calciu puțin solubili, de ex. gipsul.	Gipsul este aproape întotdeauna absent în astfel de soluri.
În prezența excesului de săruri solubile neutre, fracția de argilă este floclată, iar solurile au o structură stabilă.	Excesul de sodiu schimbabil și pH-ul ridicat determină dispersia argilei, iar solurile au o structură instabilă.
Permeabilitatea solurilor pentru apă și aer și alte caracteristici fizice sunt apropiate de a solurilor normale.	Permeabilitatea solurilor pentru apă și aer este restricționată. Proprietățile fizice ale solurilor se înrăutățesc odată cu creșterea conținutului de sodiu schimbabil și a pH-ului.
În solurile saline creșterea plantelor este afectată negativ prin efectul sărurilor în exces asupra presiunii osmotice a soluției de sol, ceea ce duce la reducerea disponibilității apei și prin toxicitatea ionilor specifici, de ex. Na, Cl, B etc;	În solurile sodice, creșterea plantelor este afectată negativ în principal prin efectul dispersiv al excesului de sodiu schimbabil care afectează proprietățile fizice. pH-ul ridicat al solului determină dezechilibre nutriționale, inclusiv deficiențe de calciu prin toxicitatea ionilor specifici, de Na, CO_3 , Mo etc.

Richards (8) a stabilit un sistem de clasificare a salinizării, larg răspândit în lume, care ia în considerare nivelul total de săruri estimat din conductivitatea electrică a extractului saturat (ECe), exprimat în mS/cm la temperatura de 25 °C și procentul de sodiu schimbabil sau raportul de adsorbție a sodiului (SAR). Astfel sunt stabilite clasele și intervalele de variație a acestor indicatori pentru solurile saline și alcaline (tabelul 12.153).

Tabelul 12.153

Clasele de salinizare în funcție de conținutul total de săruri (8)

Clasa	SAR	ESP	pH (H ₂ O)	ECe (mS/cm)
Nesalin	< 13	< 15	< 8,5	< 4
Salin	< 13	< 15	< 8,5	< 4
Alcalin	> 13	> 15	> 8,5	> 4
Salin-alcalin	> 13	> 15	> 8,5	> 4

Deoarece pH-ul poate fi ușor determinat, diferiți specialiști au sugerat că acesta poate fi utilizat pentru determinarea aproximativă a procentului de sodiu schimbabil. Pentru solurile care conțin săruri de carbonat de sodiu, procentul de sodiu schimbabil se corelează cantitativ cu pH-ul pentru că relația care reglementează dependența lor poate fi derivată din echilibrul de schimb de Na⁺ - (Ca + Mg)²⁺ din soluri. Pe baza acestor considerente Abrol (11) a sugerat o relație aproximativă între pH-ul pastei de sol saturat și ESP (tabelul 12.154) care poate fi utilizat pentru a deduce ESP-ul aproximativ al solului din valoarea pH-ului.

Tabelul 12.154

Relația dintre pH-ul solului și % Na schimbabil (ESP) (11)

pH (H ₂ O)	Procentul de Na schimbabil (ESP)
8,0 – 8,2	5 - 15
8,2 – 8,4	15 - 30
8,4 – 8,6	30 - 50
8,6 – 8,8	50 - 70
>8,8	70

Principalii factori responsabili de formarea solurilor afectate de sărăturare sunt:

- utilizarea pentru irigare a apei subterane cu salinitatea ridicată, care provoacă acumularea de săruri, în special dacă drenajul intern al solurilor este redus și irigarea gestionată necorespunzător;

- scurgerile de apă prin sedimente saline, care sunt apoi interceptate de straturi orizontale impermeabile și transportul lateral spre zonele din depresiuni unde provoacă salinizarea solului;

- pătrunderea apei de mare în/pe terenurile agricole, prin maree, straturile acvifere sau prin transportul eolian și pulverizarea de sare;

- problemele de salinizare sunt mai severe atunci când salinitatea apelor subterane este ridicată, așa cum se întâmplă de obicei în regiunile aride.

- redistribuirea localizată a sărurilor, care poate cauza adesea probleme de salinitate cu o amploare semnificativă. Sărurile solubile se deplasează din zone cu înălțimi mai mari spre cele mai mici, de la zone relativ umede la cele uscate, de la câmpurile irigate la zonele neirigate adiacente etc;

- evaporarea apelor stagnante de suprafață, care poate lăsa cantități considerabile de săruri pe suprafața solului.

Pe terenurile în pantă, zonele cu soluri sărăturate apar în jurul izvoarelor de coastă sau la baza versanților.

Pe versanții erodați fenomenul de secetă este mult mai accentuat, deoarece apa se scurge foarte repede iar cantitatea de apă ce pătrunde în sol este tot mai mică pe măsură ce gradul de erodare crește.

Solul erodat are o capacitate redusă de reținere a apei, încât la aceeași cantitate de apă provenită din precipitații, versanții erodați rețin o cantitate tot mai redusă de apă, ceea ce sporește caracterul secetos al zonei respective și amplifică fenomenul de eroziune.

În vederea aprecierii calității și chimismului apei trebuie efectuate analize la probele de apă recoltate din acumulări, drenuri și izvoare. Analizele efectuate la ape în localitățile Podu-Iloaiei, Dumești și Popești, apreciate după coeficientul de irigare al apei Priklonki-Laptev, arată că acestea pot fi folosite fără restricții pentru irigare (tabelul 12.155) [Jităreanu, 20]).

Totodată, după clasificarea făcută de Florea (19), privind gradul de mineralizare al apelor freatice, rezultatele analizelor din zonă arată că acestea se încadrează în categoria apelor cu un grad de mineralizare scăzut, adică cu potabilitate acceptabilă spre bună pentru utilizare pentru animale.

Necesitatea luării în considerare a însușirilor fizice și chimice ale apei de irigație rezultă din influența directă pe care apa distribuită o exercită asupra plantelor, solului și mediului.

Tabelul 12.155

Gradul de mineralizare al apelor freatice din bazinul inferior al Bahluiului (20)

Zona	pH	Cl ⁻ mg, ‰	SO ₄ ²⁻ mg%	Alcalinitate			K ⁺ mg ‰	Ca ²⁺ mg%	Mg ²⁺ mg%	CTSS mg%	Ci*
				CO ₃ ²⁻ mg %	HCO ₃ ⁻ mg%	Na ⁺ mg ‰					
Iaz Scobilțeni	8,0	13,9	175,0	17,1	602,3	140	9	34	64,5	790	11,0
Drenuri Popești	7,4	13,8	153,8	-	523,9	100	1	32	70,5	720	22,5
Izvor Scobilțeni	8,0	45,7	90,5	14,6	548,9	87	1	30	85,1	770	19,9
Izvor Dumești	7,5	11,1	47,7	-	505,5	51	2	56	58,4	522	24,7

* Priklonski-Lapteu

O cantitate mare de săruri în apa de irigații determină concentrarea soluției solului, creșterea forței de suțiuine și prin aceasta, reducerea cantității de apă accesibilă plantelor. Forța de suțiuine într-un sol nesalin, cu umiditatea de 18,3% este de 2 atm iar la un sol un conținut de 0,55% săruri solubile și umiditatea 18,6%, suțiuinea crește până la 18 atm, depășind valoarea de 15 atm considerată ca limită a coeficientului de ofilire.

Soloneacurile se caracterizează prin acumularea unor cantități mari de săruri solubile în stratul superior (1-1,5%), datorită apelor freatice puternic mineralizate, cu peste 2 g/l la adâncime mică sau datorită sărurilor din roca mamă, a reliefului depresionar cu drenaj defectuos sau a deficitului mare de precipitații.

Solonețurile se caracterizează printr-un conținut mare de Na schimbabil în complexul argilo-humic, peste 20% din capacitatea de schimb cationic și prin reacția puternic alcalină datorată prezenței Na₂CO₃.

Densitatea aparentă a solurilor saline cu textură mijlocie și fină este de 1,2-1,3 g/cm³ în orizontul A, însă la solonețurile cu textură mijlocie și cu orizont eluvial adânc, densitatea aparentă în orizontul A depășește frecvent 1,5 g/cm³, ajungând chiar la valori de 1,53 - 1,77 g/cm³.

Porozitatea totală variază de la 50% în orizontul superior la 45% în orizontul intermediar, fiind mai mare la cernoziomurile salinizate (46-64, respectiv 48-56%) și foarte mică la solonețurile cu textură mijlocie (35-43, respectiv 29-41%).

Coeficientul de ofilire este de 6,4-15,0% la cernoziomurile salinizate, de 10-15% la lăcoviștile salinizate și solonețurile cu textură mijlocie și coboară până la 5% la orizontul eluvial al solonețurilor.

Capacitatea de apă utilă este de 9,2-21,3% la cernoziomurile salinizate, de 7,8-17,1% la solonețuri stepice și de 5,6-13,4% la solonceacuri și solonețuri cu textură mijlocie.

Argila cu un conținut mare de sodiu devine compactă, formează bulgări și crăpături la uscare, are o permeabilitate și o conductivitate hidraulică reduse, o presiune osmotică ridicată, ceea ce determină înrăutățirea regimului aero-hidric și nutritiv al solului.

Prezența în exces a sărurilor solubile de sodiu determină decalcifierea solului, structura este distrusă iar coeziunea și rezistența mecanică a solurilor crește.

Solurile saline și alcalice au proprietăți fizice, chimice și biologice nefavorabile pentru creșterea și dezvoltarea plantelor iar pentru cultivarea acestora sunt necesare măsuri agrotehnice diferențiate.

Coeziunea este mare iar permeabilitate pentru apă și aer foarte redusă. Datorită capacității de hidratare foarte mare a Na^+ , volumul solului la un conținut mare de apă crește mult, iar când acesta se usucă volumul lui scade proporțional și se formează crăpături mari.

Solurile saline și alcaline conțin cantități mari de săruri ușor solubile, cum sunt NaCl , Na_2SO_4 , MgCl_2 , Na_2CO_3 , NaHCO_3 ; MgSO_4 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, CaCl_2 , CaCO_3 , $\text{Ca}(\text{CO}_3\text{H})_2$ etc. Cele mai dăunătoare dintre aceste săruri sunt Na_2CO_3 , NaCl , Na_2SO_4 , MgCl_2 , MgSO_4 , care nu pot fi suportate decât de un număr foarte restrâns de plante.

Creșterea conținutului de Na^+ din soluri determină intensificarea atacului de fusarioze, limitarea drastică a activității bacteriilor fixatoare de azot și a celor care descompun celuloza.

Aceste însușiri ale solurilor saline și alcaline determină încadrarea lor în clasa solurilor foarte slab productive până la neproductive.

Prin amendarea gipsică se înlocuiește sodiul schimbabil cu calciul, fapt care determină îmbunătățirea structurii, a proprietăților hidrice și a activității microorganismelor din sol.

Pentru amendarea solurilor sărăturate, cu sau fără carbonați și cu $\text{pH} > 7,5$ se folosesc săruri solubile de calciu (clorura de calciu, fosfogipsul) și substanțe acide (acidul sulfuric, sulfatul de fier, praful de lignit).

Pentru amendarea sărăturilor cu reacție slab alcalină sau acidă ($\text{pH} < 7,5$) se folosesc săruri de calciu cu solubilitate scăzută cum sunt sedimentele calcaroase și spuma de defecare de la fabricile de zahăr.

Prin ameliorarea sărăturilor se urmărește aducerea raportului cationilor adsorbiți de Ca/Na la valori mai mari de 10/1 pentru că la un raport Ca/Na de numai 4/1 pregătirea patului germinativ și cultivarea plantelor este imposibilă.

Gradul de favorabilitate al acestor soluri pentru cultura plantelor, depinde de gradul de sărăturare, exprimat prin cantitatea de săruri solubile în stratul de sol cu rădăcini. După acest criteriu, se deosebesc:

- soluri nesalinizate, cu un conținut de săruri solubile $< 0,20\%$, pe care se cultivă majoritatea culturilor;
- soluri slab salinizate, cu un conținut de săruri solubile de $0,3-0,6\%$, pe care se pot cultiva specii rezistente la concentrații mari de săruri;
- soluri mijlociu salinizate, cu un conținut de săruri solubile de $0,7-0,9\%$, pe care se pot cultiva plante foarte rezistente la săruri;
- soluri puternic sărăturate, care conțin $> 1\%$ săruri solubile și care pot fi cultivate numai după îndepărtarea excesului de săruri solubile.

Pentru calculul dozelor de amendamente, în literatura de specialitate sunt prezentate numeroase formule care au în vedere înlăturarea Na^+ adsorbit, nociv pentru plante, sau scăderea procentului de sodiu adsorbit până la nivelul suportat de plante pe o anumită adâncime a stratului arat.

12.7.2 AMELIORAREA SOLURILOR SALINE ȘI ALCALINE

Ameliorarea solurilor sărăturate necesită, conform rezultatelor cercetării obținute la nivel național și internațional, aplicarea într-un anumit interval de timp a unui complex de lucrări hidroameliorative, agropedoameliorative și agrotehnice, diferențiat, în funcție de tipul de sărăturare a solului și de condițiile naturale în care sunt amplasate acestea.

Aplicarea amendamentelor.

Lucrările de amendare a terenurilor saline și alcalice se fac în complex cu lucrări agropedoameliorative și hidroameliorative. Lucrările agropedoameliorative cuprind totalitatea intervențiilor tehnice care se execută pentru îmbunătățirea fertilității solului și pentru combaterea proceselor de degradare prin sărăturare. Acestea creează condițiile favorabile necesare

pentru punerea în valoare a solurilor iar lucrările agrotehnice diferențiate care vin în completare, asigură realizarea parametrilor de producție stabiliți.

Pentru solurile sărăturate a fost adoptat termenul de amendare gipsică pentru a se diferenția de amendarea calcică care se efectuează pe solurile acide pentru corectarea reacției solului.

Pentru amendarea solurilor sărăturate se folosesc diferite materiale dintre care cele mai utilizate sunt gipsul și fosfogipsul. Din rezultatele cercetărilor efectuate a rezultat că efectul gipsului crește când acesta se amestecă bine în masa solului amendat și se aplică împreună cu alte materiale organice.

Experiențele efectuate în Victoria, Australia, pe un sol sodic cu un procent de sodiu schimbabil, în straturile de sol de la 20 la 60 cm, de la 17,5 la 20,9%, cu un conținut de argilă de 61-64% și cu o densitate aparentă de 1,46-1,70 g/cm³, au urmărit influența diferitelor amendamente organice și anorganice asupra producției și a proprietăților solului (tabelul 12.156) [Gill, (17)].

Tabelul 12.156

**Influența diferitelor amendamente organice și anorganice
asupra producției de grâu și rapiță (17)**

Tratamentul	Producția în rotația: rapiță - grâu – orz (t/ha)		Producția în rotația: rapiță- grâu- orz + lucernă (t/ha)	
	Grâu	Rapiță	Grâu	Rapiță
Control-semănat direct	3,6	1,6	3,6	1,6
Afânare la 40 cm	4,2	1,6	4,2	1,5
Ghips 10 t/ha încorporat la 30-40 cm (A)	3,8	1,5	3,9	1,8
Mono-fosfat de amoniu (MAP) 100 kg/ha încorporat la 30-40cm (B)	3,5	1,5	4,2	1,5
A+B	4,3	1,7	3,0	1,3
Nisip grosier 20 t/ha încorporat la 30-40cm	4,1	1,8	4,1	1,4
*Gunoi grajd 20 t/ha încorporat la 30-40cm	5,6	2,4	3,0	2,3
**Lucernă uscată 20 t/ha încorporată la 30-40 cm (C)	6,5	2,9	2,9	2,5
A+B+C	5,3	2,9	3,1	2,8
DL 5%	1,6	0,5	ns	0,8
*Gunoi de grajd uscat comercializat sub denumirea Dynamic Lifter (40 mg N/g N, 22 mg P/g și 19 mgK/ g SU)				
**Lucernă uscată (28 mg N/g N, 1,9 mg P/g și 14 mg K/g SU)				

La aceste soluri sărăturate din sudul Australiei, cu un subsol sodic argilos, aplicarea amendamentelor organice la adâncimea de 30-40 cm a contribuit la îmbunătățirea regimului de apă din sol chiar și în anii secetoși, când precipitațiile căzute au fost de doar 55% din cantitatea medie multianuală a zonei, care este de 576 mm. Încorporarea de amendamentelor organice ca lucernă, gunoi de grajd 10-20 t/ha și anorganice, ca gips, nisip grosier și mono-fosfat de amoniu-MAP, la o adâncime de 30-40 cm, a determinat creșterea producțiilor și ameliorarea însușirilor fizice, chimice și biologice ale solului

Aproximativ 75% din solurile australiene au însușiri fizice, chimice și biologice nefavorabile în subsol, care limitează producțiile agricole. Limitările majore ale creșterii culturilor sunt determinate de subsolurile slab structurate din cauza conținutului ridicat de argilă (61-66%), a densității aparente mari (1,46-1,70 g/cm³), precum și datorită prezenței unor concentrații ridicate de Na schimbabil (18-21%). Aceste constrângeri afectează în mod negativ circulația apei din sol și conținutul de apă disponibil pentru plante. Din experimentele efectuate în anii 2017-2018 pe solurile sărăturate din Australia a rezultat că aplicarea profundă a gipsului și a amendamentelor organice a determinat reducerea concentrației de sodiu schimbabil și a ameliorat reacția solului (tabelul 12.157) [Tahmasbian, (18)].

Tabelul 12.157

Modificarea pH-ului și a % Na schimbabil la aplicarea amendamentelor și materialor organice (18)

Tratamentul	pH (H ₂ O) pe adâncimea (cm):			ESP pe adâncimea (cm):		
	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
Martor	6,61	7,98	8,99	5,89	8,47	13,35
Ghips (A)	6,96	7,77	8,13	7,00	8,18	11,70
NPK (B)	7,04	7,99	8,96	6,43	9,11	12,59
Gunoi de păsări (C)	6,37	7,66	8,60	7,89	11,41	16,24
Resturi vegetale de mazăre (D)	6,87	7,76	8,87	6,09	8,33	12,91
A+B+D	6,89	7,69	8,38	5,13	6,01	9,68
Afânare la 30+10 cm	6,86	7,91	8,94	7,23	9,69	14,09

Aplicarea amendamentelor la o adâncime de 20-30 cm a avut un impact semnificativ asupra proprietăților fizico-chimice din straturile de sol. Stratul de sol de la adâncimea de 20-30 cm, în parcela martor, a avut un pH de 8,99 și un

procent de sodiu schimbabil de 13,4%. Prin aplicarea profundă a ghipsului împreună cu resturi vegetale de mazăre, NPK și gunoi de grajd, pH-ul solului s-a redus cu 0,86-0,61 și respectiv 0,39 unități ($P < 0,05$). În comparație cu varianta fără amendamente, aplicarea profundă a tratamentului cu ghips + resturi vegetale de mazăre + NPK a redus procentul de sodiu schimbabil (ESP) cu 27%.

Calcularea dozelor de amendamente. În majoritatea formulelor pentru calculul dozelor de amendamente, atunci când solul are un pH $< 8,5$ se iau în considerare valorile capacității de schimb cationic iar când solul are un pH $> 8,5$ se iau în considerare conținutul de sodiu adsorbit și valorile conținutului de carbonat și bicarbonat de sodiu.

Alte formule de calcul cuprind și coeficienți pentru corectarea dozelor în funcție de modul de administrare, gradul de mineralizare al apei de spălare sau pentru efectuarea lucrărilor de desfundare și drenare [Davidescu D, (22)].

$$\text{Doza de amendament (kg/ha)} = a \left[Da \cdot h \left(b - T \frac{c}{100} + d \right) \cdot e \cdot f \cdot g \right], \quad \text{în care:}$$

- a = Valoarea de acidifiere a amendamentului
- gips ($\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$) = 1
 - fosfogips = 1,25
 - acid sulfuric concentrat = 0,38
 - sulf elementar = 0,18
- Da = Densitatea aparentă a solului, în kg/m^3
- h = Grosimea stratului de sol ce se ameliorează, în cm
- b = Cantitatea de sodiu schimbabil, în m.e./100 g sol
- c = % Na care nu este nociv pentru plante (5-12% din T)
deci $c/100$ va fi cuprins între 0,05-0,12
- T = Capacitatea de schimb cationic, în m.e./100 g sol
- d = Carbonatul de sodiu rezidual, în m.e./100 g sol
 $d = (\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}) - (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$
- e = Modul de administrare:
- 0.4 solubilizat în apa de spălare
 - 0.6 împrăștiat la suprafața solului, urmat de spălare
- f = Gradul de mineralizare al apei de spălare:
- 0,7 pentru apă bogată în cationi bivalenți (1,5-2,5 g/l)
 - 1,3 pentru apă săracă în cationi bivalenți (1,5 g/l)
- g = Efectuarea de lucrări de desfundare - drenare:
- 0,7 pe soluri cu rezerve de CaSO_4
 - 0,4 cu spălare
 - 1,0 fără spălare.

Amendarea cu fosfogips se face la intervalele de timp necesare, folosind 10-15 t/ha iar fertilizarea cu gunoi de grajd (30 t/ha) și cu îngrășăminte minerale asigură valorificarea eficientă a acestor soluri sărace în humus și nutrienți.

Procesul de ameliorare a solurilor sărăturate cuprinde două etape:

- prima etapă, implică desalinizarea solului pe adâncimea de 30-40 cm, urmată de desalinizarea întregului profil de sol și demineralizarea apelor freactice.

- a doua etapă, constă în trecerea la exploatarea solurilor ameliorate prin utilizarea culturilor agricole cu toleranță la salinizare.

În perioada ameliorării solurilor sărăturate odată cu reducerea conținutului de săruri solubile din sol se stabilește și sortimentul de plante și rotația culturilor.

Desalinizarea.

Cercetările efectuate în câmpul experimental Măxineni - Corbu Nou din județul Brăila au permis stabilirea metodelor de ameliorare intensivă a solurilor sărăturate care cuprind următoarele elemente caracteristice:

- desalinizarea solului pe adâncimea stratului arat, în 2-3 ani, prin cultivarea cu specii tolerante;

- realizarea desalinizării în regim controlat de supra-irigație pentru a economisi apa și energia;

- aplicarea sistemelor de lucrări minime și a lucrărilor agrotehnice adecvate;

- aplicarea asolamentelor mixte cu structuri de culturi tolerante la săruri;

- întreținerea lucrărilor hidroameliorative și a celor pedoameliorative pentru menținerea proceselor de desalinizare în stare activă.

Reducerea duratei primei etape de ameliorare și cultivarea plantelor mai tolerante, în special păioasele, asigură obținerea unei eficiențe mai ridicate și extinderea tehnologiilor în condiții de producție.

Pe terenurile sărăturate de la câmpul experimental Măxineni, formate pe depozite nisipo-lutoase, cu permeabilitate ridicată, se recomandă ca declanșarea desalinizării să înceapă către sfârșitul toamnei prin folosirea unor norme de apă de 1500-2000 m³/ha, în două-trei reprize, la intervale scurte de 5-8 zile. Menținerea activă a proceselor de desalinizare este asigurată în continuare de precipitațiile din iarnă și primăvară [Nițu, (6)].



Pe terenurile sărăturate formate pe depozite argiloase cu permeabilitate foarte redusă, lucrările de ameliorare pot începe la sfârșitul verii prin introducerea unor norme de apă de cca. 2500 m³/ha, în trei-patru reprize, la intervale de 6-7 zile, astfel încât să se evite eventualele băltiri și pierderile de apă prin evaporare.

Prin aplicarea acestor norme de spălare se urmărește realizarea unor fronturi de apă succesive și uniforme pe profilul de sol, capabile să dizolve, să deplaseze și să evacueze o cantitate cât mai mare de săruri din orizonturile superioare ale acestuia.

Pe terenurile cu textură grosieră, amenajate cu drenaj, normele de spălare nu trebuie să depășească 800-1000 m³/ha pe repriză pentru a nu face risipă de apă și energie. Un rol important în desalinizare îl au nu cantitățile mari de apă, ci realizarea unor randamente ridicate la spălare. În solurile foarte permeabile apa nu are timpul necesar pentru a realiza dizolvarea unor cantități mari de săruri. Esența procesului de spălare constă în dizolvarea sărurilor, diluarea concentrației soluției solului și în circulația și evacuarea apelor încărcate cu săruri solubile.

În lucrările de ameliorare a solurilor sărăturate, dizolvarea și spălarea sărurilor se face treptat și în complex, în funcție de textura și însușirile chimice ale solului, condițiile climatice și cerințele tehnologice ale culturilor și anume:

- aplicarea normelor de spălare în condițiile cultivării terenurilor, în timpul perioadei de vegetație și în afara acesteia;
- corelarea normelor de spălare cu normele de udare specifice fiecărei culturi și cu elementele tehnologice privind fertilizarea, lucrările solului, lucrările de întreținere a culturilor etc;
- efectuarea lucrărilor solului și de pregătire pentru semănat astfel încât să nu fie aduse la suprafață prin arătură sărurile care nu au fost antrenate sub adâncimea de efectuare a acestora;
- introducerea culturilor agricole cu toleranță la salinizare în funcție de condițiile din teren;
- folosirea după orzoaica de primăvară a culturilor succesive de muștar sau mei, care asigură producții bune și valorifică apa aplicată;
- corelarea irigației cu sistemul de drenaj și cu perioadele de secetă prelungită, pentru controlul nivelului apelor freatice.

Prima etapă de ameliorare a solurilor se consideră încheiată când s-a realizat desalinizarea solului pe adâncimea de 0-50 cm, s-a înlăturat influența apelor freatice puternic mineralizate asupra profilului de sol, s-a refăcut

capacitatea de producție prin sistemul de fertilizare și s-au ameliorat însușirile fizice, chimice și biologice în stratul de sol cu rădăcini.

Amenajarea prin lucrări hidroameliorative se face în funcție de condițiile geomorfologice, litologice, hidrogeologice și pedologice ale terenului. În zonele cu grinduri nu se fac lucrări de nivelare, pentru a nu aduce la suprafață sărurile din profunzime, pentru că sunt costisitoare și de regulă nu se fac lucrări de drenaj.

În zonele de tranziție, între grind și arealele depresionare, se efectuează lucrări de drenaj închis, cu drenuri din material plastic și cu material filtrant de pietriș, sau desecare prin canale deschise.

Drenajul. În zonele depresionare și mai ales pe depozite cu textură fină, ameliorarea nu este posibilă fără lucrări de drenaj. Dimensionarea lucrărilor de drenaj, în principal adâncimea și distanța dintre drenuri, se face în funcție de caracteristicile solului urmărindu-se scoaterea profilului de sol de sub influența apei freatiche. Spălarea sărurilor solubile se face prin aplicarea unor norme mari de apă prin aspersiune.

Afânarea adâncă. Pe arealele cu soluri compacte, în special în zonele depresionare, se recomandă efectuarea afânării adânci, la 60-70 cm.

Dacă orizontul de pe adâncimea stratului arat nu s-a desalinizat, se renunță la arătură și se lucrează cu grapele cu discuri grele, pe toate solurile, indiferent de textură. La fertilizarea cu azot dozele vor fi mai mari cu 10-15% față de cele recomandate pe solurile normale.

Încă din anul 1980, la S.C.C.A.S.S. Brăila s-au efectuat cercetări pentru caracterizarea și ameliorarea solurilor sărăturate și a celor cu potențial de sărăturare în Valea râului Călmățui, în Câmpia Bărăganului de Nord-Est în sistemul de irigație Ialomița-Călmățui, în terasele Brăilei și Viziru, în Lunca Dunării și în Câmpia joasă a Siretului. Aceste cercetări au permis stabilirea diferențiată a soluțiilor de amenajare hidroameliorativă și a sistemelor de agricultură care trebuie practicate în perioada de ameliorare și de valorificare a acestor soluri.

În Valea Inferioară a Călmățuiului se întâlnesc soluri gleice și aluviale sărăturate, solonceacuri alcalizate vertice, solonețuri salinizate și diferite asociații de solonețuri și solonceacuri care se caracterizează printr-o mare complexitate fizico-chimică dobândită în procesul pedogenetic, sub influența condițiilor hidrogeologice și a activității antropice [Surăianu, (21)].

În Câmpia Bărăganului de Nord-Est, se întâlnesc soluri aluviale salinizate și/sau alcalizate, solonceacuri molice, solonceacuri alcalizate și

asociații de solonceacuri și solonețuri puternic afectate de particularitățile învelișului de sol și de caracterul secetos al climei.

În Câmpia joasă a Siretului se întâlnesc solonceacuri molice alcalizate vertice, solonețuri gleice salinizate, vertisoluri sărăturate și soluri aluviale sărăturate, care au un conținut foarte mare de săruri solubile, de tip cloruro-sulfatic și de argilă, care ajunge până la 80%.

În incinta îndiguită Latinu-Vădeni-Brăila (cca. 30 000 ha), din Câmpia inferioară a Siretului, într-un areal depresionar cu cele mai joase terenuri din țară, exceptând Delta Dunării, cu soluri aluviale gleizate, slab până la puternic salinizate și/sau alcalizate până la solonceac, pe fondul aplicării incomplete a lucrărilor ameliorative de îndiguire, desecare, drenaj și irigații și a regimului pluviometric deficitar, a avut loc procesul de sărăturare secundară a solului.

Resalinizarea solului la suprafață este determinată de evapotranspirația în sezonul uscat și de apele freatice saline din subteran. Salinitatea solului în zonele ameliorate trebuie gestionată prin controlul cantității și a calității apei de irigație.

Prevenirea salinizării secundare a solului constă în stabilirea tuturor măsurilor care să elimine cauzele antropogene de salinizare pe terenurile cu condiții potențiale de salinizare. Combaterea salinizării secundare cuprinde măsurile de ameliorare a solurilor deja salinizate.

Prevenirea salinizării cuprinde 4 grupe de măsuri:

- a. Măsuri organizatorice și gospodărești;
- b. Măsuri pentru regularizarea bilanțului apei în sol;
- c. Măsuri pentru regularizarea bilanțului sărurilor din sol;
- d. Măsuri agrotehnice.

a. Măsurile organizatorice și gospodărești cuprind:

- a₁. Studiul condițiilor de salinizare a solului, apelor freatice și de irigație;
- a₂. Organizarea teritoriului;
- a₃. Organizarea staționarelor pentru măsurarea nivelului apelor freatice;
- a₄. Organizarea rațională a irigației.

b. Măsurile pentru regularizarea bilanțului apei în sol includ:

- b₁. Creșterea randamentului sistemelor de irigație:
 1. Amenajarea corespunzătoare a sistemelor de irigație;
 2. Organizarea rațională a regimului de funcționare a canalelor;
 3. Folosirea planificată a apei de udare.

b₂. Prevenirea alimentării pânzei de apă freatică:

1. Aplicarea corectă a tehnicilor de udare;
2. Întreținerea corectă a rețelelor de irigare și drenaj;
3. Combaterea inundațiilor și a infiltrațiilor;
4. Limitarea spălării solurilor saline;
5. Nivelarea terenurilor amenajate pentru irigații;
6. Aplicarea drenajului.

b₃. Reducerea evaporării și creșterea consumului util al apei freatică și de irigație:

1. Creșterea coeficientului de folosire al terenului;
2. Folosirea asolamentelor cu plante mari consumatoare de apă;
3. Plantarea speciilor forestiere de-a lungul rețelei de irigare;
4. Îmbunătățirea structurii solului;
5. Folosirea apelor freatice la irigat.

c. *Măsuri pentru regularizarea bilanțului sărurilor din sol:*

c₁. Aplicarea udărilor de aprovizionare pentru reducerea presiunii osmotice a soluției solului;

c₂. Aplicarea udărilor de primăvară și în perioada de vegetație;

c₃. Aplicarea spălării periodice;

c₄. Controlul calității apelor de irigație;

c₅. Desalinizarea apelor de irigație.

d. *Măsuri agrotehnice* - acestea cuprind măsuri pentru micșorarea evaporăției și a ascensiunii capilare a apei în sol:

d₁. Adaptarea sistemului de lucrare a solului;

d₂. Sistemul de fertilizare al plantelor;

d₃. Nivelarea solului.

Sortimentul de plante și gruparea lor în asolamente.

Solurile saline și alcalice, prin concentrația și natura sărurilor, au un efect nociv asupra plantelor, care nu cresc în aceste soluri a căror soluție are o presiune osmotică de peste 10-12 atmosfere.

Pe solurile sărurate se cultivă *plantele care rezistă la concentrații mari de săruri și la secetă*, precum și plantele *cu o perioadă scurtă de vegetație* care coincide cu perioada când solul conține mai multă umiditate.

FAO (23, 24) a publicat lista plantelor pe categorii de toleranță la conținutul de săruri din sol (tabelele 12.158 și 12.159) în funcție de producția

obținută și conductibilitatea electrică medie a extractului de sol saturat din zona rădăcinii.

Tabelul 12.158

Toleranța plantelor cultivate în funcție de conductibilitatea electrică medie a extractului de saturație din zona rădăcinii (23)

Sensibile 0-8 mmho/cm	Moderat sensibile 8-16 mmho/cm	Moderat tolerante 16-24 mmho/cm	Tolerante 24-32 mmho/cm
<i>Phaseolus vulgaris</i> *(1,0)	<i>Medicago sativa</i> (2)	<i>Sorghum bicolor</i> (6,8)	<i>Agropyron cristatum</i>
<i>Oryza sativa</i> (3,0)	<i>Trifolium repens, pretense, fragiferum</i>	<i>Glycine max</i> (5,0)	<i>Hordeum vulgare</i> (8,0)
<i>Vicia faba</i> (1,6)	<i>Dactylis glomerata</i> (1,5)	<i>Helianthus annuus</i> (4,8)	<i>Brassica campestris</i> (9,7)
<i>Phaseolus aureus</i>	<i>Vicia angustifolia</i> (3,0)	<i>Triticum aestivum</i> (6,0)	<i>Brassica napus</i> (11,0)
<i>Daucus carota</i> (1,0)	<i>Brassica oleracea</i> (2,8)	<i>Lolium perenne</i> (5,6)	<i>Gossypium hirsutum</i>
<i>Fragaria ananassa</i> (1,0)	<i>Apium graveolens</i> (1,8)	<i>Lotus corniculatus</i> (5,0)	<i>Secale cereale</i>
<i>Cucumis melo</i> (1,0)	<i>Zea mays</i> (1,7)	<i>Beta vulgaris</i> (7,0)	<i>Triticum secale</i> (6,1)
<i>Helianthus tuberosus</i> (0,4)	<i>Cucumis sativus</i> (2,5)	<i>Triticum durum</i> (2,1)	
<i>Allium cepa</i> (1,2)	<i>Solanum melongena</i> (1,1)		
<i>Sesamum indicum</i>	<i>Allium sativum</i> (3,9)		
<i>Pastinaca sativa</i>	<i>Lactuca sativa</i> (1,3)		
	<i>Pisum sativum</i> (3,4)		
	<i>Capsicum annuum</i> (1,5)		
	<i>Solanum tuberosum</i> (1,7)		
	<i>Raphanus sativus</i> (1,2)		
	<i>Spinacia oleracea</i> (2,0)		
	<i>Alopecurus pratensis</i> (1,5)		
	<i>Arachis hypogaea</i> (3,2)		
	<i>Lycopersicon esculentum</i>	*în paranteză conductibilitatea electrică	

Tabelul 12.159

Toleranța culturilor la salinitate (24)

Culturi de câmp	Prag de salinitate (dS / m)	Legume	Prag de salinitate (dS/ m)
Bumbac	7,7	Tomate	2,5
Sfecla pentru zahăr	7,0	Varză	1,8
Sorg	6,8	Cartof	1,7
Grâu	6,0	Ceapă	1,2
Soia	5,0	Morcov	1,0
Arahide	3,2	Citrice	1,7
Orez	3,0		
Porumb	1,7		
Trestie de zahăr	1,7		

Ionii de clor sunt mai toxici pentru plante decât cei de sulf, ionii de magneziu mai toxici decât cei de calciu sau sodiu, iar cei de bor au efect nociv în special asupra pomilor fructiferi.

Toleranța plantelor la săruri depinde și de alți factori, cum sunt faza de vegetație, clima, raportul între diferiți ioni, textura solului, regimul hidric al solului etc. În primele faze de vegetație plantele sunt mai sensibile la concentrația mare de săruri solubile.

Rezistența plantelor cultivate la concentrații mai ridicate de săruri solubile în sol depinde de specie, soi, textura și structura solului, capacitatea de adsorbție, conținutul de humus și de raportul dintre diferiți ioni din soluția solului.

Plantele care reușesc mai bine pe sărături sunt cele semănate toamna, cum sunt rapița, secara, grâul, orzul și borceagurile. Cu umiditatea acumulată în sol din toamnă și cu cea din primăvară aceste plante cresc și ajung la maturitate. Producțiile obținute pe sărături sunt calitativ inferioare celor obținute pe soluri normale. Așa de exemplu, rădăcinile sfeclei pentru zahăr conțin mai puțin zahăr și se rafinează mai greu, la cereale crește raportul între paie și boabe, plantele furajere conțin o cantitate mai mare de săruri etc.

Folosirea amendamentelor și îngrășămintelor.

Pe solurile saline și alcaline aplicarea îngrășămintelor se face împreună cu amendamentele pentru a putea fi valorificate de către culturile agricole.

Gipsul. Gipsul (sau ghipsul) este un mineral incolor, cu forme intermediare de culoare, până la alb, având formula chimică $\text{CaSO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$ (sulfat de calciu), care apare pe scară largă în depozite naturale, fiind o sursă directă de calciu solubil. Roca cu un conținut ridicat în gips se numește tot gips. Gipsul este ușor solubil în apă, are o duritate mică, cristalizează în sistemul monoclinic și lasă o "urmă" albă. Trebuie să fie măcinat înainte de a fi aplicat pe sol, este solubil în apă și prin urmare.

Pentru ameliorarea solurilor saline și alcaline, cu excepția solodiilor și solurilor solodizate, se folosește gipsul ($\text{CaSO}_4 + 2 \text{H}_2\text{O}$), care în urma reacțiilor de schimb formează Na_2SO_4 , o sare cu o reacție alcalină mai redusă decât a Na_2CO_3 , foarte solubilă, care poate fi eliminată ușor cu apa de spălare, conform reacției:



În toate clasificările existente privind toleranța la salinitate a plantelor, sorgul este menționat ca având o toleranță ridicată, putând fi introdus

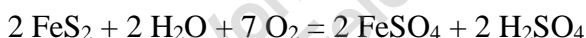
în structura de culturi atât pe solurile slab și moderat sărăturate, cât și pe cele cu un grad de sărăturare mai ridicat, însă numai în condiții de amenajare a terenurilor, în vederea ameliorării solurilor. Sorgul este foarte rezistent la secetă și poate valorifica soluri destul de diferite, nisipuri și chiar sărături, fiind considerat pentru caracteristicile menționate ca fiind porumbul zonelor aride.

În România, elementele tehnologice specifice acestei culturi pe solurile sărăturate în curs de ameliorare s-au obținut, pentru început, în câmpurile experimentale de la Măxineni - Corbu Nou, județul Brăila, sub coordonarea colectivului condus de Rizea (6). Trebuie amintit faptul că pe parcursul experimentărilor și a introducerii în cultura mare, s-au semănat hibridi de sorg nou creați la INCDA Fundulea.

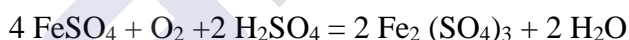
Pirita (FeS_2) este un material care a fost folosit ca amendament pentru refacerea solurilor sodice. Reacțiile care conduc la oxidarea piritei sunt complexe și constau în procese chimice, dar și biologice.

Oxidarea piritei propusă de către Temple și Delchamps (27) cuprinde următoarele secvențe:

Prima etapă de oxidare este nebiologică, rezultând sulfat de fier II (feros):



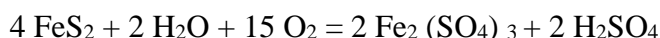
A doua etapă, constă în oxidarea bacteriană a sulfatului de fier II, o reacție efectuată de *Thiobacillus ferrooxidans*:



În a treia etapă, sulfatul de fier III (feric) este redus și pirita este oxidată printr-o reacție strict chimică:



Sulfurul elementar astfel produs poate fi apoi oxidat de *Thiobacillus thiooxidans*, iar aciditatea generată favorizează continuarea procesului:



Obrejanu și Sandu (28) au studiat efectul gipsului și a dozei de azot asupra producției de sfeclă pentru zahăr la un sol de tip soloneț. Rezultatele (tabelul 12.160) arată că producțiile cele mai mari s-au obținut la aplicarea împreună a gipsului și azotului în doze ridicate. Chiar dacă sporurile relative au fost la aplicarea azotului fără gips cele mai mari producții s-au realizat când s-au administrat împreună.

Tabelul 12.160

Influența dozelor de azot și gips asupra producției de sfeclă pentru zahăr (t/ha) pe soluri sărăturate (28)

Doza de azot kg/ha	Doza de gips (t/ha)		
	0	8	16
0	21 (100)	27 (100)	60 (100)
60	31 (147)	35 (129)	65 (108)
120	38 (181)	51 (189)	77 (128)
180	52 (247)	56 (207)	88 (138)

Specialiștii de la FAO (24) arată că pierderile de producție pe terenurile afectate de sărăturare sunt influențate de tipul de sol și procentul de sodiu schimbabil din sol (ESP) (tabelul 12.161).

Tabelul 12.161

Reducerea productivității solului (%) datorată ESP (24)

ESP	Solurile derivate din aluviuni (Inceptisoli / Alfisoli)	Soluri negre (Vertisoluri)
≤ 5	0	≤ 10
5 - 15	<10	10 - 25
15 - 40	10 - 25	25 - 50
> 40	25 - 50	>50

Fosfogipsul. Întrucât gipsul este folosit în cantități mari în industrie, amendamentul cel mai utilizat în prezent este fosfogipsul, deșeu de la fabricile de îngrășămintă cu fosfor și acid sulfuric, având în compoziția chimică 75-80% $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$ și 5-8% P_2O_5 .

Fosfogipsul se administrează în doze de 10-20 t/ha, după efectuarea arăturii prin care se încorporează gunoiul de grajd. Acesta se împrăștie la suprafață și se introduce în sol prin discuire. În acest mod se contribuie la reducerea salinizării solului, se îmbunătățește permeabilitatea acestuia pentru apă și se mărește capacitatea de înmagazinare a apei accesibile plantelor.

Verma și Abrol (25, 26) au comparat efectul cantităților echivalente din punct de vedere chimic de gips și pirită asupra proprietăților solului și a producției la orez și grâu într-un sol extrem de sodic. Pirită utilizată a avut un conținut de 31% sulf, iar gipsul de 85% $\text{CaSO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$ (tabelul 12.162).

Rezultatele obținute arată că pirita a avut o eficiență de doar 25% comparativ cu gipsul, fapt datorat oxidării incomplete a piritei încorporată în soluri sodice cu pH ridicat. Microorganismele oxidante ale sulfului, *Thiobacillus thiooxidans* și *Thiobacillus ferrooxidans* au cerințe de pH de 4,7 și cum pH-ul solurilor sodice este de obicei foarte mare și oxidarea sulfului/piritei are loc mai greu și insuficient.

Tabelul 12.162

Efectul amendamentelor asupra ESP și a producției de orez și grâu pe un sol extrem de sodic (25, 26)

Tratamentul	Doza t/ha	ESP		Producția (t/ha)	
		0-15 cm	15-30 cm	Orez	Grâu
Martor	0	76,5	92,4	3,85	0,19
Gips	7,1	33,4	75,1	6,71	1,46
	14,2	32,4	79,2	6,85	3,14
	21,3	19,2	59,5	7,43	3,60
	28,4	13,6	56,5	7,24	4,22
Pirită	3,6	64,1	90,2	5,71	0,15
	7,2	52,3	86,4	6,04	0,54
	10,8	44,1	80,2	6,71	1,35
	14,4	38,8	80,3	6,91	1,35

Alegerea amendamentului se face în funcție de proprietățile solului, de eficiența produsului, efectul asupra producției culturilor și de costurile implicate. Alt element important care se ia în considerare la alegerea produsului este timpul necesar pentru un amendament ca să acționeze în sol și să înlocuiască eficient sodiul adsorbit. Datorită solubilității ridicate în apă, clorura de calciu este cea mai ușoară sursă disponibilă de calciu solubil, dar a fost utilizată foarte rar din cauza costurilor mari. La fel, sulfații de fier și aluminiu sunt de obicei costisitori și nu au fost utilizați pe scară largă.

Pe terenurile sărăturate din câmpul experimental Măxineni-Corbu Nou, Brăila, procesele de ameliorare au cuprins următoarele:

A. Solurile situate pe grinduri largi, teșite, cu textură luto-nisipoasă, după aplicarea a cca. 4000 m³/ha în timpul vegetației culturii de orzoaică de primăvară, conținutul de săruri solubile a scăzut de la 1,3% la 0,4% pe

adâncimea de 0-10 cm și de la 1,0% la 0,5% pe intervalul 10-20 cm. Pe aceste soluri s-au aplicat 10 t/ha fosfogips sub arătură la 18-22 cm apoi s-a efectuat pregătirea terenului iar încorporarea îngrășămintelor s-a efectuat numai cu grapele cu discuri.

B. În cazul solurilor situate pe arealul depresionar, cu textură argiloasă, aplicarea unor norme de apă fracționate la 400-500 m³/ha, distribuite la 3-5 zile pentru a realiza fronturi succesive de apă descendente, a determinat după doi ani reducerea conținutului de săruri pe adâncimea de 0-20 cm, cu 60%. Pe aceste soluri cu drenaj orizontal din tuburi din material plastic și cu rigole temporare de scurgere a apei, s-a efectuat afânarea adâncă la 60-70 cm cu scarificatorul, s-au aplicat 10 t/ha fosfogips și 30 t/ha gunoi de grajd sub arătura la 18-22 cm, apoi s-a realizat pregătirea terenului, încorporarea îngrășămintelor fiind efectuată numai cu grapele cu discuri grele GDG 4,2 și GDG 3,2. În aceste condiții aceste soluri au putut fi cultivate cu diferite specii, la care producțiile obținute sunt prezentate în tabelul 12.163 [Nițu, (29)].

Tabelul 12.163

**Producțiile obținute pe terenurile sărăturate din câmpul experimental
Măxineni-Corbu Nou, Brăila (29)**

Cultura	Fertilizare	Producția, kg/ha
<i>A. Grinduri largi teșite cu textură luto-nisipoasă</i>		
Orzoaică de primăvară -Elgina	N ₁₃₀ P ₇₀	2743
Orz de toamnă -Miraj	N ₁₃₀ P ₇₀	3350
Grâu -Iulia	N ₁₄₀ P ₇₀	4140
Porumb -F420	N ₁₈₀ P ₇₀	9000
<i>B. Soluri pe areale de tranziție între grind și zone depresionare cu textură lutoasă</i>		
Grâu -Dacia	N ₁₄₀ P ₇₀	2200
Rapiță -Sollux	N ₁₀₀ P ₆₀	1220
Orz de toamnă-Miraj	N ₁₃₀ P ₇₀	5000
Muștar	N ₁₃₀ P ₇₀	1700
Mazăre - Miral	N ₆₀ P ₇₀	1600
<i>C. Soluri pe areal depresionar pe depozite aluviale cu textură argiloasă</i>		
Orz de toamnă-Miraj	N ₁₃₀ P ₇₀	2950
Rapiță -Sollux	N ₁₃₀ P ₆₀	1500
Muștar	N ₁₃₀ P ₇₀	1500
Mazăre - Miral	N ₆₀ P ₇₀	1400

Procesul de spălare s-a realizat prin administrarea apei în condiții de cultivare și în afara vegetației, rezultând desalinizarea treptată a solului pe profilul A (tabelul 12.164) [Nițu, (29)]. La profilul B, cu o permeabilitate mai redusă, care determină o desalinizare mai lentă cu redistribuiri de săruri pe profil, s-a realizat desalinizarea solului pe adâncimea de 0-70 cm după patru ani. La profilul C, datorită conținutului mare de argilă și a permeabilității foarte scăzute, spălarea a trebuit asociată cu lucrări de afânare adâncă, drenaj și amendare.

C. La solurile situate pe arealele de tranziție cu textură lutoasă, între grind și zona depresionară, spălarea cu norme de 3000-3500 m³/ha a determinat desalinizarea pe adâncimea de 0-20 cm, de la 1,5% la 0,6% săruri. Pe aceste soluri cu drenaj orizontal din tuburi din material plastic, s-a efectuat afânarea adâncă la 60-70 cm cu scarificatorul, s-au aplicat 10 t/ha fosfogips sub arătură la 18-22 cm, s-a trecut la pregătirea terenului, iar încorporarea îngrășămintelor s-a efectuat numai cu grapele cu discuri grele GDG 4,2 și 3,2.

Tabelul 12.164

**Dinamica desalinizării solurilor sărăturate de la câmpul experimental
Măxineni-Corbu Nou, Brăila (29)**

Ad. cm	Argilă %	Da g/cm ³	T me/100 gsol	Na%T 1977	Na%T 1981	Reziduu mineral 1977 g/100 g sol	Reziduu mineral 1986 g/100 g sol
<i>A. Grinduri largi teșite cu textură luto-nisipoasă</i>							
0-10	17,4	1,50	10,68	11,3	5,0	1,344	0,128
10-20	18,8	1,50	10,25	14,6	6,4	1,038	0,159
20-35	18,3	1,54	10,90	10,7	5,7	0,825	0,142
35-50	13,2	1,40	7,42	8,3	6,8	0,698	0,128
50-70	10,5	1,36	6,76	8,5	8,8	0,720	0,199
<i>B. Soluri pe areale de tranziție între grind și zone depresionare cu textură lutoasă</i>							
0-10	33,6	1,40	25,07	5,2	5,1	1,505	0,107
10-20	32,8	1,43	25,94	9,0	5,1	1,200	0,100
20-35	18,9	1,40	18,31	7,7	6,1	0,746	0,114
35-50	25,3	1,35	19,00	8,7	8,0	0,619	0,156
50-70	28,3	1,28	20,00	10,4	7,3	0,675	0,149
<i>C. Soluri pe areal depresionar pe depozite aluviale cu textură argiloasă</i>							
0-10	62,4	1,35	37,00	3,4	5,8	0,400	0,127
10-20	61,0	1,37	37,00	3,6	5,3	0,471	0,120
20-35	61,0	1,37	36,40	4,9	5,3	0,496	0,159
35-50	61,1	1,31	36,40	6,1	7,2	0,536	0,165
50-70	67,0	1,31	37,00	17,9	13,4	0,647	0,243

Gunoitul de grajd. Alături de amendamente, îngrășămintele organice, în special gunoiul de grajd și îngrășămintele verzi, au un rol deosebit pentru îmbunătățirea proprietăților fizice, chimice și biologice ale solurilor sărăturate. Gunoiul de grajd contribuie la creșterea conținutului de materie organică, ameliorarea structurii, îmbunătățirea porozității, reducerea alcalinității și stimularea activității microbiologice.

CO₂ care se degajă în timpul descompunerii gunoiului, formează împreună cu apa acid carbonic, care reduce alcalinitatea solurilor sărăturate. Administrarea se face în doze mari, de 40-50 t/ha, încorporate în sol odată cu arătura de bază.

Îngrășămintele verzi care se pot utiliza sunt sulfina, floarea-soarelui și sorgul. Fertilizarea cu îngrășămintele verzi se asociază cu îngrășămintele chimice.

Îngrășămintele chimice se recomandă a fi aplicate, în primul rând cele cu azot, iar dintre acestea sulfatul de amoniu. Acest îngrășământ este fiziologic acid, astfel că radicalul SO₄ rămas în sol, în urma folosirii azotului amoniacal, formează cu sărurile din sol sulfați, care sunt solubili și pot fi spălați de către apa din precipitații.

În condiții de neirigare și pe soluri unde s-au aplicat amendamente, se recomandă 200-300 kg/ha sulfat de amoniu, iar în condiții de irigare doza trebuie să fie mai mare, ajungând până la 500 kg/ha.

Îngrășămintele cu fosfor și potasiu administrate singure nu aduc sporuri de producție pe solurile sărăturate. În cazul folosirii fosfogipsului ca amendament nu mai este necesară fertilizarea cu îngrășămintele cu fosfor.

Lucrările solului.

Proprietățile solurilor sărăturate sunt nefavorabile pentru realizarea unor lucrări de calitate, pentru că în condiții de secetă aceste soluri se compactează, se întăresc, iar în stare umedă devin ca o pastă. Din această cauză momentul optim pentru efectuarea lucrărilor este de scurtă durată. Aceste soluri se pot ara la un conținut de 16-17% umiditate din greutatea solului uscat.

Profilul solonețurilor din zona de stepă cuprinde un orizont A eluvial de 8-18 cm grosime, orizontul B solonețizat, argilos și compact, de 15-20 cm și orizontul C, bogat în carbonat de calciu și uneori în gips.

Arătura pe solurile saline contribuie la evacuarea excesului de apă de la suprafața terenului și la îmbunătățirea însușirilor hidrofizice prin afânare. Pentru eliminarea excesului de umiditate de la suprafață se recomandă, printre alte măsuri, executarea arăturilor în spinări, repetat, mai mulți ani.

Prin *arătura în straturi* și prin arătura de desfundare se pot redistribui orizonturile astfel ca orizontul eluvial A să rămână la suprafață iar celelalte două își schimbă locul între ele. În acest fel o parte din orizontul C se amestecă cu orizontul B, realizându-se o autoamendare a solului fără aplicarea amendamentelor din afară.

Arătura de desfundare permite autoamendarea, care se poate face la solonețurile columnare care au orizontul B scurt și care conțin gips la adâncimi mai mici de 50 cm.

Digozajul. O altă metodă, denumită metoda “digozajului” constă în acoperirea terenului cu un strat de sol bogat în carbonat de calciu, extras din straturile mai profunde.

Prin *afânarea treptată în profunzime*, se realizează o aerisire a stratului arabil și totodată se declanșează și se intensifică procesele biologice, se creează o permeabilitate mai bună pentru apă, care va determina o spălare în adâncime a unor cantități mai mari de săruri etc. Pentru afânarea straturilor profunde de sol plugurile trebuie să fie prevăzute cu subsolieră pentru a împiedica aducerea la suprafață a sărurilor nocive sau a orizonturilor sărace în substanțe nutritive.

Adâncirea stratului arat pe solonețurile cu coloane de adâncime mică și mijlocie, se va face progresiv, cu câțiva centimetri anual.

Arăturile pe solonețurile sulfatoclorurice este necesar să asigure pe cât posibil rămânerea pe loc a orizontului eluvial și afânarea orizontului compact cu coloane. Pe solurile sărăturate arătura cu plugul fără cormană s-a dovedit superioară arăturilor cu întoarcerea stratului arabil [Oprea și colab., (30)].

Pe solurile care au straturi sau orizonturi alcalizate la adâncimi cuprinse între 50 și 100 cm, amendarea nu poate fi efectuată decât în complex cu afânarea adâncă.

În ceea ce privește lucrările de pregătire a patului germinativ, pe solurile sărăturate ameliorate, ele sunt aceleași ca și pe solurile zonale.

Alte măsuri.

Pe sărături este necesar să se aplice o serie de lucrări de îmbunătățiri funciare printre care nivelarea și amenajarea terenurilor pentru efectuarea lucrărilor ameliorative, spălarea sărurilor, irigarea sau cultura orezului.

În urma efectuării lucrărilor de drenaj se intensifică scurgerea apelor freatice și a soluțiilor saline spre drenuri, asigurându-se astfel colectarea și evacuarea apelor freatice precum și a soluțiilor de sol mineralizate.



Prin nivelare se mobilizează solul, se mărunțesc bulgării, se omogenizează fertilitatea învelișului de sol și se îmbunătățesc condițiile pentru infiltrarea uniformă a apei pe profilul solului.

Prin lucrările de spălare se urmărește reglementarea regimului salin al solurilor.

La semănat, pe sărături, se folosește o cantitate de sămânță cu cca. 20% mai mare comparativ cu cea utilizată pe solurile normale. De asemenea, adâncimea de semănat este mai mică datorită predispoziției sărăturilor la compactare și formarea crustei.

Lucrările de îngrijire pe solurile saline au un rol important pentru afânarea solului, pentru că aceste soluri au tendința de tasare și de formare a crustei.

O măsură eficientă este ameliorarea solurilor saline și alcaline prin cultura orezului.



Wondershare
PDFelement

BIBLIOGRAFIE

1. Hera, Cr., Borlan, Z., 1980 - *Ghid pentru alcătuirea planurilor de fertilizare*, Editura Ceres București 1980.
2. Buringh, P., 1978 - *Food production potential of the world*. In: Radhe Sinha (ed.). *The World Food Problem; Consensus and Conflict* Pergamon Press, p. 477-485.
3. Massoud, F.I., 1977 - *Basic principles for prognosis and monitoring of salinity and sodicity*. In: Proc. International Conference on Managing Saline Water for Irrigation. Texas Tech. University, Lubbock, Texas. 16-20 August 1976. p. 432-454.
4. Szabolcs, I., 1979 - *Review of research on salt affected soils*. Natural Resources Research XV, Unesco, Paris.
5. Oldeman, R., 1991 - *World Map of the Status of Human*. Induced Soil Degradation, Wageningen, Holland and Nairobi.
6. Nițu, I., Drăcea, Maria, Răuță, C., Rizea, A., 1985 - *Ameliorarea și valorificarea solurilor sărăturate din R. S. România*, Editura Ceres 1985.
7. Teaci, D., Tutunea, C., Burt, M., Predel, Fl., Munteanu, Maria, 1974 - *Aspecte privind raionarea pedoclimatică și bonitarea terenurilor agricole din România, (la sc. 1:200000) pe județe*. Analele ICPA vol. XL.
8. Richards, L.A. (ed.), 1954 - *Diagnosis and improvements of saline and alkali soils*. USDA. Agriculture Handbook, 60, p. 160 p.
9. Soil Science Society of America, 1971 - *Glossary of Soil Science Terms*. Published by Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin. USA.
10. Sehgal, J.L., 1980 - *The soils of the Middle Tigris Project for land-use planning*. Soils Bulletin, Directorate of Soil Investigations and Land Classification. State Organization for Soil and Land Reclamation, Baghdad, Iraq, 375 p.
11. Abrol, I.P., Chhabra, R., Gupta, R.K., 1980 - *A fresh look at the diagnostic criteria for sodic soils*. In: Int. Symp. on Salt Affected Soils. Central Soil Salinity Research Institute, Karnal. February 18-21, p. 142-147.
12. Plyusnin I., 1964 - *Reclamative Soil Science*. Foreign Languages Publishing House Moscow.

13. Spaargaren O. C., 1994 - *World Reference Base for Soil Resources*. ISSS-ISRIC-FAO, Rome, Italy.

14. Abrol, I.P., Yadav, J.S.P., Massoud, F.I., 1988 - *Salt-affected soils and their management*. Soil Resources, Management and Conservation Service FAO Land and Water Development Division. FAO Soils Bulletin, Rome.

15. Ghassemi, F., Jakeman, A.J., Nix, H.A., 1995 - *Salinisation of Land and Water Resources: Human Causes, Extent, Management and Case Studies*. The Australian National University, Canberra, and CAB International, United Kingdom.

16. Dumitru, Elisabeta, Guş, P., Enache, Roxana, Dumitru, M., 1999 - *Efecte remanente ale unor practici agricole asupra stării fizice a solului*. Editura Risoprint, Cluj-Napoca.

17. Gill, J.S., Clark, G.J., Sale, P.W., Peries, R.R., Tang, C., 2012 - *Deep placement of organic amendments in dense sodic subsoil increases summer fallow efficiency and the use of deep soil water by crops*, Plant Soil, 359: p. 57–69.

18. Tahmasbian, Iman, Weng, Zhe, H., Fang, Yunying, Poile, Graeme, Oates, Albert, Uddin, Shihab, Xu, Binbin, Sandral, Graeme, Armstrong, Roger, Ehsan, Tavakkoli, 2019 - *Understanding the amelioration processes of the subsoil application of amendments*, Proceedings of the Agronomy Australia Conference, 25–29 August, Wagga Wagga, Australia, www.agronomyaustralia.org/conference-proceedings.

19. Florea, N., Grigorescu, A., Vlad, L., Popescu, F., Cicotti, M., 1977 - *Modificarea prin irigare a însuşirilor fizico-chimice ale cernoziomului levigat de la Fundulea*. Publ. SNRSS, vol. 16A, p. 79 – 87.

20. Jităreanu, G., Ailincăi, C., 2016 - *Agrotehnica*, Editura Ion Ionescu de la Brad, Iaşi, 536 p, ISBN 978 973 147 183 9.

21. Surăianu, V., 2007 - *Cercetări privind răspândirea și caracterizarea solurilor sărăturate din județul Brăila și măsurile de ameliorare a acestora*, Lucrările științifice ale Stațiunii de cercetare dezvoltare agricolă Brăila vol. IV Brăila, 2007, Editura Universitară București, ISBN 978-606-591-315-8, p. 7-14.

22. Davidescu, D., Davidescu, Velicica, 1981 - *Agrochimia modernă*. Editura Academiei RSR, București.

23. FAO, 1985 - *Water quality for agriculture*, ISBN 92-5-102263-1, <http://www.fao.org/3/T0234E/T0234E00.htm>.

24. FAO, 1988 – *Salt affected soils and their management*, Soils Bulletins no. 39, ISBN 92-5-102686-6.

25. Verma, K.S., Abrol, I.P., 1980 - *Effects of gypsum and pyrites on soil properties in a highly sodic soil*. Indian J. Agric. Sci. 50: p. 844-851.

26. Verma, K.S., Abrol, I.P., 1980 - *Effect of gypsum and pyrite on yield and chemical composition of rice and wheat grown in a highly sodic soil*. Indian J. Agric. Sci. 50: p. 935-942.



27. Temple, K.L., Delchamps, E.W., 1953 - *Autotrophic bacteria and the formation of acid in bituminous coal mines*. Applied Microbiol. 1: p. 255-258.

28. Obrejanu, G., Sandu, G.A., 1971 - *Amelioration of solonetz and solonetzized soils in the Socialist Republic of Romania*. In: I. Szabolcs (ed.). European Solonetz Soils and their Reclamation. Akademiai Kiado, Budapest, p. 99-130.

29. Nițu, I., Răuță C., Drăcea Maria, 1988 - *Lucrările agropedoameliorative*. Editura Ceres, București.

30. Oprea, C. V., Ștefănescu, E., Vlas, I., 1971 - *Solurile saline și alcalice*. Editura Ceres, București.

31. Mihalache, M. I., 2008 - *Pedologie - Solurile României*, Editura Dominor, București.



12.8 AGROTEHNICA PE TERENURILE ÎNDIGUITE ȘI DESECCATE

În România terenurile cu exces de apă permanent sau periodic, care necesită lucrări de îndiguire și desecare, însumează o suprafață de circa 2 777 800 ha. Aceste terenuri sunt situate în Lunca și Delta Dunării precum și pe luncile râurilor interioare, în special pe cele din vestul țării [Blidaru V., (1)].

În Lunca Dunării din cele 573 000 ha au mai rămas netransformate în terenuri cu folosințe arabilă aproximativ 8 000 ha. Lucrări de îndiguire și desecare s-au executat pe suprafețe destul de mari și în Delta Dunării.

Lucrările de drenaj sunt indispensabile în acțiunea de tehnicizare și modernizare a agriculturii în toate zonele globului pe terenurile cu exces de umiditate sau pe terenurile din zonele aride unde irigațiile pot genera salinizarea secundară și tasarea solului [Blidaru V., (1)].

Scopul îndiguirii terenurilor din Lunca Dunării a fost de a valorifica, pentru agricultură, silvicultură, piscicultură și pentru mediu în general, acest dar al naturii care prin particularitățile cadrului natural asigură o diversitate de folosințe și servicii. De asemenea prin amenajări complexe cu diguri, drenaje, irigații și perdele de protecție agrosilvice s-a creat un sistem de apărare la Dunăre pentru controlul viiturilor și a inundațiilor. Prin aceste amenajări complexe se valorifică potențialul de fertilitate ridicat al terenurilor, supuse periodic inundării, asigurat de materialul aluvionar adus de ape, de permeabilitatea bună a solurilor și de buna aprovizionare cu apă a culturilor din rezervorul freatic.

Lucrările de apărare complexe formate din diguri pe 1200 km, desecare-drenaj pe 418 000 ha și irigații pe 225 000 ha, reprezintă o investiție majoră pentru valorificare eficientă a cca. 390 000 ha de terenuri îndiguite și desecate care reprezintă 90% din terenurile protejate.

Lucrările de apărare împreună cu cele de pregătire a terenurilor agricole, care implică defrișări, destufizări, evacuări inițiale de apă, modelări, nivelări, lucrări de infrastructură și alte bunuri, constituie un patrimoniu imobil și mobil al fermelor agricole în valoare totală estimată la cca.4 miliarde dolari. Totodată această exploatare complexă a antrenat în activitate cca. 55 000 lucrători, iar 210 000 de locuitori din localitățile riverane beneficiază direct de realizările economice ale activității agricole din Lunca Dunării [Bularda M.,(2)].

12.8.1 LUCRĂRILE DE ÎNDIGUIRE ȘI DESECARE DIN DELTA DUNĂRII

Primele lucrări de îndiguire făcute în Delta Dunării de inginerii Langeveldt (Olanda) și Dithmer (Danemarca) nu au reușit datorită dificultăților întâmpinate la lucrările de desecare a terenului și de înlăturare a stufului [Petrescu N., (3)]. Primele lucrări de îndiguire cu succes s-au efectuat în perioada 1904-1906 la Chirnogi, Mânăstirea și Giurgeni, pe 3150 ha. Apoi, datorită producțiilor mari obținute pe terenurile amenajate, lucrările au continuat și în anul 1910 erau îndiguite 7100 ha.

Prin „Legea îmbunătățirii regiunii inundabile a Dunării” se preconiza îndiguirea integrală a Luncii Dunării cu diguri insubmersibile, continue și în cadrul Ministerului Agriculturii și Domeniilor ia ființă Serviciul Special de Îmbunătățiri Funciare, în coordonarea inginerului Anghel Saligny.

În opoziție cu această orientare, pentru cultivarea agricolă intensivă a terenurilor din incintă, savantului biolog Grigore Antipa promova concepția naturalistă de amenajare extensivă, predominant piscicolă, care prevedea îndiguirea întreruptă a Luncii Dunării și numai pe terenurile cu cote mai mari, pe o suprafața îndiguită de numai 130 000 ha; digurile erau propuse a fi submersibile, astfel încât o dată la 10 ani, terenurile apărate să poată fi inundate, iar folosirea lor să fie complexă, piscicolă și silvică.

Lucrările de îndiguire din Lunca Dunării se întrerup în timpul Primului Război Mondial, până în 1925, când se continuă în arealele Spanțov și Mânăstirea.

În 1935 eminentul om de știință Gheorghe Ionescu-Șișești propune o tehnologie agricolă adaptată unei incinte inundabile prin care se recomanda ca lucrarea solului la început, pe terenul nou-îndiguit, să fie o deștelenire energetică, adâncă, executată cu tractoare puternice pentru a preveni îmburuienarea ulterioară a solului și a se obține în primii ani recolte mari [Gheorghe Ionescu-Șișești (4)].

O amenajare sistematică a Luncii Dunării începe după 1944, când se revine la concepția îndiguirilor insubmersibile, cu asigurarea digului pentru anumite nivele de inundabilitate. Un studiu detaliat privind istoricul lucrărilor de îndiguire executate în Delta Dunării a fost realizat de Nichersu I., (5).

O etapă importantă în istoricul lucrărilor de îndiguire a Luncii Dunării o constituie înființarea Institutului de Studii și Proiectări pentru Ameliorații (1951), în cadrul Ministerului Agriculturii, care în perioada 1950-1962 a

realizat diferite studii geologice, hidrologice, hidraulice, geotehnice, pedologice, meteorologice, socio-economice etc. pentru îndiguirea Luncii Dunării în cadrul Planului de Amenajare al Luncii și Deltei Dunării (6).

Ritmul îndiguirilor a crescut în intensitate după anul 1949 când suprafața îndiguită a atins cifra de 10200 ha, respectiv în 1962 când s-a ajuns la 106 233 ha.

În anul 1964 suprafața îndiguită a ajuns la 306000 ha, în 1969 la 395000 ha iar în 1987 s-a atins suprafața maximă de 430000 ha, care reprezintă 84% din întreaga luncă românească. Împreună cu îndiguirile din Delta Dunării, cu o suprafață de 49000 ha, suprafața totală îndiguită pe Dunărea de Jos este de 479000 ha. Incintele din Lunca Dunării, în număr de 53, au totalizat o lungime a digurilor de 1200 km, iar cele din Delta Dunării în număr de 11, au în total o lungime a digurilor de 267 km. Mărimea suprafețelor îndiguite a fost diferită, respectiv de sub 1000 ha în 11 incinte, între 1000 și 2000 ha în 9 incinte, între 2000 și 5000 ha în 14 incinte, între 5000 și 6000 în 9 incinte și între 6000 și 28000 în 20 incinte. Singura incintă cu suprafața mult mai mare este Insula Mare a Brăilei (IMB) care are 72000 de hectare.

În Insula Mare a Brăilei, după scoaterea terenului de sub influența apelor de inundație prin îndiguirea periferică pe lungimea de 152 km, în anul 1965, s-au realizat lucrări ameliorative complexe care au cuprins desecarea, în perioada 1965-1970, irigația întregii suprafețe în perioada 1975-1982 și completări de lucrări la amenajarea de desecare și drenaj orizontal pe 9350 ha, în perioada 1981-1985.

Pentru rezolvarea problemelor tehnice și economice din îndiguirea Luncii Dunării s-au propus următoarele:

- dimensionarea lucrărilor de îndiguire pentru apărarea împotriva inundațiilor, astfel încât să determine folosirea intensivă a terenurilor din incintă;
- îndiguirea tuturor suprafețelor care se pretează în mod economic la apărarea împotriva inundațiilor;
- amenajarea incintelor pentru evitarea excesului de umiditate prin canale de desecare și stații de pompare pentru a nu provoaca pagube culturilor agricole;
- irigarea suprafețelor din incinte pentru a rezolva problema regimului deficitar al precipitațiilor în Lunca Dunării;

- stabilirea categoriilor de folosință cele mai eficiente pentru o agricultură sau o folosință piscicolă intensivă în zonele joase, unde apa nu se poate evacua în condiții economice;

- ameliorarea terenurilor sărăturate, nisipoase și mlăștinoase din incintă pentru o folosire agricolă intensivă;

- organizarea teritoriului îndiguit pentru a dezvolta o agricultură intensivă;

- întreținerea și exploatarea permanentă a lucrărilor din incintele îndiguite.

Categoriile de folosință a terenurilor stabilite în anul 1962 (6) în Planul de amenajare a Luncii Dunării sunt prezentate în tabelul 12.165.

Pe malul drept al Dunării, între Smârdan și Isaccea, au fost îndiguite până în anul 1988, terenuri în suprafață de 39 700 ha [Bondar, (7)]

Tabelul 12.165

Categoriile de folosință a terenurilor amenajate din Lunca Dunării

Categoria de folosință	Suprafața îndiguită (ha)	Suprafața neîndiguită (ha)	Total
Piscicolă	72 900	77 181	150081*
Agricolă	331 087	8 852	339939
Agro-piscicolă	380	206	586
Stufo-piscicolă	-	9 935	9935
Silvică	24 607	82 251	106858
Rezervații naturale	800	-	800
Alte terenuri	9 066	3 186	12252
TOTAL	438 850	181 601	620451
*Inclusiv albia minoră a Dunării în suprafață de 46 600 ha			

Rezervația Biosferei „Delta Dunării” (RBDD) are o suprafață totală de circa 580000 de hectare din care mai mult de jumătate (312440 ha) o reprezintă ecosistemele naturale acvatice și terestre incluse în lista zonelor cu valoare de patrimoniu universal (Convenția Patrimoniului Natural Universal UNESCO) precum și cele destinate reconstrucției ecologice, zone care constituie domeniul public de interes național. Restul suprafețelor includ terenuri îndiguite pentru piscicultură, agricultură și silvicultură, circa 80000 hectare, zone prevăzute în Legea 18/1991 cu suprafețe de teren proprietate privată sau publică de interes local, din intravilanul localităților sau

teritoriile comunelor, circa 29 000 hectare, precum și o zonă tampon marină de circa 103000 hectare.

Sub aspect morfologic, teritoriul RBDD este o regiune de câmpie aluvială în formare, cu o înclinare mică de la vest la est (0,006%). Față de nivelul „0” al Mării Negre, 20,5% din teritoriul Deltei Dunării se găsește sub acest reper, iar 79,5% deasupra acestuia. Cea mai mare extindere o au suprafețele cu altitudini situate între 0 și 1 m. Cele mai ridicate cote se găsesc pe grindurile marine Letea (12,4 m) și Caraorman (7 m), iar zonele cele mai joase se întâlnesc pe brațele Chilia (-39 m), Tulcea (- 34 m) și Sf. Gheorghe (-26 m). În depresiunile lacustre adâncimea nu depășește 3 m, cu excepția lacului Belciug, care are 7 m. Altitudinea medie a Deltei este de +0,52 m.

Din suprafața totală de 61453 ha teren agricol, 39974 ha (64%) se află în incintele agricole îndiguite și desecate (tabelul 12.166).

Tabelul 12.166

**Terenurile cuprinse în limitele teritoriale ale
Rezervației Biosferei Delta Dunării (8)**

Nr. crt.	Categoriile de folosință	Suprafața (ha)
I	Agricolă, total	61453
I-1	din care, în amenajări îndiguite	39974
II	Ape, stuf, total:	344553
II-1	din care, în amenajări piscicole	36567
III	Forestieră, total:	22796
III-1	din care, în amenajări silvice îndiguite	6442
IV	Curți, construcții, diguri, drumuri	3143
V	Neproductiv	7563

Agricultura este una din activitățile de bază ale populației locale. Fondul funciar agricol are un total de 61453 ha, din care: arabil 38797 ha, pajiști 22545 ha, vii și livezi 110 ha. Suprafețele arabile cele mai mari au fost cultivate cu grâu, porumb, floarea-soarelui, rapiță.

Activitățile din sectorul agricol trebuie să se realizeze cu respectarea Codului Bunelor Practici Agricole, care a fost elaborat conform Conținutului - Cadru din Anexa 3 a Hotărârii nr. 964 din 13 octombrie 2000 privind aprobarea Planului de acțiune pentru protecția apelor împotriva poluării cu nitrați proveniți din surse agricole.

Rezervația Biosferei Delta Dunării este amplasată pe teritoriile administrative a județelor Tulcea (87,73%), Constanța (12,23%) și Galați (0,14%).

În cuprinsul rezervațiilor biosferei s-au delimitat zone cu regim diferențiat de protecție ecologică, de conservare și de valorificare a resurselor, după cum urmează:

a) zone strict protejate, având regimul de conservare al rezervațiilor științifice;

b) zone tampon, cu rol de protecție a zonelor strict protejate în care sunt admise activități limitate de valorificare a resurselor disponibile, în conformitate cu planurile de management aprobate;

c) zone de dezvoltare durabilă, valorificabile economic prin practici tradiționale sau tehnologii noi, ecologic admise;

d) zone de reconstrucție ecologică, în care se realizează numai măsuri de refacere a mediului deteriorat, devenind ulterior zone de dezvoltare durabilă sau areale strict protejate.

Amenajările agricole, începute înainte de cel de-Al Doilea Război Mondial prin indiguri au ajuns în 1990 la o suprafață totală de 53000 ha iar acum au mai rămas în exploatare circa 39000 ha datorită condițiilor neadecvate pentru agricultură.

Rezervația Biosferei Delta Dunării, în limitele stabilite prin Legea nr. 82/1993, cuprinde o suprafață de 580000 ha, structurată în ce privește destinația în trei categorii (tabelul 12.167).

Tabelul 12.167

Zonele cu regim diferențiat de protecție ecologică, conservare și valorificare a resurselor în Rezervația Biosferei Delta Dunării (8)

Nr. crt.	Destinația terenului	Suprafața (ha)
I	Zone cu regim de protecție integrală	50600
II	Zone tampon, din care:	223300
II-1	- Zone tampon deltaice	120300
II-2	- Zonă tampon marină	103000
III	Zone economice, din care:	306100
III-1	- Zone de reconstrucție ecologică	15025
III-2	- Zone amenajate agricol	39974
III-3	- Zone amenajate piscicol	36567
III-4	- Zone amenajate silvic	6442
TOTAL		580 000

Luând în considerație importanța fluviului și a regiunii dunărene, Uniunea Europeană a adoptat în anul 2011 „Strategia Uniunii Europene pentru Regiunea Dunării (SUERD)” care are în vedere dezvoltarea sustenabilă a zonei la nivelul secolului 21. Având în vedere importanța SUERD pentru România

Academia Română a propus spre adoptare Strategia Națională în Domeniul Cercetării și Inovării pentru Regiunea Dunării Românești (SNRDR).

La Proiectul prioritar nr. 8 privind „Proiectul European al Dunării/Strategia Națională a Dunării” pentru următorii 20 de ani (2016-2035) Acad. Hera Cristian a prezentat propunerea Academiei Române privind problematica din domeniul cercetării-inovării și socio-economică la regiunea Dunării Românești (pag. 561-644) [Vlad Ionel Valentin, (9)].

12.8.2 CONDIȚIILE AGROECOLOGICE CARE INFLUENȚEAZĂ CULTIVAREA PLANTELOR AGRICOLE

Clima. Principalii parametri climatici de pe teritoriul Rezervației Biosferei Delta Dunării (RBDD) au următoarele valori:

- *temperatura medie anuală* crește de la vest la est, concomitent cu reducerea influenței uscatului și creșterea influenței mării și variază între 11 °C la Tulcea și Jurilovca și 11,4 °C la Gura Portiței;

- *precipitațiile* între 400-450 mm/an;

- *radiația solară globală* are cele mai mari valori medii anuale din România, care cresc de la vest (cca 130 kcal/cm²) la est (peste 135 kcal/cm²) sub influența Mării Negre;

- *numărul mediu anual al zilelor cu cer senin* crește tot de la vest la est: Tulcea 66 zile, Jurilovca 69,4 zile, Sfântu Gheorghe 80,1 zile;

- *durata medie anuală de strălucire a Soarelui* este de 2500 ore/an.

Din punct de vedere climatic, Insula Mare a Brăilei este situată într-o zonă secetoasă, cu un aport în precipitații în medie multianuală de 447 mm, cu o temperatură medie anuală de 10,9 °C, evapotranspirația potențială 650-750 mm și un deficit anual de 250-350 mm.

Solurile. Solurile din aceste zone sunt foarte diferite datorită condițiilor de acumulare a materialelor aluviale și a condițiilor particulare în care s-au format, reprezentate de exces de umiditate, inundații frecvente, ape freatice aproape de suprafață, depuneri de material purtat de apele de inundare ș.a. Depozitele lacustre scoase la zi au o textură fină (luturi argiloase, argile sau argile prăfoase) și sunt bogate în materie organică, în special suprafețele care au trecut prin faza de mlaștină cu dezvoltarea puternică a vegetației hidrofile.

Diversitatea condițiilor de acumulare a materialelor aluviale, condițiile climatice, tehnologiile aplicate după desecare și luarea în cultură au creat procese și direcții distincte de evoluție, fie spre soluri aluviale, în diferite stadii de evoluție, fie spre soluri gleice.

Depozitele aluvionare au o mare neomogenitate texturală, atât pe verticală cât și pe orizontală, datorită volumului viiturilor care determină alternarea materialelor grosiere depuse la viiturile mari cu cele fine depuse la viiturile mici. Cu cât textura materialelor este mai fină și conținutul în substanțe minerale este mai mare.

Solurile aluviale din luncile râurilor sunt formate recent, în condițiile reliefului de luncă și a rocilor aluvionare și au un surplus de umiditate față de interfluviul înconjurător. Aceste soluri se formează sub un regim hidric de fâneață iar datorită revărsării apelor, nivelului ridicat al pânzei freatice și a altor surse de umiditate din luncă, vegetația are condiții favorabile de umiditate față de interfluviile înconjurătoare; datorită faptului că râurile străbat diferite zone pedoclimatice și asociațiile vegetale formate corespund acestor condiții.

Solurile aluviale pot avea o reacție alcalină sau slab alcalină însă în zona de pădure pot fi acide sau slab acide.

Conținutul ridicat în materie organică a determinat obținerea unor producții ridicate mai ales în prima perioadă de luare în cultură, însă practicarea monoculturii de porumb și condițiile climatice au determinat mineralizarea rapidă a materiei organice, compactarea, scăderea conținutului de elemente nutritive, fapt care impune aplicarea unor sisteme de fertilizare distincte.

Conform lucrării „Harta solurilor din Rezervația Biosferei Delta Dunării” elaborată de Munteanu I. și colab. (10) principalele tipuri de sol și folosințe sunt:

Solurile aluviale tinere sunt caracteristice grindurilor din partea fluvială a Deltei care primesc aluviuni proaspete. Aceste grinduri au înălțimi de 2-5 metri deasupra nivelului Mării Negre, sunt moderat drenate și aerate în partea superioară a profilului de sol și au apa freatică la adâncimi de 2-3 metri. Aproximativ 35 000 de hectare cu soluri aluviale sunt îndiguite și cultivate. În condiții bune de cultivare aceste soluri sunt productive pentru orz, lucernă și floarea-soarelui și mai puțin pentru grâu de toamnă.

Limnosolurile, includ depozitele lacustre/lagunare de pe fundul lacurilor. Aceste sedimente sunt în marea lor majoritate alcătuite din suspensii

minerale aduse de apele Dunării și cele provenite în urma proceselor chimice și biologice care au loc la nivelul masei de apă și sedimentelor.

Gleisolurile, reprezintă învelișul de sol caracteristic zonelor cu o altitudine cuprinsă între 0,0 și 0,5 m. Aceste soluri s-au dezvoltat pe depozite aluviale și pe depozite de loess în Câmpia Chiliei. Dacă nu sunt drenate și cultivate, gleisolurile sunt acoperite cu stufărișuri, păpurișuri și rogozuri. Pe grindurile fluviale acestea se găsesc sub păduri de *Salix alba*, *Salix fragilis* și pajiști cu *Agrostis stolonifera* și *Carex* sp.

Solonceacurile cuprind tipurile de sol care au orizontului salic în primii 20 cm de la suprafața solului. Solonceacurile dezvoltă un covor vegetal sărac din pajiști halofile de calitate foarte scăzută. Pentru agricultură pot fi folosite numai după ameliorare printr-un drenaj artificial și spălarea sărurilor. Solonceacurile nisipoase, care au fost drenate, prezintă un risc ridicat la eroziunea eoliană.

Soluri bălane sunt caracteristice stepelor cu climat continental uscat și sunt singurele soluri zonale din Delta Dunării. Solurile bălane sunt folosite pentru teren arabil. Deși au o stare fizică bună, producțiile sunt reduse datorită conținutului relativ scăzut de materie organică, N și P.

Cernoziomurile sunt soluri răspândite pe suprafețe reduse, în special în partea de sud a câmpiei de loess a Chiliei. La aceste soluri există pericolul creșterii salinității prin ridicarea nivelului apei freactice ca efect al prezenței crescătoriilor de pește din vecinătate, care reduc drenajul natural al zonei.

Histosolurile au un orizont organic de peste 50 cm grosime în partea superioară a profilului de sol. În incintele amenajate se folosesc pentru agricultură.

Antroposolurile reprezentate de grămezi de pământ, aluviuni sau alte materiale rezultate din săparea de canale, pentru desecare, pentru deschiderea de căi navigabile și pentru îmbunătățirea circulației apei în deltă. Suprafețe mai mari care s-au înierbat natural sunt folosite ca pășune.

Principalele tipuri de sol din Delta Dunării sunt histosolurile (27,2%) urmate de gleisoluri (21,8%), limnosoluri (17,3%) și psamosoluri (15,6%) (tabelul 12.168) [Munteanu, (10)].

Excesul de umiditate de pe aceste suprafețe are efecte nefavorabile asupra proceselor microbiologice din sol. Când excesul de umiditate este de scurtă durată, procesul de reducere alternează cu cel de oxidare iar compușii feroși și manganoși sunt oxidați și trecuți în compuși ferici sau manganici instabili, care precipită formând hidroxizi de fier și de mangan.

Tabelul 12.168

Principalele tipuri de sol din Delta Dunării (10)

Nr. crt.	Tip de sol	Suprafața ha	% din total suprafață	Valoare ecologică de la /până la
1.	Soluri aluviale	53 900	13,3	Redusă/ridică
2.	Limnosoluri - sistem de clasificare nou - SRTS 2003	70 200	17,3	Redusă/ridică
3.	Gleisoluri	88 400	21,8	Redusă/ridică
4.	Psamosoluri și nisipuri	63 500	15,6	Foarte redusă/medie
5.	Solonceacuri	8100	2,0	Foarte redusă
6.	Cernisoluri (Kastanoziomuri)	900	0,2	Medie
7.	Histosoluri	110 600	27,2	Redusă/ridică
8.	Antrosoluri - sistem de clasificare nou - SRTS 2003	10 400	2,6	Scăzută

Când excesul de umiditate are loc datorită prezenței unui strat freatic aproape de suprafața solului, oscilația sezonieră a acestuia este de cel mult un metru iar circulația apei freatice este foarte lentă. Datorită argilozității mari, poate apărea procesul de gleizare cu formarea unui orizont de glei de reducere, notat cu (Gr), care poate alterna cu un orizont de glei de oxidare (Go) cu pete ruginii sau brune. În funcție de amplitudinea de oscilație a nivelului apei freatice acestea se pot forma la adâncimi de peste 2 m, cum se întâmplă la solurile aluviale din apropierea albiei râurilor, la adâncimi mijlocii de 1-2 m, specifice solurilor semigleice și cu oscilații mici, de sub un metru, caracteristice solurilor gleice.

Unitatea naturală Insula Mare a Brăilei (IMB), reprezintă un complex de exploatare agricolă de referință, cu particularități naturale, sistem hidroameliorativ și organizatoric specific. În această zonă, pe depuneri aluviale foarte permeabile, groase de 60-100 m s-au format prin procesele de pedogeneză, soluri tinere, aluviale cu o fertilitate deosebit de ridicată.

Un profil geologic transversal efectuat prin teritoriul incintei IMB atestă o succesiune de depuneri aluvionare dispuse la suprafață, până la 10-15 m adâncime, cu argile și luturi, în care este cantonată pânza freatică. Sub acesta se află depozite acvifere de adâncime, formate din nisipuri fine până la adâncimi de 25-30 m și apoi nisipuri grosiere și pietrișuri până la 90-100 m. În acest cadru lito-hidrologic, Dunărea influențează bilanțul apei, asigurând o alimentare substanțială cu apă, cu influențe mai mari asupra nivelului rezervorului freatic la viituri.

Fertilitatea bună a fost determinată de bogăția în elemente nutritive a materialului aluvionar, de existența unei aprovizionări cu apă a plantelor din pânza freatică, datorită permeabilității pentru apă foarte bună a solurilor, în care predomină fracțiunile argiloase, pe 65% din teritoriu și de prezența unei macroporozități determinată de resturile activității biologice anterioare (cochilii și rizomi).

Din cercetările efectuate de SCDA Brăila la S.C. Agricos SRL, în cadrul Proiectului sectorial, a rezultat că dinamica conținutului de săruri din apă și soluri are o tentă de reducere a concentrațiilor datorită efectului benefic al sistemului agricol ameliorativ practicat [Bularda, (2)].

La rețeaua de sondaje tubate de la ferme se efectuează măsurători periodice (lunar) privind adâncimea apei freatice și conținutul de săruri, pe baza cărora se trasează curbele de nivel ale apei freatice (hidrozohipsele) care suprapuse peste curbele de nivel ale terenului, permit trasarea hidroizofreatelor și realizarea hărților hidrogeologice cu raionarea teritoriului după adâncimile de nivel freatic. Pe baza acestei raionări hidrogeologice se stabilește gradul de aprovizionare cu apă freatică a culturilor și se diferențiază elementele tehnice ale regimului de irigație pe solurile din luncă.

Solurile, inițial libere de săruri solubile după scoaterea lor de sub influența apelor de inundație și aplicarea desecării, au acumulat săruri în stratul superior (0-25 cm) la nivelul de 183 mg/100 g sol, pentru ca în perioada 1981-1995 să-și reducă conținutul la 115 mg/100 g sol. Slaba salinizare a solurilor în stratul superior (0- 100 cm) se datorează bunei permeabilități a solurilor, ce a permis antrenarea sărurilor din soluri în perioadele excedentare (tabelul 12.169).

Tabelul 12.169

**Ponderea solurilor pe trepte de salinizare, pe adâncimea de 0-100 cm
la fermele din Insula Mare a Brăilei (2)**

Ferma	Perioada	Raioane (%) cu salinizare de mg/100 g sol				Salinizare medie ponderată mg/100 g sol
		50-100	100-200	200-300	300-400	
Stăvilăru	Primăvara	51	49	0	-	100
	Toamna	15	85	0	-	89
Edera	Primăvara	22	56	22	-	146
	Toamna	72	13	15	-	115
Marasu	Primăvara	15	78	7	-	141
	Toamna	16	58	11	15	172

Apa freatică. Apa freatică este aproape de suprafață și determină o aerație insuficientă a solului având ca efect încetinirea proceselor de oxidare și mineralizarea insuficientă a resturilor organice.

În condiții de umiditate în exces nitrații nu se mai formează iar cantitățile existente sunt consumate de microorganismele anaerobe sau sunt reduse până la azot elementar. Procesele de nitrificare sunt stânjenite dacă nu se fac lucrări de desecare. Datorită insuficienței oxigenului, în solurile cu exces de umiditate are loc procesul de gleizare iar fosfații de fier și aluminiu care se formează sunt inaccesibili plantelor.

Un factor important pentru vegetația agricolă și forestieră din incintele îndiguite ale Deltei Dunării este dinamica nivelului apei freactice în cursul anului. Măsurătorile efectuate în anul 2003 au scos în evidență faptul că nivelul cel mai ridicat al apei freactice s-a înregistrat în luna mai în puțul din incinta Carasuhat (0,80 m), iar cel mai coborât în incinta Păpădia (6,0 m) (tabelul 12.170).

Măsurătorile efectuate în anul 2004 scot în evidență faptul că valorile nivelului apei freactice cresc începând cu luna ianuarie până în lunile aprilie - mai când se atinge maximul, pentru ca apoi să coboare până în lunile septembrie-noiembrie, după care încep din nou să se ridice. Cel mai ridicat nivel al apei s-a înregistrat în lunile iunie-iulie în incinta Pojarnic (0,3-0,4 m) unde pe foste funduri de baltă, apa a ajuns la suprafață [Greavu, (11)].

Tabelul 12.170

Adâncimea apei feractice din incintele îndiguite din Delta Dunării (11)

Incinta	Adâncimea apei freactice în anul 2003 (m)							
	15.05.	15.06.	15.07.	15.08.	15.09.	15.10.	15.11.	15.12.
Pojarnic	1,05	1,70	2,90	4,00	4,10	4,60	3,10	2,90
Rusca	1,70	2,80	3,70	4,70	4,60	4,30	3,80	3,70
Carasuhat	0,80	1,60	3,65	3,75	4,50	4,30	4,20	3,60
Pestrițele	1,70	1,90	2,10	2,30	2,30	2,30	2,25	2,20
Păpădia	-	6,00	6,00	6,00	5,50	4,90	4,50	4,30
	Adâncimea apei freactice în anul 2004 (m)							
	15.05.	15.06.	15.07.	15.08.	15.09.	15.10.	15.11.	15.12.
Pojarnic	-	0,30	0,40	1,50	1,60	1,70	1,60	1,50
Rusca	2,70	2,80	3,40	3,50	3,70	3,80	3,70	3,50
Carasuhat	-	3,45	3,50	3,70	3,90	4,20	4,30	4,40
Pestrițele	0,90	1,20	1,50	1,60	1,70	1,60	1,70	1,60
Păpădia	4,60	4,90	4,90	4,50	4,50	4,40	4,40	4,40

Cercetările efectuate de SCDA Brăila în Insula Mare a Brăilei au contribuit la proiectarea și realizarea lucrărilor hidroameliorative și de irigație și la stabilirea comportării în exploatare a lucrărilor de îmbunătățiri funciare și a evoluției solurilor și apelor freatice din incintele îndiguite, în vederea proiectării de noi lucrări și pentru optimizarea exploatarei hidroameliorative.

Cercetările desfășurate pe un model experimental tip lizimetre și în câmp de SCDA Brăila au permis stabilirea aportului freatic pentru diferite culturi de câmp în funcție de textura solului și adâncimea nivelului freatic. Pe baza acestor cercetări s-a stabilit tehnologia de aplicare diferențiată a irigației în funcție de plantă, stadiul de vegetație, adâncimea apei freatice și caracteristicile solului. Astfel, în funcție de adâncimea apei freatice a rezultat că cerințele de apă de irigație sunt necesare pentru adâncimi ale apei freatice de peste 0,75-1 m la grâu, la peste 1,25-1,50 m la porumb, peste 1,75-2,00 m la floarea-soarelui și la peste 2,5 m la lucerna veche.

Pentru cultura porumbului, în condițiile unui an normal din punct de vedere climatic, regimul de irigare prevede neaplicarea udărilor când adâncimea apei freatice este de sub 1 m, aplicarea a două udări la un nivel freatic de sub 1,5 m adâncime și 3 udări când apa freatică este la peste 2 m adâncime.

Controlul permanent al nivelului apei freatice la o rețea de puncte de observare hidrogeologică asigură informațiile necesare pentru stabilirea elementelor tehnice ale regimului de irigare dar și pentru avertizarea excesului de umiditate în perioadele cu niveluri ridicate ale fluviului sau cu aport mare din precipitații. De asemenea controlul periodic al salinizării apei și solului în punctele de sondaje, în vederea cunoașterii dinamicii conținutului de săruri, ajută la prevenirea declanșării proceselor intense de salinizare secundară prin aplicarea unor soluții ameliorative de amendare și spălare.

În IMB aportul de apă provenită din pânza freatică se determină pentru principalele culturi pe baza poziției acestora pe rezervorul freatic din cadrul fermei. Pentru condițiile fermei Edera, în anul agricol 2012-2013, pe un sol cu textură fină, la o adâncime medie a pânzei freatice pe perioada de vegetație de 2,27 m, cultura de porumb a beneficiat de un aport mediu ponderat de 736 m³/ha, floarea-soarelui de 988 m³/ha iar soia de 569 m³/ha (tabelul 12.171). La ferma Stăvilăru, în aceeași perioadă, la o adâncime medie pe perioada de vegetație a pânzei freatice de 0,88 m, cultura de porumb a beneficiat de un aport mediu ponderat de 2755 m³/ha, floarea-soarelui de 3015 m³/ha iar soia de 2926 m³/ha (tabelul 12.172).

Tabelul 12.171

**Aportul freatic în perioada de vegetație la culturile de porumb,
floarea-soarelui și soia, la ferma Edera (2)**

Cultura	Aport freatic (mc/ha) pe adâncimi ale nivelului freatic				Aport freatic mediu ponderat Adâncimea medie ponderată a apei freatice în vegetație - 2,27 m
	0-1m	1-2 m	2-3 m	3-4 m	
% din suprafața	5%	32%	45%	18%	
Porumb	3500	1540	150	0	736 mc/ha
Floarea-soarelui	3650	1980	380	0	988 mc/ha
Soia	4.150	930	140	0	569 mc/ha

Tabelul 12.172

**Aportul freatic în perioada de vegetație la culturile de porumb,
floarea-soarelui și soia, la ferma Stăvilăru (2012-2013) (2)**

Cultura	Aport freatic (mc/ha) pe adâncimi ale nivelului freatic				Aport freatic mediu ponderat Adâncimea medie ponderată a apei freatice în vegetație – 0,88 m
	0-1m	1-2 m	2-3 m	3-4 m	
% din suprafața	62%	38%	0%	0%	
Porumb	3500	1540	150	0	2755 mc/ha
Floarea-soarelui	3650	1980	380	0	3015 mc/ha
Soia	4.150	930	140	0	2926 mc/ha

Potențialul de aprovizionare cu apă freatică a culturilor de pe teritoriul celor două ferme, s-a făcut cu ajutorul a doi indici pedohidrologici.

Primul indicator - *Gradul de utilizare al rezervorului freatic* (Guf, %), în arealele cu adâncimi ale apei freatice sub 2 m, foarte active în aprovizionarea culturilor cu apă, arată proporția alimentării cu apă a culturilor prin ascensiune capilară și are valori mari la o aprovizionare de peste 60% (tabelul 12.173).

Tabelul 12.173

**Indici pedohidrologici ai rezervoarelor freatice de pe teritoriul fermelor pilot
din Insula Mare a Brăilei (2)**

Ferma	Cota medie a terenului fermei	Grad de utilizare a rezervorului freatic (Guf)*(%)	Indicele aportului freatic util (Ifu), (mc/ha)
Stăvilăru	4,24	91	1680
Edera	4,43	36	670
Marasu	4,89	43	800
*Apreciere valori Guf :	foarte mari >60%	mari: 40-60%	moderate: 20-40%

Al doilea indicator - reprezintă aportului freatic util al culturilor de pe un teritoriu agricol, apreciat printr-un indice al *aportului freatic util* (Ifu, mc/ha) care arată valoarea medie ponderată a cantităților de apă la hectar care aprovizionează culturile din zone de pe teritoriul fermei bine, slab sau neaprovizionate freatic. În tabelul 12.184 se prezintă aportul natural de apă din rezervorul freatic la trei ferme din IMB. Ferma Stăvilăru cu terenul cel mai depresionar din Insulă, are valoarea indicelui Guf cea mai mare (91%), deci aportul freatic este pe 91% din suprafața fermei și are indicele Ifu de 1680 m³/ha, deci fiecare hectar din fermă a primit în dar de la natură 2,5 norme de udare. Ferma Edera, în contrast, cu o altă conformație geomorfologică a teritoriului prezintă valori ale indicelui Guf de 36% și un indice Ifu de numai 670 m³/ha.

Dirijarea rezervorului freatic în vederea asigurării unei adâncimi optime pentru aprovizionarea cu apă a culturilor prin ascensiune capilară se asigură prin următoarele două metode:

1. Menținerea nivelului de apă ridicat în canalele de desecare - evacuare ale incintei la sfârșitul primăverii sau începutul verii, după încheierea activității de evacuare a excesului de apă din soluri. Prin menținerea nivelelor ridicate în canale se asigură alimentarea cu apă a rezervorului freatic.

2. Modelarea rezervorului freatic în amenajările de drenaj cu funcție reversibilă prin utilizarea unui sistem de dispozitive și instalații situat pe colectori de drenaj care asigură dirijarea nivelului apei în colectori și controlul nivelului freatic în terenul amenajat.

Pentru controlul efectelor secetei și valorificarea cât mai bună a aportului natural de apă trebuie asigurate următoarele:

- lucrările solului trebuie efectuate în complex, în perioada optimă, în număr și timp cât mai redus;
- irigația în condiții de secetă trebuie efectuată cu economisirea apei, prin reducerea la maxim a pierderilor, prin aplicare la momentele optime în funcție de bilanțul apei din sol și de fazele de consum maxim ale plantelor ;
- fertilizarea culturilor pentru intensificarea creșterii și dezvoltării plantelor și a îmbunătățirii rezistenței acestora la condițiile de stres;
- combaterea eficientă a buruienilor, pentru eliminarea concurenței acestora față de rezervele de apă din sol ;
- utilizarea soiurilor și hibrizilor cu perioade scurte de vegetație, cu scopul evitării perioadelor de stres hidric maxim;

- utilizarea unor asolamente eficiente, cu leguminoase în rotație, care să permită protecția și îmbunătățirea fertilității solului pentru cultura care urmează;

- practicarea sistemelor de lucrări minime sau no-tillage și a tehnologiilor cu lucrări efectuate în perioade scurte și de calitate;

- îmbunătățirea calității solului prin lucrări de subsolaj, afânări adânci, cu tocarea și încorporarea resturilor vegetale.

Dinamica regimului hidrosalin al incintei îndiguite Insula Mare a Brăilei s-a urmărit anual în perioada 1965-1990 și periodic după anul 1990 de către SCDA Brăila care a stabilit starea regimului hidrogeologic, hidrochimic și salin al solurilor din acest teritoriu. Regimul sărurilor din apele freatice și soluri a fost corelat cu dinamica regimului hidrologic al luncii după îndiguire.

Apele freatice, inițial slab mineralizate, de la o mineralizare medie ponderată pe incintă de 1,17 g/l în 1965, după îndiguire, s-a ajuns la nivelul de 2,46 g/l în perioada 1966-1970, după aplicarea desecării și o reducere la 1,26 g/l în perioada 1981-1985, după aplicarea irigațiilor.

Arealele cu ape slab mineralizate de sub 1 g/l reziduu mineral, s-au redus de la 51% din suprafața incintei, cât erau inițial, la 24% după aplicarea desecării, pentru a crește la 46% după introducerea irigațiilor. În mod corespunzător s-a produs reducerea suprafețelor cu ape mai intens sărurate de la 25% în regim îndiguit și desecat la 12% în regim îndiguit, desecat și irigat.

12.8.3 LUCRĂRI AGROTEHNICE PENTRU AMELIORAREA SOLURILOR PE TERENURILE ÎNDIGUITE ȘI DESEcate

Având în vedere caracteristicile și resursele regiunii Dunării, acestea trebuie exploatate în cadrul unui sistem agricol ameliorativ, care să cuprindă atât metodele și lucrările de potențare pentru fertilitatea solului cât și elemente pentru conservarea și gestionarea mediului și pentru reabilitarea economică și socială a zonei.

Pentru tipurile reprezentative de sol și pentru principalele culturi de câmp din IMB prin cercetări în câmp și în lizimetre s-au efectuat cercetări pentru stabilirea lucrărilor agrotehnice pentru ameliorarea solurilor din incintă.

Lucrările agrotehnice pe terenurile îndiguite, desecate, drenate și irigate trebuie să urmărească, comparativ cu terenurile cultivate în condiții

normale, elementele tehnologice cu rol permanent de protecție și de ameliorare a solului și a apelor freatice.

Astfel lucrările agrotehnice privind asolamentele, fertilizarea, lucrările solului, lucrările de semănat și pentru controlul buruienilor se stabilesc având în vedere următoarele:

- indicii hidrofizici specifici solurilor de luncă;
- sistemele de fertilizare și de amendare a solului în condițiile terenurilor desecate, drenate și irigate cu diferite grade de sărăturare;
- bilanțul apei din sol la culturile de câmp în condițiile terenului de luncă;
- parametrii hidrochimici și salini la tipurile de sol și apele din incintele îndiguite;
- efectuarea lucrărilor agrotehnice care să permită prelucrarea în timp scurt și în profunzime a solurilor argiloase, restrictive la umiditatea de lucru și predispuse la compactare;
- păstrarea fertilității naturale ridicate a solurilor prin fertilizări chimice dar mai ales prin aplicarea gunoii de grajd, folosirea plantelor amelioratoare și a materialelor vegetale;
- combaterea integrată a buruienilor, favorizate în infestarea soarel de regimul hidrologic bogat al solurilor și densitatea mărită a rețelelor de canale, prin tratamente chimice dar mai ales prin lucrări agrotehnice (asolamente, arături profunde s.a.);
- folosirea în structura de culturi a plantelor valoroase care valorifică în optim potențialul hidrologic benefic al solurilor bine aprovizionate freatic;
- aplicarea unui regim de irigație diferențiat în funcție de aportul freatic;
- aplicarea unui control riguros al stării de fertilitate a solurilor pentru a preveni și combate evoluțiile negative, privind sărăturarea, compactarea și gleizarea, prin lucrări agrotehnice și pedoameliorative adecvate.

Efectuarea lucrărilor de îndiguire, desecare, deștelenire și irigare schimbă regimul salin și trofic al solului iar prin luarea în cultură au apărut probleme de salinizare secundară și s-au declanșat procesele de eroziune eoliană pe solurile nisipoase.

Din rezultatele cercetărilor efectuate a rezultat că în condițiile aplicării unor tehnologii corespunzătoare, fertilitatea solurilor din zonele îndiguite a evoluat privind conținutul de humus și elementele nutritive similare aceleia din terasele și câmpiile învecinate. Numai pe suprafețe restrânse, cu

condiții locale specifice, s-au produs degradări prin sărăturare a solurilor și eroziunea celor nisipoase, nedepășindu-se 3-4% din suprafața protejată.

Proiectul „Strategia de dezvoltare durabilă integrată a Deltei Dunării (2030)”, finalizat în 2015, a identificat o serie de domenii prioritare pentru intervenție și proiecte-cheie în cadrul fiecărui sector, bazate pe o serie de criterii de impact preconizat asupra obiectivelor strategice, lărgimea geografică, nivelul de pregătire și durabilitatea financiară și administrativă.

Pentru ameliorarea acestor soluri trebuie aplicate îngrășăminte organice (30-40 t/ha gunoi de grajd) și introduse asolamente care includ și lucernă.

Pe anumite suprafețe indiguite și desecate au fost identificate soluri degradate prin salinizare și alcalizare care complică foarte mult lucrările pentru menținerea și sporirea fertilității acestor soluri. Solurile cu exces de umiditate sunt mai reci primăvara, zăpada se topește mai greu iar semănatul se întârzie.

Excesul de umiditate determină iarna variații mari ale volumului solului datorită înghețului și dezghețului iar culturile de toamnă suferă în urma fenomenului de dezrădăcinare (“descălțare”).

Apa în exces și insuficiența aerului stânjenesc creșterea plantelor cultivate și înlesnesc înmulțirea unor specii de buruieni și ciuperci parazite care produc boli ale acestora. Pe solurile depresionare și mlăștinoase nu se pot aplica tehnologii moderne dacă nu se iau măsuri de îndiguire și desecare.

Desecarea și drenajul solurilor cu exces de umiditate asigură regularizarea scurgerii apelor de suprafață și a celor freatică în vederea îmbunătățirii însușirilor solului și a satisfacerii cerințelor plantelor pentru apă și aer. Când nu există exces de umiditate dar plantele suferă totuși datorită lipsei aerului ca efect al porozității scăzute și a conținutului mare de argilă, se poate apela la drenajul cârtiță sau la desecarea biologică, folosind plante cu un consum mare de apă.

Pentru eliminarea apelor de suprafață și pentru îmbunătățirea capacității de infiltrație se execută arături în spinări și arături adânci.

Adâncimea la care trebuie menținută apa freatică pe terenul drenat pentru a se asigura condiții optime pentru creșterea și dezvoltarea plantelor, denumită adâncime de drenaj, depinde de nevoile culturilor, înălțimea ascensiunii apei capilare, textura solului și de stabilitatea hidrică a agregatelor structurale de sol.

Adâncimea de pozare a drenurilor este în funcție de coeficientul de filtrație al solului, de adâncimea stratului impermeabil, pe care nu o poate depăși, de adâncimea de îngheț, care în țara noastră este de aproximativ 1 m și

de adâncimea până la care lucrarea poate fi realizată mecanizat (1,7-2 m). Pe baza acestor valori și a normei de desecare se stabilește apoi distanța dintre drenuri.

Majoritatea specialiștilor recomandă ca după desecarea solurilor cu exces de umiditate să se facă o arătură adâncă, de desfundare a orizontului humifer sau turbos, care îmbunătățește regimul aero-hidric și declanșează procesele de mineralizare a materiei organice.

Înainte de efectuarea acestei arături trebuie efectuată cartarea terenului pentru a se vedea adâncimea orizontului cu glei și tipul acestuia, respectiv dacă este glei de oxidare sau de reducere.

Prin arăturile anuale executate la cormană se pot realiza rigole temporare pentru colectarea apei și scurgerea ei în canalele de desecare.

Aplicarea lucrărilor de afânare adâncă la 60 cm pe terenurile îndiguite, desecate, drenate, cu drenuri la distanța de 20 m și irigate, a determinat creșterea producției și ameliorarea însușirilor solului.

Producțiile obținute la cernoziomul moderat salinizat, desecat, drenat, amendat și irigat la majoritatea culturilor au fost apropiate de cele realizate pe terenurile nesalinizate (tabelul 12.174).

Tabelul 12.174

Producțiile obținute pe terenurile îndiguite, desecate, drenate și irigate la diferite culturi de câmp (kg/ha) (12)

Cultura	Anul	Fără afânare adâncă	Cu afânare adâncă - 60 cm
Porumb boabe	1999	4625	4884
	2000	3390	3748
Sorg boabe	1999	3233	3246
	2000	4066	4266
Floarea-soarelui	1999	2500	2535
	2000	3185	3285
	2003	1070	1120
	2004	1080	1125
Grâu	2000	4066	4166

Agricultura a devenit un sector preponderent în regiunea Dunării și în multe alte zone unde este principala activitate economică și prin urmare, continuă să influențeze în mod decisiv orice activitate de dezvoltare rurală.

Rusu Mărioara (13), a efectuat în 2016 o analiză a punctelor forte și slabe ale sectorului agricol din Regiunea Dunării considerând că rezultatele și concluziile obținute ar putea fi utilizate de factorii de decizie în strategiile de dezvoltare a acesteia. O primă concluzie este că ponderea sectorului zootehnic

în producția agricolă totală a scăzut, acesta a reprezentat doar 25,41% deși este cunoscut că acest sector oferă o eficiență și o conversie mai mare a produselor vegetale. Accentuarea subdezvoltării sectorului zootehnic în Regiunea Dunării, care are resurse majore de teren și care oferă oportunități de dezvoltare semnificative pentru o agricultură diversificată, nu poate asigura dezvoltarea durabilă a zonei.

O altă concluzie este scăderea folosirii intensive a terenurilor agricole. Comparând datele din 1992 cu datele din 2014, s-a constatat că există o tendință de utilizare pe scară largă a resurselor de terenuri agricole, ponderea suprafețelor de vii și livezi a scăzut, odată cu creșterea suprafețelor de pășuni și fânețe. O concluzie foarte importantă este că producțiile medii, în perioada 1992-2014, au avut valori scăzute pentru majoritatea culturilor și oscilante în raport cu potențialul natural existent (tabelul 12.175).

Tabelul 12.175

Producțiile medii la principalele culturi în Regiunea Dunării (kg/ha) (13)

Perioada	Grâu	Porumb	Floarea-soarelui	Cartof
1992-1996 (A)	2232	2642	1172	9715
2010-2014 (B)	3179	4106	1743	12940
Diferența B-A	+947	+1464	+571	+3225

Deși în 2014, s-a observat o îmbunătățire în comparație cu anii precedenți, fragmentarea puternică a terenurilor, utilizarea redusă a îngrășămintelor și a irigației, investițiile reduse în agricultura zonei au determinat comunitățile rurale din regiunea Dunării să rămână în limitele istorice și să aibă o tranziție ezitantă. Scăderea bruscă a utilizării inputurilor agricole, degradarea terenurilor și distrugerea sistemelor de irigare afectează dezvoltarea durabilă a zonei.

Deși suprafața agricolă dotată cu instalații de irigație a însumat aproximativ 2,6 milioane de hectare, care reprezintă 86,51% din suprafața totală agricolă dotată cu instalații de irigație din România, suprafața irigată eficient a înregistrat niveluri extrem de scăzute în anul 2014, de numai 5,3%.

Utilizarea extrem de scăzută a resurselor de producție, cultivarea cerealelor pe suprafețe mari, reducerea efectivelor de animale, în dezacord evident cu potențialul agricol al regiunii Dunării, sunt principalele cauze ale scăderii producției și a investițiilor. În Strategia de dezvoltare a României în următorii 20 de ani, prezentată în Editura Academiei Române la Proiectul 5 -

Securitate și siguranță alimentară, pag. 239-261, Acad. Cristian Hera a prezentat scenariile pentru utilizarea îngrășămintelor și a irigațiilor pentru România la orizontul anului 2028 și 2038 (tabelul 12.176).

Tabelul 12.176

**Scenarii pentru evoluția consumului de îngrășăminte (kg/ha arabil)
și a suprafeței agricole efectiv irigate (mii ha) (9)**

Scenarii	Orizont 2020	Orizont 2028	Orizont 2038
Scenarii pentru evoluția consumului de îngrășăminte (kg/ha arabil)			
Optimist	70	95	130
Realist	65	80	105
Pesimist	58	68	80
Scenarii pentru evoluția suprafeței agricole efectiv irigate (mii ha)			
Optimist	430	950	1500
Realist	400	660	800
Pesimist	220	350	500

Sortimentul de plante. După eliminarea excesului de umiditate și deștelenire, terenurile îndiguite se cultivă cu diferite plante în funcție de condițiile de sol și climă. Terenurile cu apa freatică mai la suprafață și umiditate mare în sol până vara târziu, se cultivă cu plante furajere sau se folosesc pentru pășuni și fânețe.

Pe terenurile cu cote mai ridicate se cultivă floarea-soarelui, soia, grâu, ovăz, legume iar pe cele nisipoase culturi timpurii și semitimpurii. Pe terenurile cu permeabilitate redusă se cultivă orezul.

Pe terenurile îndiguite din Lunca Dunării cele mai mari producții se obțin la porumb, în special când se cultivă în rotație cu soia. La porumb, pe terenurile unde semănatul se poate face timpuriu se recomandă cultivarea hibrizilor târzii iar hibrizii semitimpurii se recomandă a fi amplasați pe suprafețele care se zvântă mai greu și semănatul se execută mai târziu.

Pe terenurile cu exces de umiditate din zonele cu veri mai răcoroase, pe lângă culturile cerealiere se pot cultiva cu rezultate bune cartoful, inul pentru fibră, trifoiul, cânepa, orzoaica etc.

Din cercetările efectuate privind adaptabilitatea și productivitatea rapiței de toamnă pe terenurile aluviale irigate din Insula Mare a Brăilei a rezultat că producțiile medii obținute, în perioada 2004-2010, la hibridii Dynasty și Sitro au depășit 4500 kg/ha iar la alte zece genotipuri, din cele 29 studiate, s-au realizat peste 4000 kg/ha (tabelul 12.177). Genotipurile

PR45D01, Lilian, Extend, Kiribik, Artist, Betty, Astrid s-au dovedit bine adaptate la condițiile pedoclimatice din Insula Mare a Brăilei și deci oferă o posibilitate sporită în optimizarea structurii soiurilor pentru condițiile tehnologice din zonă.

Tabelul 12.177

Producțiile medii obținute la diferite genotipuri de rapiță de toamnă pe terenurile irigate (14)

Nr. crt.	Genotipul	Masa a 1000 boabe		Producția	
		g	Coef. variație (%)	t/ha	Coef. variație (%)
1	Dinasty	3,407	5,8	4,55	5,3
2	Sitro	3,226	4,7	4,51	5,1
3	Exocet	3,224	7,4	4,47	7,2
4	Betty	3,204	3,4	4,33	4,8
5	Exagon	3,045	4,5	4,29	9,5
6	Safran	3,102	4,5	4,23	9,1
7	Artist	3,202	5,6	4,18	7,8
8	Lilian	3,063	5,6	4,15	7,7
9	PR45D01	3,032	6,6	4,12	11,8
10	Llia	3,122	7,2	4,11	11,3
11	Triangle	3,000	4,4	4,07	10,3
12	Astrid	3,012	5,7	4,03	8,3
DL 5%		0,0589		0,1094	

Terenurile din lunca îndiguită au particularități geodezice, geomorfologice, pedologice și hidrologice specifice ce impun aplicarea unei exploatare hidrotehnice eficace și a unui sistem agricol ameliorativ [Vișinescu, (16)]. Exploatarea agricolă a terenurilor apărate prin îndiguire asigură o valorificare eficientă pe circa 90% din terenurile îndiguite, desecate și irigate. Producțiile agricole medii obținute pe aceste terenuri în condițiile aplicării unor tehnologii adecvate sunt comparative cu cele obținute pe terenurile cele mai fertile, respectiv: 5100-6700 kg/ha la grâu, 9000-9200 kg/ha la porumb, 3600-3800 kg/ha la soia (16). În acest sens, este edificatoare dinamica producțiilor obținute de Societatea Agricolă SC „TCE Trei Brazi” pe o suprafață de cca. 57000 ha în Insula Mare a Brăilei (tabelul 12.178).

Valorificarea deosebit de bună a solurilor cu exces de umiditate la această unitate agricolă are la bază aplicarea unui sistem tehnologic care a cuprins:

- utilizarea de soiuri și hibrizi performanți;
- folosirea de mașini și utilaje agricole moderne;

- controlul atacului de boli, dăunători și a buruienilor problemă prin produse chimice eficiente dar și prin lucrări agrotehnice specifice (asolament, lucrările solului ș.a.);
- scurtarea perioadelor de efectuare a lucrărilor de bază ale solului și utilizarea de mașini care asigură mobilizarea profundă, activitate foarte importantă în afânarea solurilor argiloase din IMB;
- generalizarea lucrărilor agricole în sistem de minimum-tillage;
- utilizarea unor instalații pentru irigație eficiente;
- creșterea ponderii culturilor valoroase (soia) și a celor de perspectivă (rapiță), pentru obținerea de biocombustibili.

Tabelul 12.178

**Suprafața cultivată și producțiile obținute la SC „TCE Trei Brazi”
în Insula Mare a Brăilei (16)**

Cultura	Anul	Suprafața cultivată (ha)	Producția (kg/ha)
Grâu	2004	17410	5147
	2005	11629	5844
	2006	12841	6672
Orz	2004	1810	5463
	2006	1538	5343
Porumb	2004	9027	9158
	2005	6972	9005
Soia	2004	12429	3600
	2005	11291	3796
Floarea-soarelui	2004	4461	2164
	2006	1578	2500
Rapiță	2004	4461	2164
	2006	9222	3012

Potențialul termic al Deltei Dunării este favorabil pentru cultivarea hibrizilor de porumb cu perioadă de vegetație exprimată în unități termice utile de peste 1400 UTV. Deși factorul limitativ pentru porumb în Delta Dunării îl constituie precipitațiile anuale, care sunt în medie sub 400 mm, prin aportul freatic și irigație producțiile obținute în perioada 1993-1994 la hibridii de porumb productivi au fost cuprinse între 8600 și 10900 kg/ha (tabelul 12.179) [Ignătescu Vasilica, (17)]. În momentul de față, conform Asociației Producătorilor de Porumb din România (APPR, 2019), prin modernizarea tehnologiilor și un management performant, producțiile obținute la porumbul irigat sunt în jur de 20 t/ha (Premiul Porumbul de Aur, 2019).

Folosirea îngrășămintelor. Solurile din incintele îndiguite și desecate sunt în general bine aprovizionate în materie organică, dar aceasta este descompusă parțial și contribuie în mai mică măsură la aprovizionarea plantelor cu elemente minerale.

Tabelul 12.179

Producțiile de porumb la diferiți hibrizi în Insula Mare a Brăilei (17)

Nr. crt.	Hibridul	Producția		Diferența kg/ha	Semnificația
		kg//ha	%		
1.	F 410	10900	141,6	+3200	xxx
2.	F340	10400	135,0	+2700	xxx
3.	F322	9100	118,2	+1400	xxx
4.	P3709 (Sylvia)	9000	116,9	+1300	xxx
5.	F420	9000	116,9	+1300	xxx
6.	F425	8700	112,9	+1000	xx
7.	P3377 (Luana)	8600	111,7	+900	xx

Proiectul „Strategia de dezvoltare durabilă integrată a Deltei Dunării 2030” (SIDDDD a identificat domeniile prioritare pentru intervenția cu proiecte cheie în cadrul fiecărui sector de activitate. Printre acțiunile propuse a fost inclusă și activitatea pentru elaborarea de ghiduri locale clare și ușor de utilizat pentru programele privind adaptarea la schimbările climatice și gestionarea durabilă a terenurilor din Regiunea Dunării. În SIDDDD se arată că procesele care afectează starea solurilor din luncă sunt mineralizarea solului, salinizarea, deflația și eroziunea solului (15).

Mineralizarea solului, este un proces care se manifestă în special în incintele amenajate pentru agricultură.

Salinizarea este favorizată de schimbarea bilanțului hidro-salin, determinată de climatul secetos și de apele freatice predominant mineralizate.

Deflația este prezentă în regim natural în special în zonele fără vegetație ale grindurilor nisipoase, dar și în amenajările agricole.

Eroziunea solului declanșată de defrișarea sau exploatarea excesivă a pădurilor pe terenurile în pantă cu sol superficial.

Poluarea este un fenomen de restricție datorat în cea mai mare parte influenței factorilor externi deltei cum sunt poluarea Dunării, poluarea atmosferică datorită activităților industriale din Tulcea și Mahmudia (Romania) și Izmail (Ucraina) și mai puțin acțiunilor antropice directe.

În strategie se arată că „O caracteristică a zonei studiate constă în faptul că nu există o practică a folosirii îngrășămintelor organice provenite din

fermele zootehnice deoarece creșterea animalelor se face preponderent în stabulație liberă. În acest mod cantitățile de îngrășămintă organice nu pot fi utilizate pentru fertilizarea terenurilor agricole, iar cele produse în gospodăriile sătești sunt ne semnificative cantitativ”.

Pentru îmbunătățirea însușirilor fizice, chimice și biologice ale solului și a nutriției minerale a plantelor este recomandat să se aplice gunoi de grajd în doze de 30-40 t/ha. Pe solurile nisipoase se pot folosi cu succes și îngrășămintele verzi.

Îngrășămintele minerale cu azot, fosfor și potasiu se aplică în funcție de cerințele plantelor din asolament și de starea de asigurare a solului cu aceste elemente nutritive.

Pe solurile cu texturi nisipoase sau argiloase necesarul de îngrășămintă organice, aplicate împreună cu cele minerale, este mai mare.

Deficiența de azot este favorizată de reacția acidă, conținutul scăzut în substanțe humice, textura fină, destructurarea, tasarea și umezirea excesivă care reduc activitatea microorganismelor nitrificatoare.

Încorporarea în sol a resturilor vegetale cu un raport C:N > 30, îmburuienarea puternică și absența din asolament a leguminoaselor amplifică cerințele de azot ale culturilor.

Conținutul de fosfor din sol crește în următoarea ordine a rocilor parentale: luturi < argile loess < argile lacustre și odată cu gradul de culturalizare a solurilor îndiguite și desecate și scade odată cu degradarea structurii, reducerea conținutului de humus și de argilă din sol.

Deficiența de potasiu din sol se manifestă la solurile cu un conținut de sub 90 ppm K –AL mobil și datorită unor condiții și însușiri ale solului cum sunt reacția acidă, conținutul ridicat de carbonați, săruri solubile de calciu și magneziu, textura fină, uscarea și umezirea excesivă, stagnarea apei la suprafața solului, temperatura scăzută etc.

Pe solurile îndiguite și desecate, care au pH-ul acid sau alcalin, se vor aplica și amendamentele necesare, în doze determinate de reacția solului și de cerințele culturilor care urmează a se amplasa.

Dintre microelemente, în funcție de cerințele culturilor, prezintă importanță în special zincul (susceptibilitate mare la carența de zinc la porumb, fasole, ceapă, măr, piersic), cuprul (susceptibilitate mare la deficiența de cupru întâlnim la grâu, floarea-soarelui, sfeclă, morcov), borul (culturi exigente la nutriția cu bor sunt inul, sfecla pentru zahăr, țelina, mărul, piersicul) și

molibdenul (susceptibilitate mare la carența de molibden o au floarea-soarelui, conopida, gulia etc.).

Influențele negative asupra mobilizării și absorbției zincului o au supracalcarizarea solurilor acide, suprafosfatarea solului, stagnarea apei pe sol, vremea rece ș.a.

Carența de fosfor se manifestă la plantele tinere după perioade prelungite de vreme rece, pe solurile acide sau alcaline sau care au un conținut scăzut de fosfor mobil în sol (sub 36 ppm P-AL).

Lucrările solului. Înainte de executarea lucrărilor solului, pentru înființarea culturilor pe terenurile cu exces de umiditate, se va îndepărta apa în exces, vegetația lemnoasă și cea hidrofilă și se va nivela terenul. Defrișarea se face mecanic sau manual și constă în scoaterea rădăcinilor groase, nivelarea gropilor și a terenului.

Pe terenurile cu apa freatică la suprafață și bogată în săruri, prin evaporare se produce sărăturarea secundară a solului iar lucrările mecanice se execută greu și într-un interval optim de umiditate redus.

Pe terenurile desecate prin arătura adâncă de vară, la 28-30 cm, se scot la suprafață organele vegetative de înmulțire ale buruienilor (stuf, papură, costrei) care, urmare a lucrărilor superficiale următoare, sunt distruse prin metoda epuizării.

Pe terenurile cu exces de umiditate se dezvoltă puternic speciile de buruieni perene foarte greu de combătut cum sunt *Sorghum halepense*, *Bolboschoemus maritimus*, *Equisetum arvense*, *Agropyron repens*, *Cirsium arvense*, *Convolvulus arvense* etc.

În primăvară, terenul se lucrează de 2-3 ori cu grapa cu discuri în agregat cu grapa cu colți reglabili.

În primul an este recomandat să se cultive o plantă prășitoare, iar dintre acestea mai potrivite sunt porumbul și floarea-soarelui.

Arăturile adânci, lucrările repetate cu grapa cu discuri, grapa cu colți reglabili precum și cultivarea plantelor prășitoare, contribuie la combaterea buruienilor și la îmbunătățirea regimului de aer din sol, necesar activității biologice pentru descompunerea materiei organice și pentru oxidarea compușilor chimici.

Pe terenurile îndiguite și desecate lucrările solului sunt mai numeroase și mai greu de executat și solicită costuri mai mari cu 20 - 40% față de condițiile normale de lucru.

Pe solurile grele, impermeabile, cu băltiri de apă, lucrările de afânare contribuie la eliminarea excesului de umiditate, a băltilor și în același timp se îmbunătățește porozitatea și aerația solului.

Alte măsuri și lucrări agrotehnice. Pe solurile grele, impermeabile și cu exces de umiditate sunt necesare lucrări de afânare adâncă care se execută cu mașini de afânat solul (MAS) sau scarificatoare.

O lucrare importantă pe terenurile desecate o constituie nivelarea terenului, prin care dispar microdepresiunile, rigolele și crovurile și se realizează o pantă continuă pe direcția generală a terenului.

Semănatul pe terenurile îndiguite și desecate se face mai târziu față de alte terenuri, datorită conținutului mai ridicat de apă din sol și datorită pericolului mai mare pe care îl reprezintă brumele și înghețurile târzii de primăvară. Condițiile mai favorabile de aprovizionare cu apă impun ca densitatea plantelor să fie mai mare.

Datorită condițiilor de umiditate mai ridicată și a îmburuienării mai puternice trebuie aplicate toate metodele de combatere a buruienilor.

Pentru evitarea fenomenului de salinizare secundară se va folosi drenajul, norme de udare mai mici, culturi succesive care să consume apa din sol, precum și plantarea de perdele forestiere, care contribuie la micșorarea evaporației și în același timp măresc consumul de apă din pânza freatică.

BIBLIOGRAFIE

1. Blidaru, V., 1976 - *Sisteme de irigații și drenaje*. Editura Didactică și Pedagogică, București.
2. Bularda, M., Vișinescu I., 2014 - *Incintele îndiguite la Dunăre, probleme actuale și de perspectivă*, <http://www.asas.ro/wcmqs/noutati/interes-public/.pdf>.
3. Petrescu, N., 1971 - *Dezvoltarea agriculturii în zonele îndiguite și desecate*, București, România.
4. Ionescu-Șișești, Gh., 1935 - *Lunca Dunării și punerea ei în valoare*. București, Conferință radio, Administrația PARID, România.
5. Nichersu, I., Nichersu, Iuliana, 2016 - *Cercetări pentru studiul modificărilor hidromorfografice în lunca și Delta Dunării*. Buletinul AGIR, Supliment 3/2016.
6. ***, *Planul de Amenajare al Luncii și Deltei Dunării*, 1963 - Comitetul de Stat al Apelor.
7. Bondar, C., 1995 - *Studiu sectorial referitor la hidrologie și calitatea apei pentru elaborarea Obiectivelor de Management pentru Conservarea Biodiversității și Dezvoltare Durabilă în Rezervația Biosferei Delta Dunării*.
8. * Hotărârea Guvernului nr. 763/2015 - *Planul de management al Rezervației Biosferei Delta Dunării*, Monitorul Oficial Al României, Partea I, Nr. 762 bis/13.X.2015.
9. Vlad, I.V., 2016 - *Strategia de dezvoltare a României în următorii 20 de ani*. Editura Academiei Române, ISBN 978-973-27-2737-9, Proiectul prioritar nr. 8 „Proiectul European al Dunării/Strategia Națională a Dunării” pentru următorii 20 de ani (2016-2035), coord. Acad. Hera Cristian, p. 561-644.
10. Munteanu, I., Canarache, A., Vlad, V., Tarhoaca, Ecaterina, Cosma, Daniela, 1995 - *Baza de date a profilelor de sol din Delta Dunării*. Analele Șt. ale Inst. Delta Dunării.
11. Greavu M, 2006 - *Cercetări privind nivelul apei freatice, factor esențial pentru reconstrucția ecologică a pădurilor în declin din incintele îndiguite ale Deltei Dunării*, Analele ICAS 49: p. 97-106.

12. Coteș, Valentina, 2009 - *The effect of deep loosening on crop production in the trial plot Lacu Sarat, Brăila*. *Lucrări Științifice*, vol. 52, seria Agronomie, p. 317-322.
13. Rusu, Mărioara, 2016 - *Evolution of average yields per hectare in the main crops in the Danube Region (1992–1996 and 2010–2014 averages)*. *Agricultural Economics and Rural Development, New Series*, Year XIII, no. 2, p. 193–199.
14. Buzdugan, L., Rîșnoveanu, Luxița, Năstase, D., 2011 - *Research of adaptability to winter oilseed rape genotypes under alluvial soils Insula Mare a Brăilei*. *Lucrări științifice USAMV Iași*, vol 54, seria Agronomie, p. 112-118.
15. ****Strategia Integrată de Dezvoltare Durabilă a Deltei Dunării (2030) (SIDDDD)*, Raport de mediu_SIDDDD_rev05.
16. Vișinescu, I., Bularda M., 2008 - *Modificări severe în regimul hidrologic al Dunării și impactul acestora asupra agriculturii în lunca îndiguită*. *Analele I.N.C.D.A. Fundulea*, vol. LXXVI, p.101-112.
17. Ignătescu, Vasilica, Marin, Georgeta, Condur, Mihaela, 1994 - *Hibridii de porumb ce asigură producții ridicate în condiții de intensitate redusă a lucrărilor solului și protecție a mediului*. *Analale Științifice ale Institutului-Delta Dunării*, 1994, p. 461-466.

CAPITOLUL 13

AGRICULTURA CONSERVATIVĂ

13.1 CE ESTE AGRICULTURA CONSERVATIVĂ ?

În pofida lecțiilor oferite de istorie, eroziunea și degradarea terenurilor sunt încă o problemă majoră pentru terenurile agricole, iar eforturile de a stopa aceste fenomene pot fi urmărite în ultimii 10 000 de ani. Omenirea se bazează pe ruinele conceptelor anterioare de lucrare a solului și cultivare a plantelor în monocultură, asumându-și riscuri enorme pentru viitor (1). Abordările în conservarea solului sunt în continuă cercetare și desăvârșire. La o extremitate, lucrările convenționale ale solului, care de obicei implică inversarea mecanică agresivă a solului, ceea ce duce la pierderi ridicate de carbon organic (C), perturbări ale biologiei solului și la eroziunea cauzată de vânt și apă. În cealaltă extremitate se află sistemele no-tillage (zero tillage) care lasă cea mai mare parte a solului neatins, asigurând protecția acestuia împotriva eroziunii și pierderilor de C în atmosferă. Lucrările conservative, numite și sisteme de lucrări neconvenționale, care sunt foarte diverse, au creat de multe ori confuzie în tentativa de a fi evaluate. Lucrările conservative nu asigură întotdeauna suficientă protecție împotriva eroziunii și conservarea apei (2), iar în timp, multe lucrări agrotehnice au fost pe nedrept considerate a fi conservative (3). Acutizarea problemelor legate de schimbările climatice din ultimii ani, creșterea competitivității agriculturii în condițiile de asigurare crescândă a populației cu produse alimentare, agravarea problemelor de mediu, impun identificarea de noi abordări care ar fi capabile, pe un termen îndelungat și durabil, să soluționeze problemele omenirii (tabelul 13.1). Scăderea conținutului de materie organică, compactarea și eroziunea solului nu sunt stopate în cadrul sistemelor

convenționale și minime de lucrare, încât se cer abordări mai complexe, care să asigure totodată și durabilitatea sistemelor de agricultură.

Tabelul 13.1

**Compararea diferitor practici agricole aplicate la culturile anuale
cu referire la problemele de mediu (4)**

Intensitatea beneficiilor de mediu cu referire la problemele de mediu							
Managementul solului	Eroziunea	Materia organică a solului	Compac-tarea	Atenuarea schimbărilor climatice	Biodiver-sitatea	Calitatea apei	Siguranța aplicării produselor de uz fitosanitar
LC	+	+	++	-	-	+	+
LM	+	+	++	-	++	++	++
NT	++++	++++	++++	++++	+++	++++	++++
NT+AS	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++	+++++

LC - lucrări convenționale; LM - lucrări minime; NT – no-tillage; AS – acoperirea solului;
Efecte asupra mediului: + ușor pozitive, +++++ maxim pozitive, - negative sau indiferente.

Sistemul de lucrări conservative ale solului necesită anumite practici pentru combaterea buruienilor și a patogenilor, care se transmit prin resturile vegetale, pentru pregătirea patului germinativ și semănatul fără arătură.

Potrivit FAO, Agricultura Conservativă (AC) constă în gestionarea agro-ecosistemelor pentru o productivitate îmbunătățită și susținută, în condițiile creșterii eficienței și a securității alimentare, păstrând în același timp și îmbunătățind baza de resurse și calitatea mediului înconjurător. AC se caracterizează prin prelucrarea redusă a solului, semănatul direct în teren nearat sau utilizarea sistemului minim de lucrare a solului în benzi, la care lățimea fâșiei lucrata să nu depășească 25% din suprafața solului.

Agricultura conservativă urmărește intensificarea producției agricole prin optimizarea utilizării resurselor, a resturilor vegetale, a asolamentelor cu leguminoase și graminee perene, care stimulează microorganismele din sol și asigură substanțele nutritive pentru plante. Asolamentele și rotațiile diverse contribuie și la reducerea numărului de buruieni, patogeni și dăunători.

Federația Europeană pentru Agricultura Conservativă (FEAC) (The European Conservation Agriculture Federation (ECAAF)), a fost fondată în 1999 și a pledat pentru adoptarea pe scară largă a Agriculturii Conservative în Uniunea Europeană.

ECAAF arată că sistemul de agricultură conservativă contribuie la menținerea conținutului de carbon organic din sol, la diminuarea eroziunii și

a scurgerilor de nutrienți, conservarea apei și a solului, la atenuarea schimbărilor climatice, la reducerea emisiilor de gaze, ca urmare a reducerii consumului de combustibil, cu 60-70%, a dozelor de îngrășăminte cu 20-50%, reducerea cu 50% a costurilor pentru utilaje și forța de muncă și acumularea unor cantități de carbon de 0,2 - 0,7 t/ha/an (5).

Lucrările de conservare reprezintă un sistem de practici care lasă reziduurile de plante, cel puțin 30%, pe suprafața solului pentru controlul eroziunii și conservarea umidității din sol.

Lucrările de conservare pot include următoarele sisteme:

- Lucrarea solului în benzi (strip tillage) de 5 până la 20 cm lățime pentru a încorpora semințele, în timp ce solul dintre benzi nu este deranjat și rămâne acoperit cu resturi vegetale.

- Lucrări de prelucrare a solului pe verticală (vertical tillage) cu echipamente care nu inversează solul și cu suprafața bine acoperită cu resturi vegetale.

- Lucrări de cultivare cu creste și brazde (ridge tillage) paralele cu direcția curbelor de nivel, care au rolul de a conserva umiditatea sau de a elimina excesul de apă. Aceste creste și brazde sunt construite pe durata vegetației și sunt acoperite cu resturi vegetale.

Principiile agriculturii conservative sunt aplicabile la toate categoriile de folosință a terenului și cuprind diferite practici care sporesc biodiversitatea iar îngrășămintele minerale și organice se aplică în doze optime și prin metode care nu afectează factorii de mediu.

Agricultura Conservativă (AC) poate preveni pierderile de teren arabil și în același timp poate contribui la regenerarea terenurilor degradate; promovează menținerea unei acoperiri permanente a solului, disturbanta minimă a acestuia și diversificarea speciilor de plante cultivate; sporește biodiversitatea și intensifică procesele biologice naturale deasupra și sub nivelul suprafeței solului, ceea ce contribuie la creșterea eficienței utilizării apei, elementelor nutritive și la o cultivare durabilă a plantelor.

Principiile AC sunt aplicabile în mod universal pe toate formele de relief și categoriile de utilizare cu practici adaptate local. Intervențiile asupra solului, cum ar fi disturbantele mecanice sunt reduse la un minim absolut sau evitate, iar inputurile externe, cum ar fi produsele de uz fitosanitar și îngrășămintele minerale și organice, se aplică în cantități și modalități optime, care nu interferează sau nu distrug procesele biologice.

AC facilitează bunele practici agricole, cum ar fi efectuarea operațiunilor tehnologice în timp util și ameliorează gospodărirea generală a terenurilor cu și fără irigare. Complementată cu alte bune practici cunoscute, inclusiv utilizarea semințelor de calitate, managementul integrat al organismelor nocive, managementul apei, elementelor nutritive etc. AC reprezintă o bază pentru intensificarea durabilă a producției agricole. Aceasta deschide opțiuni sporite pentru integrarea sectoarelor de producție, cum ar fi integrarea zootehniei cu agro-fitotehnia și integrarea silviculturii și a pășunatului în peisajul agricol (6).

Termenul de Agricultură Conservativă a fost pentru prima dată adoptat în timpul Primului Congres Mondial al Agriculturii Conservatie, organizat la Madrid în anul 2001 de către Organizația pentru Alimentație și Agricultură (FAO) a Națiunilor Unite și Federația Europeană de Agricultură Conservativă (ECAAF). Atunci când se utilizează concomitent cele trei principii prezentate mai jos sistemul poate fi numit totodată și sistemul no-tillage (pe scurt no-till) sau sistemul zero-tillage (6).

Agricultura Conservativă se bazează pe aplicarea a trei principii:

1. *Disturbanța mecanică minimă a solului (adică no-tillage) prin introducerea directă în sol a semințelor și a îngrășămintelor.*

2. *Acoperirea permanentă a suprafeței solului, cel puțin 30%, cu reziduuri de plante și/sau cu culturi succesive.*

3. *Diversificarea speciilor prin diferite alternări și asociații de culturi care implică cel puțin trei culturi diferite (7).*

Doar la aplicarea concomitentă a acestor principii se poate vorbi despre conservarea resurselor naturale (tabelul 13.2).

Se estimează că în momentul de față aproximativ o treime din solurile planetei sunt degradate. În multe țări, cultivarea intensivă a plantelor a epuizat solurile într-o măsură în care, în viitorul apropiat, producția agricolă este pusă în pericol. Solurile sănătoase sunt esențiale pentru dezvoltarea sistemelor durabile de producție a culturilor, care posedă reziliență la efectele schimbărilor climatice. Acestea conțin o comunitate diversă de organisme care ajută la controlul bolilor plantelor, a populațiilor de insecte și buruieni, reciclarea elementelor nutritive ale solului, îmbunătățirea structurii solului, cu efecte pozitive asupra capacității de reținere a apei, reținerii elementelor nutritive, asigurarea și uniformizarea conținutului de carbon organic.

Tabelul 13.2

Efectul aplicării simultane a principiilor Agriculturii Conservative (8)

Principiile AC	Acoperirea cu mulci (reziduuri, culturi succesive)	No- tillage - disturbantă minimă sau fără disturbanta solului	Leguminoasele - ca și culturi fixatoare de azot	Rotația culturilor
Stimulează condițiile de "păslă"	✓	✓		
Reduce pierderile prin evaporare de pe suprafața solului	✓			
Reduce pierderile prin evaporare din straturile superficiale ale solului	✓	✓		
Minimizează oxidarea substanței organice, pierderi de CO ₂		✓		
Minimizează compactarea solului de către ploile averse și de trecerile tehnicii grele	✓			
Minimizează fluctuațiile de temperatură de la suprafața solului	✓ ✓			
Menține asigurarea cu materie organică ca substrat pentru biota solului	✓			
Sporește și menține conținutul de azot în zona radiculară	✓	✓	✓	✓
Sporește capacitatea de schimb a cationilor din zona radiculară	✓	✓	✓	✓
Maximizează infiltrarea precipitațiilor; minimizează scurgerile	✓	✓		
Minimizează pierderile de sol prin scurgere sau vânt	✓	✓		
Menține așezarea naturală a orizonturilor prin acțiunea biotei	✓	✓		
Minimizează buruienile	✓	✓		✓
Sporește rata de producere a masei biologice	✓	✓	✓	✓
Accelerează refacerea porozității solului de către biotă	✓	✓	✓	✓
Reduce cheltuielile cu forța de muncă		✓		
Reduce cheltuielile de carburanți-energie		✓		
Reciclează elementele nutritive	✓	✓	✓	✓
Reduce dăunătorii și bolile				✓
Restabilește condițiile de sol deteriorate	✓	✓	✓	✓

Acest sistem necesită cu 20-50% mai puțină forță de muncă și contribuie la reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră prin scăderea consumului de energie și prin ameliorarea eficienței utilizării elementelor nutritive. În același timp, aceasta stabilizează și protejează solul de degradare și de eliberarea carbonului în atmosferă.

Agricultura Conservativă asigură o serie de avantaje la nivel global, regional, local și la nivel de fermă:

Sustenabilitatea. Acesta oferă un sistem de producție cu adevărat durabil, care nu numai conservă, ci și intensifică resursele naturale și sporește diversitatea biotei solului, faunei și florei, inclusiv a celei sălbatice, în sistemele de producție agricolă, fără a micșora producțiile.

Biodiversitate sporită. AC depinde de procesele biologice pentru a avea succes, sporește biodiversitatea într-un sistem de producție agricolă atât la nivel micro, cât și la nivel macro (7) (tabelul 13.3).

Tabelul 13.3

Sporirea populației de diferite tipuri de organisme vii datorită implementării Agriculturii Conservative (9)

Clasa/subclasa/ animalul studiat	Tipul faunei	Sporirea	Sursa bibliografică
<i>Clitellata</i> (râme)	Macrofauna	+++	(10) Cantero și colab., (2004)
Acarieni	Microfauna	+	(11) Perdue și Crossley, (1989)
Moluște (melci)	Macrofauna	+	(12) Wolters și Ekschmitt, (1997)
Miriapode	Macrofauna	+	(12) Wolters și Ekschmitt, (1997)
Nematode	Microfauna	++	(13) Lopez-Fando și Bello, (1995)
Colembole	Macrofauna	++	(14) Shearin și colab., (2007)
Păsări de stepă	Megafauna	++	(15) Cantero-Martinez și colab., (2007)

Sechestrarea carbonului. Sistemul no-till acționează ca un bazin pentru stocarea de CO₂ și Agricultura Conservativă aplicată la scară globală ar putea contribui în mod semnificativ la controlul poluării aerului în general și a încălzirii globale în special (tabelul 13.4). Agricultorii care aplică această practică ar putea fi, eventual, recompensați cu credite de carbon (7).

Tabelul 13.4

Sporirea conținutului de carbon organic în soluri sub influența AC în comparație cu solurile lucrate convențional în unele țări din Europa (9)

Țara	Sporirea carbonului organic din sol (t ha ⁻¹ an ⁻¹)	Sursa bibliografică
Suedia	0,02	Media calculată
Germania	0,43	Media calculată
Polonia	0,41	Media calculată
Franța	0,20	(16) Arrouays, D. și colab. (2002)
Marea Britanie	0,45	Media calculată
Italia	0,77	Media calculată
Spania	0,85	(17) Gonzalez-Sanchez, E.J. și colab. (2012)

Economia forței de muncă. Lucrarea solului este cea mai mare consumatoare de energie dintre toate operațiunile agricole și prin urmare, în agricultura mecanizată, cea mai poluantă operațiune a aerului. Prin renunțarea la lucrarea solului, fermierii pot economisi între 30 și 40% din timp, forță de muncă și combustibil în comparație cu agricultura convențională (tabelul 13.5).

Tabelul 13.5

Costurile de înființare a culturilor în sistem convențional și no-till în Franța
(inclusiv amortizarea, mentenanța și costurile operaționale) (18)

Sistemul de lucrare al solului	Costurile (€ ha ⁻¹)	Erbicide (€ ha ⁻¹)	Lucrări mecanizate (€ ha ⁻¹)	Total (€ ha ⁻¹)
Arat, cultivat, semănat	31	2	134	167
Stropitul, semănatul direct	10	7	67	84

Soluri mai sănătoase. Solurile lucrate în sistem AC au capacități foarte mari de infiltrare a apei reducând scurgerile și eroziunea acestora, fapt care îmbunătățește calitatea apei de la suprafață, reducând poluarea cauzată de eroziunea solului și ameliorează resursele de apă subterană. În multe zone s-a observat că după câțiva ani de practicare a Agriculturii Conservatie, izvoarele care au secat acum mulți ani au început să aibă apă din nou. Efectul potențial al unei utilizări masive a agriculturii conservatie asupra bilanțului global de apă încă nu este pe deplin cunoscut (tabelul 13.6).

Tabelul 13.6

Suprafețe cultivate în sistem AC (mil ha) în 2013 (19)

Continentul	Teren agricol cultivat în AC, mil. ha	% din suprafața globală a AC	% din terenul agricol
America de Sud	66,4	43,3	60,0
America de Nord	54,0	34,4	24,0
Australia și Noua Zeelandă	17,9	11,4	35,9
Asia	10,3	6,6	3,0
Rusia și Ucraina	5,2	3,3	3,3
Europa	2,0	1,3	2,8
Africa	1,2	0,8	0,9
Total	157,0	100	10,9

În ultimii ani AC a devenit un sistem de producție cu o creștere rapidă. Dacă în anii 1973/74 era aplicată pe numai 2,8 mil. ha în toată lumea,

suprafața a crescut până la 6,2 mil. ha în 1983/84 și a atins 38 mil. ha în anul 1996/97 (20). În 1999 aria mondială era deja de 45 mil., iar în 2003 suprafața a ajuns până la 72 mil. ha. În ultimii zece ani suprafața ocupată de AC a crescut în medie cu 8,3 mil. ha anual, de la 72 până la 157 mil. ha (19).

Recolte sporite. AC nu este în nici într-un caz o agricultură cu o producție scăzută, ci permite obținerea unor recolte comparabile cu agricultura intensivă modernă, însă într-un mod durabil. Recoltele au tendința de a crește pe parcursul anilor, concomitent cu reducerea variației producțiilor.

Costuri reduse. Pentru agricultor, AC este atractivă și pentru că permite reducerea costurilor de producție, a timpului și a necesarului de forță de muncă, în special în momentele de vârf, cum ar fi pregătirea solului și semănatul culturilor, iar în sistema de mașini reduce costurile cu investițiile și întreținerea acestora pe termen lung (7).

13.2 GESTIONAREA REZIDUURILOR VEGETALE ÎN AGRICULTURA CONSERVATIVĂ

Paiele, cocenii, frunzele, pănușile și alte părți ale plantelor care rămân în câmp de la cultura precedentă recoltată pentru boabe sau altă producție de bază se referă la reziduurile vegetale. În cantitatea de reziduuri pot fi incluse și culturile succesive cu buruienile uscate sau cu alt material vegetal. Conotația negativă a "reziduurilor" se poate referi la resturile rămase după ce o parte este luată sau ceva a rămas sau este inutilă, dar ca o resursă naturală și valoroasă sunt, de asemenea, considerate "potențial aur negru" (21).

Acumularea și păstrarea reziduurilor vegetale la suprafața solului este unul din principiile fundamentale ale Agriculturii Conservative. Aproape toate avantajele sistemului reies din acoperirea permanentă a solului și doar câteva de la nelucrarea solului (8). No-tillage cu cantități insuficiente de reziduuri vegetale nu ne va permite beneficierea pe deplin de acest sistem. Eforturile trebuie îndreptate spre producerea maximă a biomasei în Agricultura Conservativă.

13.2.1 BENEFICIILE ACOPERIRII SUPRAFETEI SOLULUI CU REZIDUURI VEGETALE

Beneficiile acoperirii suprafeței solului cu reziduuri vegetale sunt mai pronunțate odată cu creșterea nivelului de acoperire a solului și respectiv, cantitatea de reziduuri lăsate la suprafața solului (tabelul 13.7).

Sporirea infiltrării apei. Picăturile de ploaie cad pe suprafața terenului dezgolit și distrug agregatele structurale care deja sunt slăbite de lucrarea intensivă a solului. Particulele dispersate de sol rezultate, blochează porii de la partea superioară și impermeabilizează practic suprafața solului, ceea ce împiedică infiltrarea apei în profunzime. Când solul se usucă, formează o crustă care împiedică germinarea semințelor. Acoperirea solului cu reziduuri vegetale protejează suprafața solului de acțiunea distructivă a picăturilor de apă. Acest efect poate fi observat chiar în primul an de implementare dacă solul va fi acoperit cu o cantitate suficientă de reziduuri vegetale.

Tabelul 13.7

Eficacitatea reziduurilor pentru conservarea solului (22)

< 5%	Sol neacoperit, cea mai joasă calitate
5-30%	Calitate foarte joasă. Marea majoritate a reziduurilor sunt încorporate
30-60%	Calitate joasă. Insuficientă pentru controlul eroziunii prin apă și vânt
60-80%	Calitate relativă. Controlul efectiv al eroziunii cauzate de vânt
> 80%	Calitate superioară. Controlul efectiv al eroziunii prin apă și vânt. Nivel înalt de infiltrare a apei. Micșorarea efectivă a evaporării apei și combaterea buruienilor.

Reducerea evaporării apei. Reziduurile de la suprafață protejează suprafața solului nu numai de impactul cu picăturile de apă, dar și de razele solare și astfel se reduce evaporarea de la suprafața solului. Dacă vom deplasa reziduurile de plante, vom observa că sub reziduuri solul va fi totdeauna umed. Cantitatea de apă evaporată este influențată de unele caracteristici ale reziduurilor vegetale cum sunt orientarea/așezarea acestora: vertical, orizontal sau afânate.

Creșterea cantității de apă accesibilă plantelor. Odată ce reziduurile vegetale sporesc infiltrarea apei în sol și reduc evaporarea, mai multă apă este

disponibilă plantelor în Agricultura Conservativă. Aceasta reduce frecvența și gravitatea situațiilor de secetă și ca rezultat, producția este mai ridicată și în anii secetoși, cu un risc redus de pierdere a plantelor. Peste o perioadă de timp, odată cu sporirea conținutului de materie organică, cantitatea de apă ce poate fi reținută crește, reducând în continuare riscul secetei.

Micșorarea eroziunii cauzate de apă și de vânt. Eroziunea solului este cauzată de două forțe naturale: vântul și apa. Reducerea eroziunii este una din principalele beneficii ale Agriculturii Conservative și unica șansă de salvare a cernoziomului. Reziduurile vegetale micșorează viteza de scurgere a apei pe suprafața solului, se infiltrează mai multă apă și o cantitate mai redusă se va scurge la suprafață. Reziduurile protejează solul împotriva vântului și deoarece solul nu se lucrează, acesta este protejat. Combinarea acestor doi factori duce la reducerea eroziunii hidrice.

Sporirea activității biologice. Reziduurile sunt o sursă de hrană pentru fauna și flora din sol și totodată, habitat pentru multe organisme. De aceea, populația multor organisme crește în AC. În sistemul convențional, când solul se lucrează anual, reziduurile (inclusiv rădăcinile) sunt amestecate cu sol umed și în condiții de aerație sunt repede descompuse de către microorganisme, după care cele din urmă pier lăsând o rezervă de azot accesibil. În AC, unde reziduurile sunt lăsate la suprafață, acestea sunt descompuse mult mai lent. Doar partea de reziduuri care este în contact cu solul este umedă și descompusă de floră și faună. Datorită prezenței unei surse constante de hrană în sol apar rămele, care pot fi găsite în sol doar peste câțiva ani după trecerea la AC. Acesta este un indicator că activitatea biologică și sănătatea solului se ameliorează.

Sporirea cantității de materie organică și de nutrienți în sol. Lucrarea solului cu întoarcerea brazdei determină descompunerea materiei organice și reduce fertilitatea solului. În AC descompunerea are loc mai lent și dacă sunt suficiente reziduuri la suprafață, complementar cu reziduurile radiculare, formarea materiei organice prevalează asupra descompunerii pentru o perioadă de timp. Aceasta este baza sporirii fertilității și productivității în AC. Odată cu creșterea conținutului de materie organică, sporește și calitatea agregatelor structurale, în principal datorită humusului nou format care acționează ca un „liant” precum și cantitatea accesibilă de nutrienți, care ameliorează proprietățile solului.

Moderarea temperaturii solului. Reziduurile vegetale acoperă suprafața solului și o protejează de acțiunea directă a razelor solare. În timpul

zilei solul nu se încălzește atât de puternic ca în situația în care este fără reziduuri vegetale iar noaptea acestea au rol izolator și mențin solul cald. În primăverile târzii, solul mulcit se încălzește mai lent decât cel fără mulci, fenomen care poate cauza unele probleme la germinarea semințelor.

Reducerea îmburuienării. Buruienile sunt inhibitate de reziduurile vegetale, iar la acoperirea solului cu cantități medii de reziduuri vegetale se observă o reducere a numărului de buruieni răsărite. Combinarea metodelor de gestionare permite reduceri semnificative ale populației de buruieni din cadrul AC (23).

13.2.2 GESTIONAREA REZIDUURILOR VEGETALE

Cantitatea de reziduuri care rămâne la suprafața solului este influențată de mai mulți factori, între care cei mai importanți sunt planta cultivată în anul precedent, asolamentul practicat, condițiile de umectare, mărimea pantei, proprietățile solului, modul și tehnica utilizată la recoltarea culturii precedente, sistemul de fertilizare utilizat și semănătoarea cu care se va semăna următoarea cultură.

Pentru ca reziduurile vegetale să-și îndeplinească rolul, ele trebuie gestionate cu multă atenție, în AC existând o noțiune specifică-*managementul reziduurilor*. Acesta se realizează prin metode mecanice și biologice.

Principalul factor care determină cantitatea reziduurilor vegetale este planta cultivată, fiecare lăsând pe suprafața solului o anumită cantitate de masă vegetală. Chiar din primii ani de trecere la sistemul de agricultură conservativă, dacă condițiile permit, se recomandă a se produce o cantitate cât mai mare de reziduuri vegetale.

O cantitate de 6-10 t/ha de reziduuri este considerată ca optimă, incluzând și masa vegetală a culturilor succesive. În cadrul fiecărei specii de plante cultivate, există soiuri sau hibrizi care formează o masă vegetală mai mare. Acolo unde condițiile permit este necesar a se cultiva hibridii și soiurile care formează o masă vegetală abundentă.

În nicio situație nu se recomandă arderea paielor. Paietele pot fi balotate sau scoase în afara solului doar în condițiile în care cantitatea lor este prea mare iar distribuirea lor uniformă este dificilă.

După cantitatea reziduurilor vegetale produse, culturile pot fi clasificate în următoarea ordine: floarea-soarelui, care produce 4,3-5,9 t/ha,



porumb pentru boabe (3,1-5,7 t/ha), grâu de toamnă (2,3-4,4 t/ha), mazăre pentru boabe (1,5-2,0 t/ha) ș.a. (24).

Gestionarea reziduurilor vegetale la culturile care lasă miriște, în special la grâu, orz, ovăz, secară, începe odată cu perioada de recoltare, deoarece după trecerea combinei rămân paietele, care trebuie distribuite cât mai uniform pe teren. Trebuie evitată oprirea combinei în lan în timpul recoltării sau schimbarea direcției de înaintare a acesteia atunci când vântul bate puternic, deoarece acesta va determina o distribuție neuniformă a reziduurilor vegetale pe suprafața solului, chiar și atunci când combinele sunt dotate cu echipamente speciale pentru distribuția paietelor și în special la culturile cu bobul mic (25). O metodă bună este utilizarea distribuitoarelor de paie.

Atenție deosebită este necesar a fi acordată distribuirii plevei, deoarece în caz că aceasta nu este distribuită în mod corespunzător, pot apărea probleme pe parcursul întregii perioade de vegetație. Prima problemă poate fi calitatea inferioară a semănatului la deplasarea semănătorii pe pleavă. Culturile vor răsări cu goluri, plantulele vor fi subțiri și într-o oarecare măsură sensibile la boli. În rândurile cu pleavă va avea loc o creștere intensă a buruienilor și a samulastrei, vor apărea probleme mari legate de faptul că va scădea capacitatea de concurență a culturilor cu buruienile și nu în ultimul rând, maturitatea va avea loc cu întârziere iar recoltarea va începe mai târziu (26).

Înălțimea de cosire a miriștii este un factor foarte important și necesită o atenție majoră, aceasta fiind aleasă în funcție de planta cultivată și cantitatea de masă vegetală formată. Dacă miriștea se va cosi la o înălțime joasă atunci va scădea capacitatea acesteia de reținere a zăpezii și ca rezultat nu va fi posibilă acumularea unei cantități mai mari de apă. Cosirea la o înălțime prea mare va conduce la unele probleme de curățire a boabelor.

Miriștea protejează solul de eroziunea eoliană și reține zăpada, însă descompunerea ei este destul de lentă din cauza contactului limitat dintre reziduurile de miriște și sol, fapt care va duce la uscarea miriștii și micșorarea activității microorganismelor. Atunci când suprafața de contact dintre miriște și sol se mărește, datorită distribuirii minuțioase a paietelor, viteza de descompunere crește și astfel se intensifică activitatea microorganismelor și crește accesibilitatea apei.

Dacă reziduurile vegetale sunt gestionate adecvat, problemele legate de boli, buruieni și dăunători rămân aceleași ca și în condițiile agriculturii convenționale. Probleme suplimentare apar doar atunci când nu sunt

gestionate corect reziduurile vegetale. Problemele legate de buruieni se pot agrava în condițiile în care paiele și pleava nu sunt distribuite uniform. De obicei, aceasta se întâmplă în condiții de temperaturi mai scăzute, când sub ”plapuma” din reziduuri vegetale culturile răsar mai încet și sunt mai frecvent afectate de boli. Dacă în AC, la fel ca și în cea tradițională, ar apărea probleme din cauza bolilor, acesta ar fi un indicator că asolamentului nu i s-a acordat atenția cuvenită.

După culturile care lasă cantități reduse de reziduuri, ca rapița, soia, mazărea, muștarul și inul, nu este necesară o abordare specială în gestionarea reziduurilor. La recoltarea acestor culturi trebuie să se respecte regulile expuse mai sus, ca distribuirea uniformă a reziduurilor pe lățimea de lucru a combinei, evitarea formării grămezilor, brazdelor și nu este nevoie de mărunțire. Astfel, reziduurile vegetale vor fi utile și își vor îndeplini funcțiile în cel mai bun mod.

După culturile de porumb și floarea-soarelui. La recoltarea porumbului pentru boabe unii practicieni recomandă renunțarea la mărunțirea resturilor vegetale, considerând că cel mai bine este să se recolteze doar știuleții iar tulpinile să rămână în câmp, nemărunțite. În acest caz sunt unele avantaje: recoltarea se realizează mai rapid, cantitatea de material care trece prin combină este mai redusă și se reduce sarcina pe combină, rezultând în același timp o economie de carburanți, piese de schimb și timp. În plus, tulpinile de porumb rămase nemărunțite, vor reține în timpul iernii o cantitate mai mare de zăpadă.

De asemenea, brăzdarele semănătorii vor tăia mai ușor resturile vegetale nemărunțite, pătrunzând în sol și asigurând încorporarea la adâncimea reglată a semințelor, fără a împinge resturi vegetale în rigolă, ceea ce poate afecta germinarea uniformă a semințelor.

Reziduurile de la floarea-soarelui se recomandă a fi mărunțite cu mașina de tocat resturi vegetale și distribuite uniform pe suprafața solului. Astfel, ele vor avea un contact direct cu solul umed ceea ce va contribui la descompunerea mai rapidă a acestora.

Practicarea unui asolament rațional prevede alternarea diferitor grupe de culturi, care au compoziție chimică diferită. Pentru gestionarea reziduurilor este important să se cunoască raportul dintre cantitățile de carbon și azot conținute (C:N) (tabelul 13.8).

Tabelul 13.8

Raportul C:N în reziduurile vegetale la plantele cultivate (27)

Reziduurile vegetale	C:N	Reziduurile vegetale	C:N
Cerealele păioase	80-82:1	leguminoasele	20-30:1
Porumb	57:1	floarea-soarelui	60:1
Muștar, rapiță	33:1	in	55:1

Raportul ideal pentru dezvoltarea microorganismelor din sol este de 24:1. Astfel, reziduurile vegetale de la plantele leguminoase și crucifere (muștar, rapița) sunt descompuse repede de către microorganismele și nu se acumulează la suprafața solului. Reziduurile cerealelor și floarea-soarelui sunt descompuse mai lent de către microorganismele și se acumulează la suprafața solului. Așadar alternarea acestor plante permite reglarea cantității de reziduuri vegetale rămase la suprafața solului (27).

Pentru a spori procesul de degradare al celulozei, în practica agricolă se folosesc preparate microbiene, care constau din amestecuri de microorganismele care folosesc ca și sursă de energie reziduurile vegetale și totodată fixează azotul atmosferic.

13.3 REALIZAREA DISTURBANȚEI MECANICE MINIME

Respectarea principiului "*disturbanță mecanică minimă a solului*" este din punct de vedere tehnic unul dintre aspectele cel mai dificil de realizat în cazul aplicării sistemului no-tillage. În practică, principiul se poate realiza prin utilizarea mașinilor de semănat special destinate acestui sistem. Dat fiind faptul că semănatul se realizează în teren nelucrat, uneori tasat, acoperit cu un strat de resturi vegetale, aceste mașini de semănat au o masă mult mai mare față de cea a semănătorilor obișnuite.

Pentru realizarea semănatului în sistem no-tillage mașina de semănat trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- să taie stratul de resturi vegetale pe zona rândului;
- brăzdarele să pătrundă în sol, chiar și în cel tasat, la adâncimea optimă de semănat pentru cultura respectivă;

- să plaseze cu precizie semințele în sol umed, să acopere rigola și să asigure un contact optim între semințe și sol, evitând contactul dintre semințe și resturile vegetale;
- să asigure o disturbantă minimă a solului iar resturile vegetale rămase să asigure reducerea eroziunii, scurgerilor și evaporării apei din stratul de la suprafață;
- aplice îngrășăminte în zona rândului, concomitent cu semănatul (26, 28).

Principalele tipuri de mașini de semănat utilizate în cadrul sistemului no-tillage sunt următoarele:

a. Mașini de semănat cu brăzdare tip daltă. Avantajele acestor mașini sunt următoarele:

- asigură un control bun al adâncimii de lucru;
- adâncimea de lucru se menține uniformă chiar în condiții de sol tasat, realizând un contact bun între semințe și sol;
- curăță bine stratul gros de resturi vegetale și tasează bine solul pe rând.

b. Mașini de semănat cu brăzdare tip daltă, care au și funcția de aplicare în bandă a îngrășămintelor.

Mașinile de semănat direct cu echipament de aplicare a îngrășămintelor îmbină avantajele mașinilor pentru semănatul direct cu brăzdar de tip daltă cu capacitatea de a aplica îngrășămintele în bandă, lateral față de rândul de plante, în doze mari (foto 13.1).

Avantajele acestor mașini sunt următoarele:

- introducerea semințelor și aplicarea îngrășămintelor la o singură trecere:
- în timpul semănatului există posibilitatea de a aplica doze mari de îngrășămintele, în limitele recomandărilor, fără o influență negativă asupra germinației;
- au o capacitate ridicată de curățire a resturilor vegetale din zona rândului;
- tasează corespunzător solul în zona rândului.

Aceste mașini au și unele dezavantaje care influențează calitatea semănatului și anume:

- calitatea patului germinativ poate influența aplicarea îngrășămintelor în bandă, lateral rândului, din cauza distorbanței învelișului de sol de către brăzdarul pentru aplicarea îngrășămintelor;
- gradul de distorbanță poate fi ridicat iar câmpul poate rămâne vălurit (26).



Foto 13.1 - Brăzdar de tip daltă (29)

c. *Mașini de semănat pneumatice.* Aceste mașini de semănat au devenit populare printre fermieri în anii '70 ai secolului trecut. Modificarea construcției lor a permis apariția semănătorilor de precizie, prevăzute cu brăzdare înguste și patine sau roți de tasare pe rândul semănat, cu o capacitate ridicată de curățire a resturilor vegetale, ceea ce le face foarte eficiente în sistemul no-tillage (foto 13.2). Unul din dezavantajele agronomice ale acestor semănători este că la semănatul leguminoaselor este posibilă deteriorarea semințelor.

d. *Mașini de semănat cu brăzdare tip discuri multiple.* Aceste semănători au secții de semănat echipate cu două discuri, cu trei discuri, cu două discuri cu discuri ofset. Mașinile cu brăzdare cu două discuri sunt foarte eficiente, asigurând o distorbanță minimă a solului, deoarece discurile doar taie solul pentru a plasa sămânța în rigolă. Ca rezultat, numai un număr mic de buruieni sunt stimulate să crească. Mașinile cu brăzdare cu două discuri cu discuri ofset se deosebesc prin faptul că discurile sunt montate decalat, marginea unuia fiind ceva mai în fața celuilalt disc. Discul din față taie resturile vegetale și solul, îndeplinind funcția discului tăietor, iar discul din

spate deschide rigola pentru plasarea seminței. O astfel de construcție asigură semănatul calitativ și fără discul tăietor (26, 28). Discul tăietor (foto 13.3), primul disc din stânga, este obligatoriu atunci când sunt cantități mari de resturi vegetale pe teren, lăsate intenționat pentru sistemul no-tillage. Prezența acestui disc sporește disturbanta solului, micșorează uzura brăzdarelor și uneori influențează uniformitatea răsării.



Foto 13.2 - Mașină de semănat pneumatică (29)



Foto 13.3 – Secție de semănat cu discuri offset



13.4 DIVERSIFICAREA SPECIILOR CULTIVATE

13.4.1 ASOLAMENTUL ÎN AGRICULTURA CONSERVATIVĂ

Diversificarea speciilor prin alternarea și asocierea unor culturi, respectiv cultivarea plantelor într-un asolament, este unul dintre cele mai vechi principii ale tuturor sistemelor de agricultură practicate până în prezent. În AC practicarea asolamentului are o importanță deosebită, ca și în agricultura convențională, deoarece nu este de dorit cultivarea aceleiași plante mai mulți ani la rând pe aceeași suprafață. În agricultura convențională, arătura executată cu plugul cu cormană încorporează sub brazdă resturile vegetale infestate, care în agricultura conservativă sunt lăsate la suprafața solului. La aplicarea sistemului no-tillage se acordă o atenție deosebită unei planificări minuțioase a asolamentului, care devine un factor compensatoriu. Trebuie să menționăm încă o dată importanța distribuirii uniforme a paielor, deoarece altfel se acumulează un șir de organisme nocive. Chiar dacă există probleme potențiale legate de boli, dezvoltarea acestora va avea loc numai în cazul în care vor fi condiții favorabile de mediu.

Atacul ruginilor, care se răspândesc cu ajutorul vântului, nu este influențat de resturile de miriște rămase pe sol, dar bolile frunzelor pot cauza probleme deosebite dacă nu se utilizează un asolament rațional. Multe boli cauzate de insecte, pot fi de asemenea evitate cu ajutorul asolamentelor raționale. Măsurile de prevenire a bolilor provocate de insecte, cum ar fi mozaicul dungat al grâului și piticirea galbenă a orzului, includ distrugerea samulastrei și semănatul culturilor ceva mai târziu față de epoca optimă recomandată (26).

Un asolament ideal trebuie să includă alternarea culturilor cerealiere cu cele oleaginoase și leguminoase, un exemplu de rotație fiind grâu-rapiță-orz-in. Se poate evita astfel transmiterea bolilor de la o cultură la alta. Rotația culturilor de graminee cu culturi de dicotiledonate permite întreruperea ciclului de viață a dăunătorilor și a bolilor care au atacat cultura precedentă iar miriștea cerealelor poate asigura o protecție a solului pe parcursul a doi ani.

Structura culturilor. Structura culturilor care pot fi utilizate în cadrul sistemului no-tillage, nu se deosebește practic de cea utilizată în cadrul tehnologiilor tradiționale. Ca și în orice alt sistem de agricultură există

tendința de a începe asolamentul cu plante cum sunt grâul, ovăzul, orzul și inul, care nu creează mari probleme la cultivare. Odată ce apare experiența și încrederea, sunt introduse și alte culturi în asolament, sistemul no-tillage asigurând condiții ideale și pentru cultivarea altor plante, ca rapița, mazărea, linte și floarea-soarelui.

Cu toate că în sistemul no-tillage se pot cultiva cu succes majoritatea plantelor, la porumb și sfecla pentru zahăr ar putea să apară unele probleme, în special în regiunile unde temperatura limitează cultivarea acestor plante. În zonele unde temperatura solului primăvara este aproape de limita inferioară de cultivare a acestor plante, temperaturile mai scăzute din sol induse de utilizarea sistemului no-tillage pot afecta culturile în fazele de germinare și inițiale de dezvoltare.

Planificarea asolamentului. La planificarea asolamentului este necesar a lua în considerație mai multe aspecte, unele comune atât pentru agricultura convențională cât și pentru cea conservativă, dintre care o parte trebuie menționate.

- aceeași specie nu se va cultiva doi ani la rând pe același teren;
- culturile fixatoare de azot sunt obligatorii în asolamentele AC;
- alternarea culturilor de graminee cu culturi dicotiledonate va permite soluționarea mai multor probleme în asolament;
- rotațiile planificate vor conține specii de plante care aparțin diferitelor familii botanice;
- includerea culturilor succesive pentru a asigura protecția suprafeței solului și sporirea conținutului de materie organică (26, 28, 30).

13.4.2 CULTURILE SUCCESIVE

Culturile succesive sunt plante care sunt cultivate pentru a asigura acoperirea solului în timpul sezonului critic pentru eroziune și a ameliora proprietățile fizice, chimice și biologice ale acestuia. Culturile succesive pot fi semănate independent sau în cultură ascunsă, concomitent cu cultura principală. În Agricultura Conservativă culturile succesive nu se recoltează ci sunt lăsate de obicei la suprafața solului și încorporate mai frecvent biologic, decât cu mașinile de prelucrare a solului (30).

Culturile succesive sunt utilizate în sistemul no-tillage pentru a realiza următoarele obiective:

- acoperirea solului pentru a reduce evaporarea și a crește infiltrarea apei;
- evitarea creșterii temperaturii solului și protecția acestuia împotriva eroziunii;
- reducerea îmburuienării solului;
- acumularea de materie organică, aportul și reciclarea elementelor nutritive din sol, pentru a asigura hrana microbiotei solului;
- ameliorarea structurii solului;
- a reduce infestarea cu boli și dăunători.

Prin realizarea acestor obiective culturile succesive oferă următoarele beneficii:

- sporesc rentabilitatea economică, atunci când sunt corespunzător alese;
- reduc necesarul de pesticide;
- determină creșterea nivelului producțiilor și ameliorează calitatea acestora;
- previn eroziunea solului;
- conservă umiditatea solului;
- mențin sau chiar sporesc conținutul de materie organică a solului;
- îmbogățesc solul în azot și ameliorează fertilitatea acestuia;
- reduc costurile fertilizării (30).

Beneficiul real al culturilor succesive depinde de specia cultivată, durata perioadei de vegetație și productivitatea acesteia.

Culturile succesive de graminee au un potențial mai mare de a spori cantitatea de materie organică din sol. Cu cât este mai mare masa de reziduuri rămase la suprafața solului, cu atât este mai evident efectul asupra materiei organice din sol. Cantitatea de reziduuri vegetale produse de o cultură succesivă poate fi foarte mică, de numai o tonă de materie uscată la hectar, dar aceasta poate produce o cantitate de reziduuri cuprinsă între 3 și 9 tone de masă uscată la hectar, ca la măzărliche (*Vicia villosa*) sau 7-12 t m.u./ha ca la secara de toamnă cultivată până la maturitate (26).

În condiții concrete de fermă se vor alege culturile care valorifică cel mai bine (tabelul 13.9) condițiile locale de climă și sol, îndeplinesc obiectivele specifice și se încadrează în sistemul de agricultură practicat în fermă.

Tabelul 13.9

**Plante frecvent folosite în Europa pentru culturi intermediare
și amestecuri ale acestora (27, 31)**

Specia	Caracteristici						
	Rapidi- tate intrare în teren	Efecte asupra structurii și infiltrației apei	Biomasă vegetală pe suprafață	Calități melifere	Lupta contra levigării nitraților	Lupta contra nemato- zilor	Fixare azot
Varză	xxx	xxx	xx	x	xx	x	-
Muștar	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	xx	-
Napi	xxx	xx	xx	x	xx	-	-
Rapiță	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	x	-
Hrișcă	xxx	xx	xx	xxx	xx	-	-
Ridichi speciale	xxx	xx	xx	xx	xx	xxx	-
Măzărice	xx	x	xx	x	-	-	xxx
Raigras și alte graminee	xx	xx	xxx	x	xx	-	x
Trifoi roșu	x	xx	xxx	x	-	-	xxx
Trifoi alb	x	xx	xx	x	xx	-	xxx
Sulfină	x	xx	xxx	xxx	-	-	xxx
Facelia	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	xx	-
Secară	xx	xx	xx	x	xxx	-	x
Ovăz	xx	xx	xx	x	xx	-	x
Mazăre	xx	xx	xx	x	-	-	xxx
Lupin	xx	xxx	xxx	x	-	-	xxx
Bob	xx	xxx	xxx	x	-	-	xxx
Camelină	xxx	xxx	xxx	xxx	xx	-	-

Utilizarea amestecurilor de specii permite în plus obținerea de beneficii, cele mai frecvente fiind cultivarea amestecurilor dintre graminee și leguminoase. Amestecurile utilizate în Europa, sunt folosite pentru atingerea următoarelor obiective (31):

- Amestecuri pentru fixarea și conservarea azotului, fiind folosite:
 - a. 50% trifoi încarnat + 20% măzărice + 30% ovăz;
 - b. 30% facelia + 20% ovăz + 50% trifoi Alexander;
 - c. mazăre 50% + ovăz 50% (borceag);
 - d. măzărice 50% mazăre 20% + orz 30%;
 - e. măzărice 50% + camelina 50%

- *Amestecuri destinate drenării în profunzime, acoperirii solului și pentru albinărit:*

- a. facelia 60% + trifoi încarnat 20% + sulfină 20%;
 - b. facelia 60% + mazărice 20% + camelina 20%;
 - c. rapița 60% + trifoi încarnat 20% + sulfină 20% și altele.
- *Diverse amestecuri cu caracter mixt, precum:*
- muștar 50% + mazărice 50% ;
 - raigras + trifoi încarnat.
 - mazărice de iarnă 50% + secară 50%, servește și ca mulci bioactiv;

Culturile succesive pot fi cultivate până la semănatul culturii de bază sau după recoltarea culturii de bază. Desființarea culturilor succesive se face prin metode chimice, aplicând un erbicid total sau prin metoda mecanică, cu ajutorul tăvălugilor. Epoca recomandată pentru efectuarea acestor intervenții, în cele mai multe cazuri, este în intervalul două săptămâni până la semănat – semănat (26).

13.5 MANAGEMENTUL BURUIENILOR

Alături de cele trei principii fundamentale ale AC, managementul buruienilor reprezintă o latură foarte importantă, care uneori este considerat de către cercetători ca al patrulea principiu fundamental. Managementul buruienilor este crucial în implementarea AC, deoarece în anumite țări ale lumii buruienile au constituit cea mai mare piedică în adoptarea AC (32). Pentru a evita compromiterea sistemului de agricultură conservativă din cauza îmburuienării excesive a terenurilor, fermierii, agronomii și toți cei responsabili de implementarea sistemului trebuie să posede obligatoriu cunoștințe fundamentale și abilități practice în domeniul managementului buruienilor.

Lucrările solului, inclusiv arăturile, practicate în sistemul convențional, distrug buruienile existente, încorporează în adâncime semințele de buruieni scuturate la suprafața solului, sau aduc la suprafață organele vegetative de înmulțire ale buruienilor perene care în acest fel sunt expuse uscării și înghețului. În AC semințele de buruieni rămân la suprafața solului și sporesc infestarea terenurilor cu buruieni. Mai mult de atât,

schimbarea sistemului de lucrare a solului, din convențional în conservativ, provoacă schimbarea componenței floristice a speciilor de buruieni din câmp. În sistemul AC, prezența reziduurilor la suprafața solului influențează temperatura solului și regimul de umiditate, care afectează germinarea semințelor de buruieni și răsărirea acestora pe parcursul perioadei de vegetație a culturii în condițiile AC. Multiple cercetări efectuate în țară și străinătate au demonstrat că în sistemul conservativ are loc înrădăcinarea buruienilor perene, atât dicotiledonate cât și monocotiledonate iar unele specii de buruieni germinează repede și cresc luxuriant.

Combaterea buruienilor fără lucrarea solului, este ceva nou, mai complicat dar posibil de realizat. Realizarea cu succes a măsurilor preventive și în cadrul unui asolament rațional, cu o cantitate suficientă de reziduuri vegetale și cu încadrarea culturilor succesive, permite în unele cazuri utilizarea minimă a erbicidelor. Totodată, buruienile care cresc în timpul vegetației culturii, sunt distruse cu erbicide postemergente, recomandate și pentru sistemul convențional de agricultură. Paralel cu aplicarea erbicidelor cu acțiune totală, tip glifosat, care deseori sunt un component al sistemului conservativ, pot exista și alte măsuri de combatere a buruienilor. Utilizarea oricărei alte metode care ar putea crea condiții mai favorabile pentru plantele cultivate, prin stânjenirea creșterii sau distrugerea buruienilor, este binevenită dacă terenul va fi mai curat iar recoltele mai bogate.

13.5.1 MĂSURI DE REGLARE A GRADULUI DE ÎMBURUIENARE

Obiectivul de lungă durată al unui management durabil al buruienilor nu este combaterea totală a acestora din culturi, ci crearea unui sistem care reduce infestarea și minimizează concurența dintre buruieni și plantele de cultură. Utilizarea practicilor culturale prezentate poate contribui la realizarea acestui obiectiv.

Măsuri preventive – acestea cuprind metode care împiedică pătrunderea unor specii noi de buruieni, reduc răspândirea speciilor foarte dăunătoare, limitează invadarea culturilor agricole de către buruieni și previn înmprospătarea rezervei de semințe de buruieni în sol și a organelor de înmulțire vegetativă (28, 33). Măsurile preventive includ:

- utilizarea la semănat a semințelor curate de buruieni;

- prevenirea diseminării semințelor de buruieni dintr-un areal în altul, utilizând mașini și agregate curățate de buruieni;
- distrugerea focarelor de buruieni de pe suprafețele necultivate.

Este posibil ca uneori să apară necesitatea aplicării unor erbicide cu acțiune totală pe zonele care delimitează suprafața solului, pe limitele de proprietate, unde prin distrugerea ierbii să apară pălămida (*Cirsium arvense*) în locul acesteia.

Rotația culturilor. Alegerea culturilor și planificarea asolamentului are o deosebită importanță pentru sistemul de AC, deoarece nu se efectuează lucrări ale solului și nu se încorporează erbicide. La alegerea culturilor din asolament trebuie să se țină cont de toate variantele de combatere a buruienilor, în special a celor mai frecvente sau mai periculoase. Iarba de Sudan, rapița, secara, ierburile perene începând cu anul doi de cultivare, pot înăbuși efectiv buruienile. Este deosebit de important să avem informații referitoare la buruienile răspândite pe aceste suprafețe în anii anteriori și cunoștințe practice despre erbicidele existente și disponibile, pentru aplicarea pe vegetație acolo unde este posibil. Alegerea culturilor se face având în vedere și problemele care pot apărea datorită prezenței buruienilor perene. Alternarea culturilor de graminee cu culturile dicotiledonate permite și o combatere eficientă a samulastrei.

Reziduurile (resturile) vegetale de plante. Acoperirea solului cu reziduuri de plante este un instrument util în managementul buruienilor. Odată cu creșterea cantității de resturi vegetale de la suprafața solului, capacitatea de germinație a buruienilor scade și încetinește în timp. Răsărite mai târziu, buruienile produc mai puține semințe, astfel încât plantele cultivate sunt avantajate în concurența cu acestea, iar pierderile de recoltă sunt mai mici. Cu toate acestea, reziduurile/resturile de plante nu pot stopa complet creșterea buruienilor. Capacitatea resturilor vegetale de a reduce pagubele produse de buruieni depinde de mai mulți factori, printre care speciile de buruieni prezente, planta cultivată, condițiile climatice etc. Integrarea metodelor de combatere într-un management unitar, împreună cu aplicarea erbicidelor, permite obținerea rezultatelor scontate.

Culturile succesive. Includerea culturilor succesive în asolament, între două culturi principale, este o bună măsură preventivă în managementul buruienilor. Covorul viguros al unei culturi succesive poate stopa complet creșterea buruienilor anuale provenite din semințe. Culturile succesive pot să

reducă substanțial creșterea și înmulțirea buruienilor perene care apar sau regenerează din rădăcini, rizomi sau tuberculi și sunt mai greu de combătut.

Efectul culturilor succesive depinde în mare măsură de compoziția floristică a speciilor și raportul între speciile de buruieni. Combaterea buruienilor se realizează parțial și prin concurența pentru resurse, cum sunt lumina, substanțele nutritive și apa, în timpul vegetației culturilor succesive și parțial prin efectele fizice și chimice, care apar atunci când reziduurile culturilor succesive sunt lăsate pe suprafața solului ca un ”mulci mort”.

Epoca de semănat. Semănatul culturilor de primăvară timpurii, înainte de răsărirea buruienilor, permite fermierilor să obțină culturi curate fără aplicarea glifosatului. Acest lucru este posibil însă doar dacă buruienile anuale de toamnă, cele bienale și perene nu sunt prezente în număr mare. Prin semănatul timpuriu se înțelege că planta cultivată este semănată la începutul epocii optime recomandate pentru zona respectivă, având condiții să răsară și să se dezvolte, chiar în condiții cu temperaturi mai scăzute. Lucerna, grâul de primăvară, orzul de primăvară, mazărea și inul pot fi semămate imediat ce s-au înregistrat temperaturi pozitive și este posibil a efectua semănatul. Prezența unui pat germinativ puțin tasat și bine umectat permite efectuarea semănatului la o adâncime mică, fapt ce contribuie la răsărirea rapidă și asigură o capacitate maximă de concurență a culturii (26).

Alegerea soiului/hibridului. Un aspect foarte important este alegerea soiurilor/hibridurilor, care vor germina și răsări rapid, apoi vor crește intensiv și vor acoperi suprafața solului, micșorând în acest mod capacitatea de concurență a buruienilor. Această practică permite micșorarea consumului de erbicide la unitatea de suprafață și sporește eficiența producției.

Geometria de semănat. Desimea și modelul de semănat modifică structura covorului vegetal al culturilor, care la rândul ei influențează capacitatea de sufocare a buruienilor. Semănatul culturilor în rânduri apropiate provoacă schimbarea microclimei în lan, determină o distribuție uniformă și o desime mai mare a plantelor, utilizarea mai bună a luminii, apei și o capacitate de concurență mai mare a plantelor cultivate. Semănatul în rânduri apropiate, cu o desime mai mare de semănat, va reduce biomasa buruienilor răsărite mai târziu, datorită cantității mai reduse de lumină accesibilă, datorită umbririi plantelor. Plantele cultivate în rânduri apropiate încep să concureze cu buruienile într-o fază mai timpurie decât cele semămate în rânduri distanțate, datorită acoperirii mai rapide a solului și a unei distribuții mai bune a rădăcinilor.

Distribuirea optimă a semințelor și îngrășămintelor. Plasarea semințelor la o adâncime mică și în rigola umedă contribuie la o germinație rapidă a plantelor cultivate. Tăvălugirea solului direct pe rândul semănat sporește germinația acestora dar nu stimulează și răsărirea semințelor de buruieni în spațiul dintre rânduri, care rămâne mai afânat. Un astfel de strat se usucă rapid și împiedică germinarea semințelor de buruieni. O astfel de influență este mai evidentă la utilizarea brăzdarului de tip daltă. Introducerea îngrășămintelor în zona laterală rândului sau alături de sămânță, poate spori de asemenea capacitatea de concurență a culturii. Buruienile care răsar între rânduri, la o anumită distanță de zona aplicării îngrășămintelor cresc mai lent decât semințele culturii, care răsar alături de îngrășămintele (26).

13.5.2 MĂSURI CHIMICE DE REGLARE A GRADULUI DE ÎMBURUIENARE

Pregătirea pentru aplicarea erbicidelor trebuie să fie una foarte minuțioasă iar mașinile de erbicidat trebuie să poată fi gata pentru a fi puse în funcțiune într-o perioadă foarte scurtă de timp, determinată de starea vremii și faza de dezvoltare a buruienilor. O limitare a AC o constituie eficiența scăzută a erbicidelor aplicate la suprafața solului. Prezența reziduurilor de plante la suprafața solului împiedică contactul direct al erbicidelor cu solul și o mare parte a acestora rămân pe suprafața reziduurilor. Din aceste considerente erbicidele preemergente nu sunt recomandate pentru utilizare. Implementarea pe scară largă a AC nu ar fi fost posibilă fără utilizarea largă, în limita recomandărilor, a erbicidelor în bază de glifosat. La aplicarea oricărui produs se respectă cu strictețe norma de consum a produsului comercial. În toate cazurile, pentru a spori eficacitatea erbicidului se recomandă:

- micșorarea volumului soluției de lucru până la 50 l/ha;
- utilizarea unui adjuvant neionic sau a sulfatului de amoniu, 2% din volumul soluției de lucru;
- aplicarea erbicidului doar pe plantele curate, aflate în faza activă de creștere;
- utilizarea doar a apei curate, cu un conținut mai mic de 500 mg/l calciu sau 700 mg/l magneziu (26), altfel prezența particulelor de sol va duce la dezactivarea erbicidului.

Combaterea buruienilor în perioada de vară-toamnă. După recoltarea cerealelor de toamnă și primăvară, a rapiței și a mazării apare necesitatea combaterii buruienilor perene. Creșterea secundară a buruienilor este intensă în condițiile în care după recoltarea culturilor există suficientă apă în sol iar temperaturile sunt ridicate.

Eficacitatea combaterii acestora depinde de creșterea lor secundară, deoarece interceptarea erbicidului crește odată cu creșterea suprafeței aparatului foliar activ. O altă condiție pentru reușita tratamentului este ca după aplicarea erbicidului să fie suficient timp favorabil pentru ca erbicidul aplicat să fie translocat către organele generative. Este recomandată aplicarea erbicidelor pe bază de glifosat, în doza recomandată pentru combaterea buruienilor perene.

Buruienile de toamnă răsar și cresc, formând o "rozetă" la suprafața solului iar după iernare, își continuă vegetația în primăvară. Dacă ele nu vor fi distruse apare riscul îmburuienării puternice a culturilor semănate toamna sau primăvara. În cazul în care buruienile de toamnă au răsărit, este recomandat ca aplicarea erbicidelor să fie efectuată toamna. Pentru combaterea populațiilor de *Thlaspi arvense* (pungulița de câmp) și *Capsella bursa-pastoris* (traista ciobanului) poate fi aplicat erbicidul 2,4 D în doza recomandată pentru buruienile anuale. Buruienile anuale de toamnă se recomandă a fi tratate cu erbicide în perioada de la începutul lui octombrie până la apariția înghețului. Dacă erbicidele se vor aplica timpuriu, nu toate buruienile care vor răsări mai târziu vor fi combătute. Pe măsura ce se apropie timpul înghețurilor eficacitatea erbicidelor crește iar cea mai mare eficacitate este la aplicarea erbicidului chiar înainte de îngheț.

Combaterea buruienilor în perioada primăverii. Prezența unei perioade calde înainte de semănatul culturilor de primăvară permite utilizarea unui produs în bază de glifosat pentru combaterea buruienilor. În cazul când pe teren se întâlnesc vetre de buruieni perene sau acesta este puternic îmburuienat cu buruieni perene, atunci erbicidul cu glifosat se va aplica cu aproximativ două săptămâni înainte de efectuarea semănatului, respectând doza de erbicid pentru combaterea buruienilor perene.

În cazul când solul este îmburuienat cu specii de buruieni anuale, atunci aplicarea erbicidului se recomandă a fi efectuată cu o zi înainte de semănat sau la câteva zile după semănat.

Alegerea epocii de aplicare este foarte importantă. Dacă erbicidul se va aplica cu câteva zile înaintea semănatului, de la momentul aplicării și până

la semănat va trece o perioadă în care vor răsări și alte buruieni. Nu se recomandă nici aplicarea erbicidului imediat după semănat, deoarece eficacitatea erbicidului scade, datorită stratului subțire de praf care s-a depus la suprafața frunzelor de buruieni în timpul semănatului și care reduce suprafața de contact a erbicidului cu frunza. Dacă se efectuează semănatul mai timpuriu, când solul nu s-a încălzit bine și germinația semințelor este mai lentă, perioada optimă de aplicare a erbicidelor este mai îndelungată, iar posibilitatea de aplicare este mai mare. Astfel erbicidul poate fi aplicat după semănatul tuturor culturilor de primăvară.

Protecția plantelor împotriva buruienilor în timpul vegetației culturilor. În timpul perioadei de vegetație protecția plantelor împotriva buruienilor se va efectua cu respectarea tuturor obiectivelor și reglementărilor specifice agriculturii convenționale, dar cu aplicarea numai a erbicidelor postemergente. No-tillage este un sistem complet diferit față de agricultura convențională, unde toate buruienile erau distruse prin lucrările solului. În sistemul de AC situația se schimbă brusc, motiv pentru care fermierul trebuie să cunoască toate buruienile răspândite în regiune, să le recunoască începând cu faza de răsărire și terminând cu sămânța. Agronomul trebuie să fie dotat cu ghiduri, determinatoare, aplicații pentru tabletă și smartphone, cu tot ce este necesar pentru a determina cât mai rapid buruienile întâlnite pe câmp. Paralel cu aceasta, este necesar de a ameliora cunoștințele despre erbicide. În multe cazuri sunt indicate doar grupele de buruieni destinate combaterii cu erbicidul dat, ceea ce în cazul AC nu este suficient. Totalitatea informațiilor prezentate în pliante, cataloage și recomandări nu satisfac pe deplin cerințele. Pentru fiecare erbicid trebuie să se cunoască condițiile optime de aplicare pentru eficiența maximă, restricțiile față de rotația culturilor, posibilitatea de amestecare cu alte erbicide ș.a.

Evitarea apariției "super buruienilor". Aplicarea repetată a unuia și aceluiași erbicid conduce la apariția rezistenței buruienilor față de erbicide. Probabilitatea apariției buruienilor rezistente apare atunci când erbicidul nu manifestă nici o acțiune asupra unor specii de buruieni pe care în anii trecuți le combăteau eficient și în același timp, combate alte specii indicate pe etichetă. Condiția minimă pentru prevenirea apariției biotipurilor rezistente este alternarea erbicidelor cu diferite mecanisme de acțiune împotriva buruienilor (34).

În condițiile AC importanța rotației erbicidelor sporește deoarece în combaterea buruienilor nu se utilizează unelte active de lucrare a solului, iar

buruienile nu se distrug nici prin arături și nici prin cultivații între rânduri. În aceste condiții crește simțitor rolul metodelor culturale de combatere a buruienilor și prevenire a apariției speciilor de buruieni rezistente la acțiunea erbicidelor.

13.6 APLICAREA ÎNGRĂȘĂMINTELOR

În AC ca și în orice alt sistem de agricultură, elementele nutritive care sunt extrase din sol odată cu producția de bază, trebuie redade solului pentru cultivarea cu succes a plantelor în anul următor. Cea mai bună metodă de a determina necesitățile plantelor în elementele nutritive este analiza solului. Pentru a determina necesarul de substanțe nutritive care trebuie aplicate, analizele de sol trebuie executate în laboratoare certificate. Fiind o procedură periodică de monitorizare a fertilității solului, trebuie executată cel puțin odată la 5 ani, fiind deosebit de importantă pentru a corecta deficiențele în elementele nutritive înainte de a începe implementarea AC (35).

La începutul implementării poate apărea carența de azot, cauzată de descompunerea resturilor vegetale de la suprafață de către microorganisme. În acest caz se va aplica o cantitate compensatorie de azot, de 10 kg substanță activă azot la o tonă de paie de grâu iar pentru porumb boabe 7 kg de azot substanță activă pe tona de resturi vegetale. Dacă solul are un conținut scăzut de fosfor accesibil atunci se recomandă aplicarea unor doze mai mari pentru corectarea nivelului de fosfor în sol (3). De asemenea, trebuie corectat conținutul de potasiu și calciu pentru a fi readus la un nivel de asigurare corespunzător.

În linii mari, cerințele plantelor pentru elementele nutritive în AC, nu se deosebesc de cerințele din agricultura convențională. Introducerea îngrășămintelor alături de sămânța plantei de cultură, dar nu prea aproape, este o cerință în ambele sisteme. Îngrășămintele se vor aplica în dozele și rapoartele specifice pentru cultura dată, luând în considerare condițiile specifice din fermă, aplicarea făcându-se atunci când o cere cultura și nu atunci când este posibil de aplicat.

Îngrășămintele vor fi administrate în zona sistemului radicular, unde vor fi ușor accesibile plantelor cultivate și cultura le va utiliza efectiv.

Aplicarea îngrășămintelor prin împrăștiere în AC este tot atât de inefficientă ca și în agricultura convențională.

Nu există un sistem standardizat de aplicare a îngrășămintelor, deoarece fiecare cultură are nevoie de un anumit tip de îngrășămintele, norme de aplicare, timp și metode de aplicare.

În construcția semănătorilor actuale s-a realizat un progres considerabil, odată cu semănatul se introduc în sol și îngrășămintele, ceea ce reduce la minim disturbanța solului.

La implementarea AC întotdeauna trebuie avute în vedere avantajele și dezavantajele diferitelor sisteme de aplicare a îngrășămintelor. Alegerea sistemului de fertilizare depinde de tipul și de cantitatea de îngrășămintele necesară de a fi aplicată, de tipul utilajului pentru semănat, tipul dispozitivului pentru aplicarea îngrășămintelor și de dotarea tehnică a fermei (tabelul 13.10)

13.7 IMPLEMENTAREA AGRICULTURII CONSERVATIVE

AC este un sistem de producție care a apărut relativ recent, iar trecerea spre un alt sistem, în care solul nu mai este arat cu întoarcerea brazdei, așa cum s-a făcut timp de peste 10 mii de ani, nu este ușoară. Această schimbare necesită mult efort din partea tuturor specialiștilor implicați în implementarea sistemului AC.

Pentru a facilita procesul de adoptare a AC au fost elaborate recomandări și pași de urmat în vederea trecerii de la agricultura convențională la AC (35).

1. Ameliorarea cunoștințelor despre sistemul AC

Agricultura Conservativă este un sistem complet diferit față de cel bazat pe lucrarea solului, care se axează pe ameliorarea biologiei solului prin renunțarea la întoarcerea brazdei, menținerea suprafeței solului acoperită cu reziduuri vegetale sau cu culturi succesive. Este necesar ca cel puțin cu un an înainte să înceapă planificarea pentru a trece la sistemul de AC.

2. Efectuarea analizelor de sol și corectarea carențelor

Odată cu trecerea la AC, trebuie corectată carența în anumite elemente nutritive, deoarece multe soluri arabile sunt slab aprovizionate după ani de utilizare intensivă. Se vor face determinări privind valorile pH - ului și se vor aplica măsuri de corectare acolo unde este necesar. După o perioadă de 5 ani se recomandă repetarea analizelor de sol.

Tabelul 13.10

Diferite modalități de aplicare a îngrășămintelor în AC (26)

Puncte tari	Puncte slabe
Aplicarea îngrășămintelor în benzi primăvara	
Permite a redistribui sarcina de lucru. Pentru aplicarea în benzi primăvara pot fi utilizate toate tipurile de îngrășăminte.	Implică cheltuieli suplimentare. Este nepotrivită pentru solul pregătit în sistemul no-tillage. După prima trecere pot rămâne urme de tasare pe miriște. La semănat, resturile vegetale se pot aduna în fața brăzdarului.
Aplicarea îngrășămintelor odată cu semănatul	
Este cea mai simplă metodă de aplicare a îngrășămintelor. La o singură trecere se execută semănatul și aplicarea îngrășămintelor, rezultând economii de combustibil. Există limitări la cantitatea de îngrășămintă care poate fi aplicată și cantitatea care poate fi asimilată de plante cu eficacitate ridicată.	Dozele de îngrășămintă sunt limitate din cauza probabilității de rănire a plantelor. La aplicarea unor doze prea mari de îngrășămintă, poate rezulta maturizarea mai târzie a plantelor sau în scăderi de recoltă. Poate apărea necesitatea de aplicare adițională a îngrășămintelor pe vegetație, pentru a aplica doza necesară plantelor.
Aplicarea îngrășămintelor lateral față de rând, odată cu semănatul	
Asigură aplicarea dozei necesare concomitent cu semănatul. Îngrășămintele sunt introduse suficient de aproape de sămânță, pentru a asigura utilizarea lor eficientă și totodată la distanță suficientă pentru a evita problemele legate de toxicitate. Îngrășămintele sunt mai accesibile plantelor decât semințelor de buruieni dintre rânduri. Cheltuieli de producție mai reduse.	Unele semănători pentru aplicarea îngrășămintelor lateral față de rând pot deteriora patul germinativ și crea probleme la semănat. Există probabilitatea să fie necesar un tractor cu putere mai mare, pentru a putea acționa semănătoarea. Este necesar un echipament special, care poate aplica doze mari de îngrășămintă.
Aplicarea îngrășămintelor prin împrăștiere primăvara	
Permite reglarea normelor de aplicare a îngrășămintelor în timpul semănatului. Este o metodă foarte rapidă, cu cheltuieli minime de energie. Poate fi utilizată atât înainte de semănat cât și după apariția plantulelor. aplicarea unor doze suplimentare de îngrășămintă cu azot, când nu este accesibilă semănătoarea sau când condițiile de vegetație impun necesitatea de a aplica doze mai mari .	Poate fi o metodă neefectivă de aplicare a îngrășămintelor. Mai ales în condițiile anilor secetoși și când stratul de resturi vegetale este gros. Primăvara, în perioada când timpul este limitat, va fi nevoie de un procedeu adițional.

3. Evitarea solurilor slab drenate

Este cunoscut faptul că sistemul no - tillage duce la reduceri importante de recoltă pe solurile cu un drenaj slab. Se recomandă ca înainte de a implementa AC să se construiască un sistem de drenare.

4. Nivelarea suprafeței solului

Există mai multe cauze care pot determina denivelarea suprafeței solului, ca recoltarea culturii premergătoare pe timp umed, culturile intercalate între rândurile de prășitoare, eroziunea solului ș.a. Oricare ar fi cauza, nivelarea suprafeței este o lucrare obligatorie pentru implementarea sistemului no – tillage, deoarece nu se poate garanta obținerea unei răsăriri uniforme în cazul semănatului pe un teren denivelat.

5. Eliminarea compactării solului

Lucrarea îndelungată a solului cu același echipament și la aceeași adâncime duce la formarea ”hardpanului”, în timp ce pe alte soluri, în anumite condiții de pedogeneză, stratul impermeabil de ”hardpan” s-a format în mod natural. Independent de cauzele formării acestui strat compact de sol, el trebuie eliminat deoarece implementarea sistemului no - tillage pe solurile compactate, evident, va conduce la reducerea recoltei și la compromiterea sistemului. Această lucrare se efectuează de obicei cu plugul subsolier, cu plugul paraplow, prin afânare adâncă sau scarificare.

6. Producerea de cantități cât mai mari de reziduuri vegetale

Aproape toate avantajele sistemului no-tillage rezultă din menținerea permanentă a solului acoperit și doar câteva din cauză ca solul nu se lucrează (27). Cantități insuficiente de reziduuri vegetale nu asigură pe deplin beneficiile acestui sistem, încât fermierii trebuie să-și îndrepte eforturile spre producerea unei cantități maxime de masă vegetală. Dacă condițiile climatice permit, la implementarea sistemului no-tillage, fermierii ar trebui să aibă ca obiectiv producerea unei cantități mai mari de 6 t/ha reziduuri vegetale, iar ulterior peste 10 t/ha/an masă uscată. Acest obiectiv poate fi realizat prin introducerea unor asolamente care includ și culturi succesive.

7. Procurarea unei mașini de semănat no -till

Pentru introducerea sistemului AC, fermierii trebuie să-și procure o mașină specială pentru semănatul în condiții no-till. Sunt frecvente cazurile când fermierii sunt entuziasmați de acest sistem dar achiziționează semănători care nu respectă toate condițiile impuse, iar rezultatele sunt modeste și ei blamează sistemul AC ca unul care nu corespunde condițiilor locale. De asemenea, fermierii trebuie să știe în prealabil ce culturi vor

cultiva și de câte semănători vor avea nevoie. De obicei este nevoie de o semănătoare pentru culturi prășitoare și una pentru culturi cerealiere, sau o semănătoare care să semene ambele tipuri de culturi.

8. Implementarea AC pe 10% din suprafața fermei

AC este un sistem nou, în care se renunță la lucrarea solului, speciile de buruieni sunt altele, tratamentele chimice diferă și trebuie aplicate cu o acuratețe mai mare, semănatul este diferit, asolamentul, bolile și dăunătorii diferă, managementul este diferit etc. Când se schimbă sistemul de la agricultura convențională la AC trebuie luate decizii noi și pentru a nu supune riscului întreaga fermă, se recomandă de a începe implementarea pe circa 10% din suprafața acesteia. Odată cu obținerea noilor abilități și cunoștințe necesare pentru utilizarea sistemului, suprafața se va mări. Se recomandă de asemenea ca implementarea să înceapă pe cele mai fertile soluri.

9. Introducerea asolamentelor și a culturilor succesive

După ce pașii precedenți au fost îndepliniți, fermierii trebuie să-și axeze atenția spre introducerea unui asolament corespunzător, combaterii buruienilor, realizarea unei cantități suficiente de resturi vegetale lăsate la suprafața solului, obținerea unei eficiențe economice și managementul riscului. În sistemul no-tillage asolamentul are o importanță mult mai mare ca în agricultura convențională și o diversitate cât mai mare a culturilor trebuie să reprezinte un obiectiv principal. O diversitate mare trebuie să fie avantajoasă și din punct de vedere economic, ceea ce asigură sustenabilitatea sistemului și poate fi realizată prin utilizarea culturilor succesive.

10. Învățarea permanentă

Implementarea sistemului AC este un proces continuu. Chiar și fermierii cu o experiență de 20 -30 de ani în aplicarea sistemului recunosc că în fiecare an descoperă ceva nou. Cunoștințele sunt recunoscute ca fiind principalul obstacol în implementarea agriculturii conservative chiar și atunci când sistemul se aplică pe milioane de hectare. Fermierii trebuie să fie pregătiți pentru învățare continuă și pentru a fi la curent cu toate realizările în domeniu. Sursele de cunoștințe pot fi foarte diverse, începând cu fermierii din vecinătate care aplică acest sistem și terminând cu cele mai avansate lucrări științifice (35).

BIBLIOGRAFIE

1. Lal, R., Reicosky, D.C., Hanson, J.D., 2007 - *Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no-till farming*, In: "Soil and Tillage Research", Vol. 93, Issue 1, March 2007, p. 1-12.
2. Reicosky, D.C., 2015 - *Conservation tillage is not conservation agriculture*. Journal of Soil and water conservation. Vol. 70, No. 5. <http://www.jswnonline.org/content/70/5/103A.extract>.
3. Кроветто, Карлос К., 2007 - *No-Till. Взаимосвязь между No-till, растительными остатками, питанием растений и почвы*. Днепропетровск, 236 с.
4. Gonzales-Sanchez, E.J., Veroz-Gonzalez, O., Blanco-Roldan, G.L., Marquez-Garcia, F., Caronell-Bojollo, R., 2015 - *A renewed view of Conservation Agriculture and its evolution over the last decade in Spain*. Soil and Tillage Research, 146 (PB), p. 204-212.
5. Basch, G. et al., 2012 - *Making sustainable agriculture real in CAP 2020. The role of conservation agriculture*, The European Conservation Agriculture Federation (ECAAF).
6. Kassam, A., Friedrich, T., Shaxson, Francis, Pretty, J., 2009 - *The Spread of Conservation Agriculture: Justification, sustainability and uptake*. International Journal of Agricultural Sustainability, 7(4), p. 292-320.
7. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Conservation Agriculture*. [Online] FAO, 2018 - [Cited: Iulie 15, 2018] <http://www.fao.org/conservation-agriculture/overview/what-is-conservation-agriculture/en/>.
8. Friedrich, T., Kassam, A.N., 2009 - *Adoption of Conservation Agriculture technologies: constrains and opportunities*. Invited paper, 4th World Congress on Conservation Agriculture, 4-7 February. New Delhi: ICAR.
9. Gonzalez-Sanchez, E.J., Moreno Garcia, M., Kassam, A. et al., 2011 - *Conservation Agriculture: Making Climate Change Mitigation and Adaptation Real in Europe*. <http://www.ecaf.org/downloads>.
10. Cantero, C., Ojeda, L., Angas, P., Santiveri, F. 2004 - *Efectos de las tecnicas de laboreo de suelo sobre la poblacion de lombrices en zonas de secano semi-arido*. Agricultura. N 866: p. 724-729.

11. Perdue, J.C., Crossley, D.A. Jr., 1989 - *Seasonal abundance of soil mites (Acari) in experimental agroecosystems. Effects of drought in no-tillage and conventional tillage.* Soil & Tillage Research 15: p. 117-124.
12. Wolters, V., Ekschitt, K., 1997 - *Gastropods, isopods, diplopods, and chilopods: neglected groups of the decomposer food web.* En Benckiser, G. (Ed.), *Fauna in Soil Ecosystems.* Marcel Dekker. p. 265-306.
13. Lopez-Fando, C., Bello, A., 1995 - *Variability in soil nematode populations due to tillage and crop rotation in semi-arid Mediterranean agrosystems.* Soil & Tillage Research 36: p. 59-72.
14. Shearin A.F., Reberg-Horton, S.C., Gallandt, E.R., 2007 - *Direct effects of tillage on the activity density of ground beetle (Coleoptera: Carabidae) weed seed predators.* Environmental Entomology, 36 (5):p. 1140 -6.
15. Cantero-Martinez, C., Bota, Ponjoan, A., Mayals, J., Ribases, I., Pijuan, C., Carrillo, M., 2007 - *Incremento de la biodiversidad asociada a técnicas de Agricultura de Conservación. Congreso Europeo sobre Agricultura y Medio Ambiente. ASAJA/Sevilla y Humedales Sostenibles,* p. 51-59.
16. Arrouays, D., Balesdent, J., Gemon, J.C., Jayet, P.A., Soussana, J.F., Stengel, P., Bureau, D., 2002 - *Contribution a la lutte contre l'effet de serre (stocker du carbone dans les sols agricoles de France ?),* INRA.
17. Gonzalez-Sanchez, E.J., Ordonez-Fernandez, R., Carbonell-Bojollo, R., Veroz-Gonzalez, O., Gil-Ribes, J.A., 2012 - *Meta-analysis on atmospheric carbon capture in Spain through the use of Conservation Agriculture.* Soil & Tillage Research 122:p. 52-60.
18. Crochet, F., Nicoletti, J.P., Bousquet, N., 2008 - *Simplification du travail du sol: un intérêt économique variable d'une exploitation à l'autre.* Perspectives Agricoles, p.22-25.
19. Kassam, A., Friedrich, T., Derpsch, R., Kienzle, J., 2015 - *Overview of the worldwide spread of Conservation Agriculture.* Field Actions Science Reports, Vol 8.
20. Derpsch, R., 1998 - *Historical review of no-tillage cultivation of crops.* Proceedings of the 1st JIRCAS Seminar on Soybean Research on No-tillage Culture & Future Research Needs, p. 1-18. March 5-6, 1998 Iguassu Falls, Brazil, JIRCAS Working Report, No 13.
21. Reicosky, D.C., Wilts, A.R., 2004 - *Crop-residue management.* In "Encyclopedia of soils in the environment", Academic Press, First edition, V-1, p. 334-338.
22. Derpsch, R., Cullinan A., 2006 - *Keep soil covered for longer life.* Faring Ahead, (172), p. 37-39.
23. Wall, P.C., Thierfelder, Ch., 2012 - *The Role and importance of Residues /* Technical bulletin, on – line.
http://www.fao.org/ag/ca/Training_Materials/Leaflet_Residues.pdf
24. Загорчае, К.Л., 1990 - *Оптимизация системы удобрения в полевых севооборотах,* Кишинёв, Штиинца, 270 с.

25. Guş, P., Rusu, T., Stănilă, S., 2003 - *Lucrările neconvenţionale ale solului și sistema de maşini*. Risoprint, Cluj Napoca.
26. Нулевая обработка почвы / Руководство по производству/ Опубликовано Ассоциацией фермеров, применяющих технологию нулевой обработки почвы, в Манитобе и Северной Дакоте, 1991, 41р.
27. *Carbon to Nitrogen Ratios in Cropping Systems* <https://www.nrcs.usda.gov/wps/PA/download?cid.ext>.
28. Корси, Сандра, 2017 - *Почвозащитное и ресурсосберегающее земледелие*, Анкара, 141 с.
29. Dale Drills: *The future of efficient crop establishment*. <http://www.daledrills.com/drill-range/eco-drill/>
30. Florentin, M., Penalva, M., Calegari, A., Derpsch, R., 2011 - *Green Manure/Cover Crops and Crop Rotation in Conservation Agriculture on Small Farms*, FAO, Rome, 109 p.
31. Berca, M., 2011 - *Agrotehnică: transformarea modernă a agriculturii*. Editura Ceres.
32. Singh, V.P., Barman, K.K., Singh Raghwendra and Sharma, A.R, 2015 - *Weed Management in Conservation Agriculture Systems*. In: M. Farooq, K.H. M. Siddique (eds.) *Conservation Agriculture*, © Springer International Publishing Switzerland, 662 p.
33. Sidorov, M., Vanicovici, Gh., Coltun, V., Nicolaev, N., Boincean, B., 2006 - *Agrotehnica*. Bălți, Presa universitară bălţeană, 298 p.
34. *Herbicides Resistance Action Committee/ Global classification look up*. <http://hracglobal.com/tools/classification-lookup>.
35. Derpsch, R., 2008 - *Critical Steps to No-till Adoption*, In: *No-till Farming Systems*. Goddard, T., Zoebisch, M.A., Gan, Y., Ellis, W., Watson, A. and Sombatpanit, S., Eds., WASWC. P. 479-495.

CAPITOLUL 14

SISTEME DE AGRICULTURĂ

14.1. EVOLUȚIA SISTEMELOR DE AGRICULTURĂ

În evoluția omului, trecerea de la statutul de culegător și păstor la cel de cultivator s-a realizat treptat, plecând de la rigolele făcute în sol pentru așezarea semințelor plantelor, până la agricultura de precizie, executată astăzi după cele mai inovatoare tehnologii.

Bineînțeles, pe parcurs au existat anumite etape de referință, prin care tehnicile de cultivare a pământului s-au îmbunătățit considerabil și au condus fie la creșterea productivității, fie la perfecționarea mijloacelor tehnice. Încă din comuna primitivă s-au folosit pentru mărunțirea solului unelte manuale confecționate din piatră sau os de animale, apoi trecând prin diferite epoci, au apărut unelte din lemn, bronz, fier etc. Cu 7000 de ani î.e.n., pentru a mărunți solul și a crea condiții optime de creștere și dezvoltare ulterioară a plantelor și de asemenea pentru a combate buruienile, s-au folosit plugurile tractate de om. Într-o etapă imediat următoare, cea a bronzului, există dovezi ale utilizării plugului din lemn, apoi în Epoca Fierului s-a folosit plugul din lemn prevăzut cu brăzdar de fier, de formă triunghiulară, întâlnit și în spațiul geto-dacic. Secolul al VIII-lea marchează apariția într-o formă rudimentară a plugului cu cormană, cu răsturnarea brazdei, marcând epoca plugului bavarez. Forme evoluate ale plugului cu răsturnarea brazdei apar pe parcursul secolului al XVIII-lea, ca urmare a cercetărilor teoretice și practice efectuate de Arbuthnot, Jefferson și mai târziu de Dombasle, Hachette, Lambruschini, Ridolfi etc.

Datorită cererii tot mai mari de produse agricole pentru populația în creștere, agricultura a căutat în permanență extinderea suprafețelor cultivate.



În consecință, agricultorii defrișau păduri sau deșteleneau pajiști, erau cultivate plante în mod repetat pe aceeași suprafață de teren până la epuizarea acestuia, determinând o îmburuienare excesivă și obținerea unor producții din ce în ce mai mici. Astfel, terenurile nu mai erau cultivate, agricultorii își îndreptau atenția spre cultivarea altor terenuri mai fertile, care se găseau la discreție și care nu mai fuseseră lucrate. Această modalitate de lucrare a solului este cunoscută sub denumirea de **agricultură cu țelină**.

Mai târziu, ca urmare a faptului că posibilitățile de luare în cultură a unor noi suprafețe de teren virgin erau limitate, agricultorii au revenit pe terenurile părăsite anterior, a căror fertilitate se refăcea pe cale naturală. Acest mod de lucrare a solului s-a numit sistem de **agricultură cu pârloagă** și presupune ca terenul să intre în repaus câțiva ani. În acest timp, terenurile astfel părăsite își refăceau fertilitatea naturală, se odihneau, sub influența vegetației spontane ce se instala treptat, apoi se cultivau din nou.

Sporirea numărului de specii de plante de cultură, dezvoltarea forțelor de producție și creșterea continuă a populației au determinat ca perioada în care terenul se lăsa pârloagă să se reducă treptat, până s-a ajuns la un singur an, fiind denumit *ogor* și era lăsat să-și refacă fertilitatea. În acest fel a apărut succesiunea culturilor de doi ani, respectiv *ogor-plantă cultivată*. Acest sistem de agricultură cu **ogor necultivat**, nu a mai satisfăcut cerințele tot mai mari de produse alimentare, astfel că suprafețele cu *ogor* au fost succesiv diminuate. S-a trecut la împărțirea câmpului în două sole, apoi în trei sole, suprafața necultivată scăzând de la 50% la 33%.

Pentru a compensa deficitul de furaje determinat de reducerea suprafețelor cu *ogor* și ameliorarea fertilității solului s-au introdus în cultură, pe suprafețele care odinioară serveau ca *ogor* unele plante cum ar fi trifoiul, precum și unele plante prășitoare ca porumb, cartof, sfeclă pentru zahăr (1).

În acest fel s-au pus bazele agrotehnice ale **sistemului de agricultură altern**, în care după mai multe etape, asolamentul de 4 ani, numit asolament Norfolk, folosit inițial în Anglia și extins cu repeziciune în Olanda, Belgia, Franța, Germania și alte țări unde erau condiții pedoclimatice favorabile pentru cultura trifoiului, a condus la sporirea producției de cereale în Europa de Vest. Acest sistem de agricultură a predominat în numeroase țări europene, în secolele XVIII-XIX, chiar dacă proporția principalelor plante de cultură nu satisfăcea cerințele economice din acea perioadă (2).

Pe parcurs, au crescut posibilitățile de obținere a unor recolte mai mari și mai sigure prin îmbunătățirea tehnologiilor de cultură și a tipurilor de

asolamente. Astfel, putem spune că secolul XX reprezintă *epoca agriculturii mecanizate, moderne, convenționale, clasice*, luându-se în considerare creșterea numărului de lucrări mecanizate, a cantităților de îngrășăminte chimice, irigației etc.

Dacă analizăm evoluția agriculturii convenționale în timp, observăm două etape distincte: prima, *extensivă* care ocupă o perioadă cuprinsă între sfârșitul secolului al XIX-lea și începutul secolului trecut și alta *intensivă*, practică în zilele noastre în multe țări, asistând la o specializare și intensificare puternică a agriculturii cu minimizarea costurilor de producție.

Scopul principal al agriculturii convenționale constă în asigurarea securității alimentare și obținerea unor produse agricole în excedent în vederea exportului, contribuind astfel la obținerea unor beneficii importante pentru economia țărilor respective.

Activitățile agricole trebuie să fie intensificate dacă ținem cont de faptul că la vremea când omul primitiv era culegător și vânător erau necesare pentru a hrăni un singur individ suprafețe cuprinse între 100-10000 ha, în timp ce astăzi îi revin 0,3 ha (3). Condițiile sociale, nevoile economice și de mediu determină alegerea modului de utilizare a pământului. Pe plan mondial, sunt practicate, în prezent, mai multe sisteme de agricultură, în care agrotehnica intervine diferit.

14.2 SISTEME DE AGRICULTURĂ PRACTICATE PE PLAN MONDIAL

14.2.1. AGRICULTURA CONVENȚIONALĂ

La început acest sistem avea un caracter extensiv, bazat pe obținerea unor producții mari prin extinderea suprafețelor cultivate pe care se foloseau metodele tradiționale de lucrare a solului. În timp au crescut posibilitățile de obținere a unor recolte mai mari prin îmbunătățirea tehnologiilor de cultură, prin folosirea îngrășămintelor organice și mai apoi chimice, a amendamentelor, irigației, pesticidelor, a unor mașini mai performante, a unor soiuri și hibrizi mai productivi.

În asolamente predomină doar anumite plante, cum ar fi cerealele și plantele tehnice, practicându-se de asemenea monocultura de porumb și rotația porumb-grâu.

Pentru lucrările solului sunt folosite agregate complexe, care prelucrează energic solul. Se constată o specializare și o intensificare puternică a activității agricole, cu obținerea unui profit maxim, dar în acest sistem cercetarea și dezvoltarea tehnologică nu influențează puternic protecția și conservarea resurselor (4).

Din păcate, de-a lungul timpului au apărut și alte neajunsuri care au afectat viața omului și protecția mediului: poluarea mediului înconjurător din cauza folosirii neraționale a pesticidelor și îngrășămintelor minerale, degradarea solurilor prin eroziune ca urmare a intensificării numărului de treceri la prelucrarea solului, reducerea biodiversității, acidifiere, salinizare, alunecări de teren, compactare, mineralizarea humusului etc.

14.2.2 AGRICULTURA BIOLOGICĂ / ECOLOGICĂ / ORGANICĂ

Este considerată ca o activitate viabilă deoarece exercită o influență mai puțin agresivă asupra mediului înconjurător și calității produselor. Acest sistem de agricultură deservește un segment mic de piață, producția obținută este mai scăzută dar se poate obține un profit economic prin comercializarea produselor de o calitate superioară la prețuri mai mari.

Agricultura biologică se caracterizează prin următoarele obiective: obținerea unor produse agricole de calitate, în condiții economice rentabile; îmbunătățirea și păstrarea calității mediului înconjurător prin limitarea poluării și de asemenea creșterea veniturilor celor care practică acest tip de agricultură astfel încât să existe satisfacția muncii (4).

Agricultura biologică pune pe primul loc folosirea resurselor neconvenționale și de reciclare, cu respectarea de către agricultori a unor principii tehnologice în care rotația culturilor - prin folosirea leguminoaselor și ierburilor perene, fertilizarea - cu îngrășămintele organice naturale și protecția plantelor - prin metode preventive, biologice și fizice ocupă un loc primordial.

În cadrul Uniunii Europene suprafețele agricole cultivate în sistemul de agricultură biologică au crescut continuu remarcându-se câteva țări unde conceptul este bine implementat: Italia, Germania, Austria, Țările Baltice, Spania, Portugalia, Estonia, Republica Cehă etc. Țările europene folosesc mai mulți termeni pentru a desemna acest sistem de agricultură: agricultură ecologică în Germania, Suedia, Spania, Polonia, agricultură organică în țările

anglosaxone precum Anglia, Islanda, Danemarca și agricultura biologică în Franța, Italia, Grecia, Portugalia. Aici, merită menționat cazul României, care prin potențialul său agricol mare poate fi una din țările furnizoare de produse agricole biologice în cantități importante, în acest sens existând un pachet de legi prin care s-a adoptat termenul de agricultură ecologică și care permite conversia și dezvoltarea agriculturii ecologice.

Trecerea de la sistemul de agricultură convențională la sistemul de agricultură ecologică constituie un proces care presupune o pregătire a agroecosistemului, elaborarea unei tehnologii de cultură adecvată, într-un interval de timp - numit timp de conversie. Timpul afectat conversiei este de doi ani pentru culturile de câmp anuale, pajiști și culturi furajere și trei ani pentru culturile perene (pomi, arbuști fructiferi și viță de vie).

14.2.3 AGRICULTURA BIODINAMICĂ

A fost întemeiată în anii 1920 de către filosoful Rudolf Steiner și se bazează pe principiul biodinamismului prin cultivarea plantelor după anumite principii antroposofice care exclud folosirea îngrășămintelor și pesticidelor de sinteză și de asemenea, în zilele noastre, prin interzicerea cultivării plantelor modificate genetic. Acest principiu prevede ca omul să ajute natura să devină mai puternică, adică să aibă substanțe active mai bune. Agricultura biodinamică este considerată ca fiind un alt nivel de agricultură ecologică, în care unele substanțele naturale și compostul utilizate în ferma biodinamică sunt considerate ca neconvenționale și homeopate.

Agricultura biodinamică elimină în totalitate produsele chimice, favorizând dezvoltarea florei și faunei în mod natural.

Spre deosebire de agricultura ecologică, agricultura biodinamică folosește, în plus, o serie de îngrășăminte fermentate, plante și preparate minerale care se aplică pe sol, cultură și compost. Aceste substanțe se spune că stimulează ciclul nutritiv al solului, dezvoltarea compostului și fotosinteza.

Testarea științifică a preparatelor biodinamice este limitată și dovezile că adăugarea acestor preparate îmbunătățește calitatea plantelor sau a solului în peisajul gestionat organic este încă în dezbatere, dar multe din practicile ecologice, utilizate în mod obișnuit în sistemele agricole și biodinamice, sunt testabile din punct de vedere științific și pot duce la îmbunătățirea parametrilor de sănătate ai solului și ai plantei (5).

În cadrul sistemului biodinamic elaborat de Steiner se disting câteva elemente tehnologice specifice de cultivare a plantelor: aplicarea gunoiului din corn de vacă preparat după o tehnologie specifică, existența rumegătoarelor în fermă, folosirea biopreparatelor organice pentru combaterea bolilor și dăunătorilor (extracte cu acțiune biocidă obținute prin macerarea diferitelor plante), utilizarea metodelor tradiționale ca rotația culturilor, cultivarea leguminoaselor anuale și perene, folosirea cenușii ca îngrășământ etc.

14.2.4 AGRICULTURA EXTENSIVĂ CU INPUTURI REDUSE (DE SUBZISTENȚĂ)

Se bazează pe extinderea suprafețelor cultivate, pentru obținerea unei productivități mărite. La noi în țară se întâlnește pe suprafețele fărâmițate, în familii din zonele colinare cu terenuri slab productive, astfel încât să le asigure minimumul de venit necesar traiului zilnic.

Acest sistem de agricultură nu este performant, nu satisface cererile societății ci doar ale gospodăriilor familiale din zona respectivă, care dispun de o suprafață de teren extinsă. Se folosesc unelte și tehnici învechite, se aplică sporadic gunoiul de grajd, iar îngrășămintele chimice și pesticidele se aplică foarte rar, în cantități neglijabile, datorită costurilor ridicate. Lucrările mecanice se aplică sporadic și fără respectarea cerințelor de calitate, iar cultivarea soiurilor/ hibridilor performanți este limitată de prețul de achiziție.

Totuși, ținând cont de impactul destul de redus asupra mediului, acest tip de agricultură, în special în străinătate, se bucură de tot mai multă apreciere deoarece agricultura extensivă este prietenoasă cu mediul, conservă biodiversitatea și unele habitate prețioase și de asemenea asigură protecția unor specii de animale rare.

14.2.5 SISTEMELE AGRICOLE "LEISA"

Presupun folosirea optimă a resurselor locale de sol, climă și forță de muncă, în vederea practicării unei agriculturi care să nu afecteze mediul înconjurător. Ceea ce este caracteristic acestei agriculturi este faptul că se bazează pe resursele existente în zonă, intervenindu-se suplimentar cu resurse doar pentru echilibrarea sistemelor agricole (gospodării, ferme), neexcluzând așadar folosirea îngrășămintelor chimice, pesticidelor și mecanizării, dar numai în condițiile evitării poluării (6).

14.2.6 AGRICULTURA DE PROXIMITATE ȘI AGROSILVICULTURA

Agricultura de proximitate se referă la micile unități agricole din apropierea centrelor urbane, care gestionează exploatații intensive, comerciale sau necomerciale, practicând în general horticultura (legume) sau creșterea animalelor pentru producția de lapte și ouă.

Din cauza amplorii mișcării peri-urbanizării, sistemele de producție agricolă trebuie analizate în funcție de locația exploatațiilor: ele sunt influențate de dimensiunea orașelor învecinate și de distanța care le separă de acestea. Aproape de orașe, mai ales de cele mai mari dintre ele, fermele agricole sunt mici și intensive; cu cât ne îndepărtăm de orașe ele devin progresiv mult mai mari și mai extensive (7).

Modificările care afectează economiile contemporane actualizează tensiunea între creșterea globalizării și revenirea la teritoriile și practicile locale. Agricultura și activitățile agroalimentare nu constituie o excepție de la această dublă mișcare, de când ne confruntăm cu tendința de creștere a standardizării produselor alimentare, căutarea calității, legate de pământ sau practici ancestrale, vinuri, brânzeturi sau mâncăruri regionale (8).

Agricultura de proximitate favorizează circuitele scurte de producție și comercializare a produselor agricole. Circuitul scurt al produselor agricole reprezintă unul din modurile prin care funcționează piața produselor agricole și care se derulează fie prin vânzarea directă de la producător la consumator, fie prin vânzarea indirectă, cu un singur intermediar, cum este cazul restaurantelor sau a unui comerciant.

Agricultura de proximitate se află în permanență în centrul relației producător-consumator și utilizează tehnici de producție compatibile cu prezența în apropierea orașelor.

Aspectul durabil pe termen lung al agriculturii de proximitate este condiționat de capacitatea agricultorilor și mediului urban de a exploata resursele naturale prin reducerea problemelor ce pot aduce atingere mediului înconjurător și de a găsi mijloacele adecvate garantării accesului producătorilor la terenurile agricole. În acest sens, în unele țări din Uniunea Europeană au fost elaborate planuri de acțiune pentru favorizarea dezvoltării durabile a circuitelor scurte și comercializării de produse agricole în zonele periurbane (3).

Agrosilvicultura. În ultimii ani, cercetătorii s-au orientat din nou spre sistemele agrosilvice. Prin această activitate se urmărește reintroducerea arborilor plantați cu o desime redusă în sistemele de producție agricolă, în interiorul pajiștilor sau cel al marilor culturi.

Asocierea arbori/cultură agricolă are un randament mai ridicat decât în cazul în care se cultivă separat aceeași parcelă de teren: un procent de 30-60% de biomasă este produsă în plus, inclusiv pentru culturile anuale. Arborii cresc de două ori mai repede și pot favoriza cultura pe termen lung, iar prezența lor permite creșterea cantității de humus în sol, prin descompunerea litierei. Prin dezvoltarea unui sistem radicular profund, are loc o mai bună infiltrare a apei și aerului în sol și alimentarea microorganismelor.

Arborii au un rol important și în asigurarea microclimatului parcelei, limitând evapotranspirația, iar prin introducerea unui aliniament de arbori, aceștia vor permite creșterea biodiversității.

Prin agrosilvicultură se intersectează sectoare importante pentru durabilitatea sistemelor de producție: biodiversitatea, calitatea apei, solurilor etc. Agrosilvicultura are un impact puternic asupra procesului de stocare a carbonului aerian, dar și a celui subteran. Arborii permit o mai bună stocare a carbonului, care la rândul său va fi conservat de către o activitate biologică redusă în orizonturile inferioare ale solurilor. Prezența a 50 de arbori pe hectar va permite stocarea unei cantități de 1-2 tone de carbon pe an. Se estimează că 600000 ha de parcele agrosilvice ar permite compensarea unui sfert din emisiile sistemului agricol francez sau 5% din emisiile totale naționale. La acestea se mai adaugă și rolul de a fixa azotul și de adăpost pentru speciile auxiliare (3).

14.2.7 AGRICULTURA DE PRECIZIE

Este aplicată cu succes în țări din Uniunea Europeană și SUA, și constă în folosirea tehnologiei moderne cu următoarele avantaje: eficientizarea costurilor, obținerea informațiilor referitoare la cultură în toate fazele tehnologice și analiza acestora în vederea obținerii unor date foarte exacte, maximizând astfel rezultatele obținute în câmp.

Agricultura de precizie presupune folosirea unor tehnici și senzori geospațiali, de exemplu, sisteme de informații geografice, teledetecție, GPS, pentru a identifica variațiile parametrilor din câmp și pentru a interveni folosind strategii alternative. Imaginile prin satelit cu rezoluție înaltă sunt

utilizate frecvent pentru studierea acestor variații care vizează plantele de cultură și solul. În mod specific, imaginile realizate de platformele de teledetecție de joasă altitudine sau sistemele aeriene fără pilot sunt considerate a fi o alternativă potențială, având în vedere costul redus al operării în monitorizarea mediului, rezoluția spațială și temporală și flexibilitatea ridicată a acestora în captarea de imagini (9).

Există astfel posibilitatea realizării unei informări reale asupra stării terenului cultivat, prin detectarea nutrienților existenți în sol, analiza culturii prin teledetecție și analiza multispectrală, care generează un raport timpuriu asupra stării de sănătate a culturii. Sistemul de monitorizare colectează și analizează date precum harta granițelor culturilor, date despre starea vremii, mostre de sol, starea culturii, testarea irigației prin analiza stresului hidric, controlul dăunătorilor, umiditatea solului etc. Practic putem vorbi de o agricultură pentru fiecare metru pătrat.

Agricultura de precizie urmărește o gestionare modulată a inputurilor prin adaptarea lucrărilor de pregătire a solului, de semănat și de fertilizare la caracteristicile de heterogenitate ale terenului (10).

Agricultura este responsabilă pentru schimbările climatice, deoarece activitățile agricole produc aproape 13,5% din totalul global al emisiilor antropice de gaze cu efect de seră. Practicile de agricultură precisă folosind echipamentele de înaltă tehnologie au capacitatea de a reduce inputurile agricole prin aplicații specifice locației, pentru nevoile culturilor, ceea ce permite reducerea poluării (11).

14.2.8 AGRICULTURA DURABILĂ

Sistemul de agricultură durabilă este un concept apărut în secolul trecut, ca și consecință a efectelor negative a practicării agriculturii convenționale. Termenul de agricultură durabilă este sinonim cu agricultura sustenabilă din limba engleză "sustainable agriculture" cu înțeles de susținere, de durată.

În timp ce agricultura convențională se bazează aproape exclusiv pe productivitate și profit, agricultura durabilă integrează științele biologice, chimice, fizice, ecologice, economice și sociale într-un mod cuprinzător pentru a dezvolta noi practici agricole care sunt sigure și nu degradează mediul înconjurător (12).

Organizația pentru Conservarea Globală în *Raportul Planeta Vie* din 2014 (Living Planet Report) arată că indicele de viață al planetei, adică dinamica medie a biodiversității, a înregistrat un declin mai sever decât cel raportat în anii precedenți. Indicele de viață al planetei arată că mărimea populațiilor de vertebrate a scăzut cu 52% între 1970 și 2010 (figura 14.1.) (13).

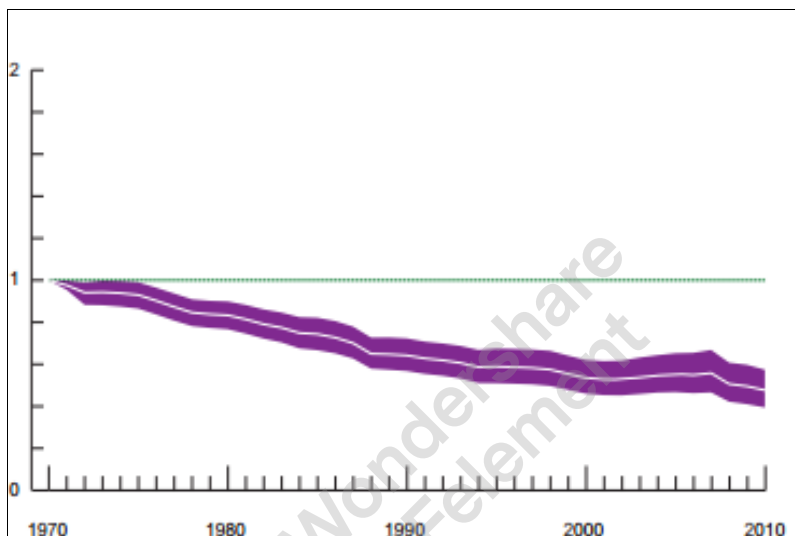


Figura 14.1 - Indicele de viață al planetei (Indice₁₉₇₀ = 1)

Linia albă indică valorile indexului iar zonele îngroșate reprezintă 95% limite de încredere înconjurând tendința (13)

Sustenabilitatea se bazează pe principiul că accesul la opțiuni trebuie asigurat nu numai pentru generațiile prezente, ci și pentru generațiile viitoare. Problemele mondiale grave legate de alimente, cei care suferă de foame în țările sărace, obezitatea în țările bogate, creșterea prețurilor la alimente, schimbările climatice în curs, creșterea costurilor la combustibili și de transport, poluarea globală, adaptarea și rezistența unor dăunători, pierderea fertilității solului și a carbonului organic, eroziunea solului, scăderea biodiversității, deșertificarea etc., arată că agricultura convențională nu mai este potrivită pentru hrănirea oamenilor și pentru conservarea ecosistemelor.

Agricultura durabilă este o alternativă pentru rezolvarea problemelor fundamentale legate de producția alimentară într-un mod ecologic (14). O agricultură durabilă trebuie să fie în primul rând productivă și apoi profitabilă, ecologică și să-și conserve resursele naturale (15).

În cadrul unei exploatații agricole cu agricultură sustenabilă trebuie să se utilizeze în mod rațional resursele regenerabile și procesele naturale, să se acționeze pentru conservarea mediului, reducerea poluării și numai într-o mică măsură să se folosească produse de sinteză (16). Strategia globală se bazează pe regândirea rolului agriculturii în societatea noastră. Această abordare ia în considerare că durabilitatea nu poate fi atinsă numai de agricultură ci ar trebui să se implice și sistemul alimentar, adică relațiile între ferme, consumul de alimente și marketing, rețelele de alimentație concentrându-se pe producția locală (17).

Sistemul agriculturii durabile presupune utilizarea unor verigi tehnologice practicate și în alte sisteme de agricultură: asolamentul, structura culturilor, lucrările solului, aplicarea îngrășămintelor organice și chimice, managementul integrat de protecție a plantelor, conservarea resurselor, dezvoltarea fermelor mixte, dezvoltarea rurală durabilă. Așadar, sistemul agriculturii durabile se bazează pe tehnologii practicate în agricultura convențională, dar punând accentul pe integrarea lor în sistem, pe interacțiunile dintre ele, pe impactul lor asupra mediului natural și comunității. Evaluarea sustenabilității, se realizează utilizând cinci indicatori: productivitatea, eficiența, echitatea, stabilitatea și durabilitatea (6).

Sistemele de agricultură alternativă luptă împotriva efectelor negative ale agriculturii convenționale, cu precizarea că sistemele alternative, pot fi utilizate în agricultura convențională.

Principiile de bază ale agriculturii durabile sunt următoarele: competitivitatea, contribuția la progresul social și protejarea resurselor naturale. Agricultura durabilă îndeplinește trei funcții esențiale: de a oferi hrană, de a proteja mediul și de a oferi locuri de muncă.

Există unele obstacole care apar în calea dezvoltării agriculturii durabile. Unele din aceste obstacole pot fi date de moștenirea cultural-productivistă ce vehiculează ideea că performanța se măsoară în funcție de dimensiunea economică a exploatației agricole; există de asemenea ideea conform căreia este necesară obținerea în orice condiții a unui randament maxim pentru a-și asigura un venit de siguranță; se face frecvent confuzia între randamentul tehnic și performanța economică; agricultorul se află poziționat între ideea de a respecta mediul înconjurător și așa-numitul "agro-business" al firmelor ce comercializează îngrășămintele chimice, pesticide și insecticide, semințe, carburanți etc.; această poziție cântărește greu asupra luării unei decizii în respectarea normativelor unei agriculturi durabile.

Politica Agricolă Comună (PAC), prin fondurile alocate, continuă să încurajeze extinderile de suprafețe lucrate conservativ (ecocondiționalitate), cu prime pe hectar sau pe cap de animal și sistemele de producție reglementate (3).

Solul constituie suportul principal pentru majoritatea sistemelor de producție agricolă, silvică și pastorală și participă la evoluția climatului, prin controlul emisiilor de gaze cu efect de seră și sechestrarea carbonului, controlul eroziunii solului etc.

Relația dintre agricultura durabilă și gestiunea durabilă a solurilor trebuie să respecte câteva principii generale de bază. Aceste principii generale sunt:

- dezvoltarea cuverturii vegetale a solului;
- creșterea conținutului în materie organică;
- creșterea infiltrației și a reținerii apei de către sol;
- reducerea scurgerii de suprafață;
- ameliorarea condițiilor de înrădăcinare a plantelor;
- ameliorarea fertilității și a productivității;
- reducerea costurilor de producție;
- protecția parcelelor agricole;
- reducerea poluării solului și a mediului înconjurător (3).

Dimensiunea socială a unei agriculturi durabile se bazează pe existența unei solidarități între agricultori, între regiuni și țări ale lumii. Industrializarea și concentrarea puternică a agriculturii au produs un număr tot mai redus de active. În acest context, în care cantitățile globale produse sunt limitate, dezvoltarea unora s-a făcut în detrimentul altora. Respectarea dreptului de a produce pentru fiecare agricultor și regiune, trece prin repartiția de drepturi și mijloace de producție, precum și prin necesitatea de a obține ajutoare publice.

La nivel internațional, acest fapt mai este denumit și *dreptul la suveranitate alimentară* a fiecărei regiuni a lumii, inclusiv cu un sprijin direct sau indirect de a exporta produsele realizate. La nivel european, noțiunea de repartiție nu constă doar într-o diviziune matematică între producția globală și numărul de agricultori, ci reprezintă și dreptul de a produce, de a mulțumi agriculturii în ceea ce privește producția și de a obține un venit corect (3).

Agricultura durabilă echilibrează o varietate de obiective, ceea ce înseamnă că adesea nici un obiectiv unic nu poate fi maximizat, deoarece o astfel de optimizare ar putea împiedica în totalitate realizarea unuia dintre

celelalte obiective ale sustenabilității. Din acest motiv, echipele transdisciplinare care susțin diversele obiective, cu capacitatea de a negocia prioritățile, oferă o contribuție importantă în cercetarea și extinderea spre o agricultură durabilă (18).

14.2.8.1 AMPRENTA ECOLOGICĂ ȘI AGRICULTURA DURABILĂ

Amprenta ecologică se calculează raportând consumul de resurse naturale la capacitatea pământului de a le regenera. Amprenta ecologică se exprimă în hectare globale (hag). Resursele consumate pot proveni din afara suprafețelor productive sau a teritoriului ocupat de către populație. Deficitul sau creditul ecologic al unei țări, reprezintă raportul dintre amprenta sa ecologică și biocapacitatea acesteia (19).

Amprenta ecologică măsoară cantitatea de sol terestru și marin productiv din punct de vedere biologic. Terenurile și mările productive din punct de vedere biologic nu includ deșerturile, ghețarii și oceanul deschis (20). În crearea amprentei ecologice globale, o mare însemnătate o au suprafețele agricole, amenajările de infrastructură, suprafețele marine de pescuit, așezările umane, suprafețele despădurite etc.

Standardele pentru amprenta ecologică (Ecological Footprint Standards, 2009) au fost concepute pentru ca evaluările amprentelor să fie în conformitate cu cele mai bune practici. Standardele acoperă atât analiza amprentei cât și comunicarea rezultatelor și sunt concepute pentru a se aplica tuturor studiilor. Valoarea amprentei ca măsură de încredere a durabilității depinde nu numai de integritatea științifică a metodologiei, ci și de prezentarea consecventă și transparentă a rezultatelor în cadrul analizelor. De asemenea, depinde de comunicarea rezultatelor analizelor într-un mod care nu denaturează constatările (21).

Amprenta ecologică este obținută prin urmărirea ariei de producție biologică necesară pentru a absorbi emisiile de dioxid de carbon ale populației și pentru a genera toate resursele pe care le consumă. Consumul unei țări este calculat prin adăugarea importurilor și scăderea exporturilor din producția sa națională. Toate mărfurile poartă împreună cu ele o cantitate încorporată de teren bioproductiv și zonă maritimă necesară pentru a le produce și pentru a sechestra deșeurile asociate. Fluxurile comerciale

internaționale pot fi astfel văzute ca fluxuri ecologice încorporate în amprenta ecologică.

Amprenta ecologică utilizează randamentele produselor primare din culturi, păduri, terenuri de pășunat și pescuit, pentru a calcula suprafața necesară pentru a susține o anumită activitate.

Biocapacitatea este măsurată prin calcularea cantității de terenuri și zone de mare biologic productive disponibile pentru a asigura resursele pe care le consumă populația și pentru a le absorbi, având în vedere practicile tehnologice și de management actuale (20).

Amprenta ecologică indică faptul că presiunea față de resursele naturale s-a dublat în ultimii ani. Global, amprenta ecologică medie mondială este de circa 3 hag pe locuitor (3). Lista primelor 10 țări care au înregistrat cele mai ridicate valori ale amprentei ecologice exprimate în hectare globale/locuitor este prezentată în tabelul 14.1 (22). În acest clasament România ocupă poziția 95, având amprenta ecologică egală cu 2,71 hag/locuitor și biocapacitatea de 2,32 hag/locuitor, dar țări ca Australia, Canada și Mongolia prezintă valori ale biocapacității, de peste 16 hag/locuitor (22). Amprenta ecologică este adesea menționată drept creditoare ecologică, iar biocapacitatea ca și debitoare ecologică.

Tabelul 14.1

Lista țărilor în funcție de amprenta ecologică

Nr. crt.	Țara	Amprenta ecologică (hag/locuitor)	Biocapacitatea (hag/locuitor)
1	Luxemburg	15,82	1,68
2	Aruba	11,88	0,57
3	Qatar	10,8	1,24
4	Australia	9,31	16,57
5	Statele Unite	8,22	3,76
6	Canada	8,17	16,01
7	Kuweit	8,13	0,55
8	Singapore	7,97	0,05
9	Regatul Unit	7,93	0,56
10	Trinidad și Tobago	7,92	1,56

Rezultatele acestei analize scot în evidență impactul ecologic al unei țări. Astfel, o țară are o rezervă ecologică bună dacă amprenta acesteia este mai mică decât biocapacitatea, în caz contrar funcționează cu un deficit ecologic.

14.2.8.2 AGRICULTURA DURABILĂ ȘI SCHIMBĂRILE CLIMATICE

Prin activitățile sale, agricultura contribuie la evoluția gazelor cu efect de seră și influențează mecanismele care au dus la schimbările climatice. În prezent, pe plan internațional este unanim acceptat că schimbările climatice globale sunt rezultatul intervenției umane în circuitul bio-geo-chimic al materiei.

Schimbările climatice sunt cauzate de activitățile antropice ce produc emisii de gaze cu efect de seră (GHG): dioxidul de carbon (CO_2), protoxidul de azot (N_2O), metanul (CH_4), perfluorocarburile (PFC-uri), hexafluorura de sulf (SF_6) și hidrofluorocarburile (HFC-uri). Dioxidul de carbon echivalent (CO_2eq) este unitatea de măsură universală, pentru a indica potențialul global de încălzire a celor 6 gaze cu "efect de seră".

În figura 14.2 sunt prezentate, în procente, emisiile totale de gaze cu efect de seră, pe sectoare, în cele 28 de țări ale UE (23).

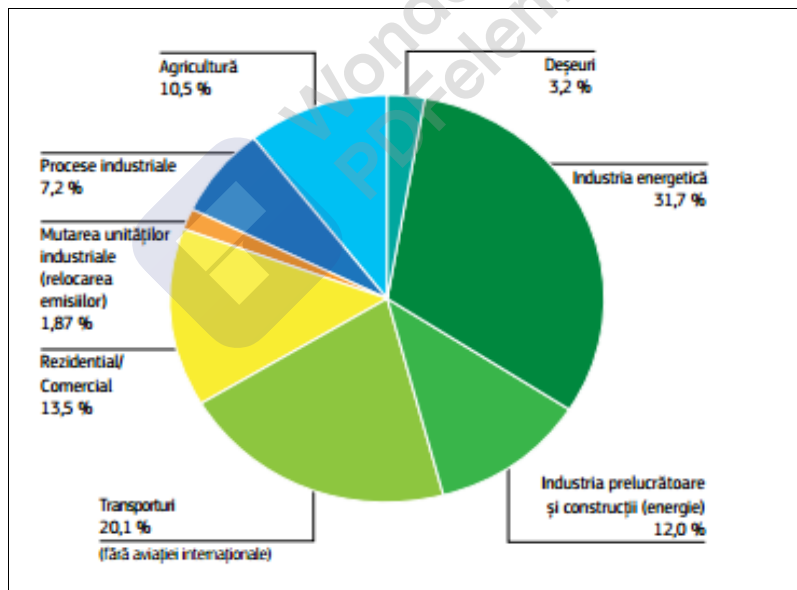


Figura 14.2 - Emisiile totale de gaze cu efect de seră în UE (2012)

Grupul interguvernamental privind schimbările climatice (IPCC) este organismul internațional de evaluare științifică legată de schimbările climatice. IPCC a fost înființat în 1988 de către World Meteorological

Organisation (WMO) și Programul Națiunilor Unite pentru Mediu (UNEP) pentru a oferi responsabililor politici evaluări periodice ale bazei științifice a schimbărilor climatice, a impactului acestora și a riscurilor viitoare. Autorii care elaborează rapoartele sunt în prezent grupați în trei grupuri de lucru (24) - Grupul de lucru I: Știința fizică; Grupul de lucru II: Impact, adaptare și vulnerabilitate și Grupul de lucru III: Atenuarea schimbărilor climatice - și Grupul operativ privind inventarele naționale de gaze cu efect de seră (TFI).

Concentrația de CO₂ de 399,5 ppm este media din 2015 luată din datele medii globale privind suprafața marină oferite de site-ul Web al Laboratorului de Cercetare a Sistemului Pământ al Administrației Naționale a Oceanului și Atmosferei (25).

Industrializarea, urbanizarea, traficul și transporturile sunt principalele cauze ale emisiilor de gaze, dar și activitatea agricolă joacă un rol important în acest proces (26).

Modul de folosință, intensitatea afânării solului și sistemul de fertilizare au implicațiile cele mai mari în schimbul de gaze dintre sol și atmosferă. Intensitatea tehnologiei agricole, numărul trecerilor peste teren și tipul combustibililor folosiți contribuie, de asemenea, la acest fenomen. În prezent, se admite că cea mai mare influență în schimbările climatei o are creșterea CO₂ din atmosferă (3).

În producția agricolă, emisiile de gaze cu efect de seră (GES) provenind din îngrășăminte, digestia rumegătoarelor (bovine, ovine și caprine), cultivarea orezului și utilizarea combustibilului, contribuie la schimbările climatice. Terenul de compensare pentru agricultură, în special defrișarea, poate contribui, de asemenea în mod semnificativ la impactul emisiilor de gaze cu efect de seră. Practicile agricole alternative, adecvate în diferite regiuni, pot reduce emisiile nete de GES, mențin și îmbunătățesc randamentele prin adaptarea la condiții extreme (27).

Evoluția în timp (1955-2015) a următorilor parametri: concentrația atmosferică de CO₂, O₂, CH₄ și N₂O și observațiile de suprafață oceanică: presiunea parțială a CO₂ (pCO₂) și pH, înregistrate de stațiile din Emisferele de Nord și de Sud, este ilustrată grafic în figura 14.3 (28).

Evoluțiile climatice au fost deja perceptibile în calendarele agricole (ex. decalarea perioadelor de înflorire pentru arborii fructiferi), precum și stagnarea în ceea ce privește randamentul la grâu. A fost reliefată și existența unei mari specificități a regiunilor geografice și/sau a culturilor agricole ca răspuns la modificările climatice. Sunt înregistrate modificări în dezvoltarea

culturilor și la nivelul tehnologiilor folosite, cum ar fi: bulversarea stadiilor de creștere a plantelor, disponibilitatea resurselor de sol, protecția plantelor etc. În noile condiții, alături de plantele existente în țara noastră, și-au făcut loc o serie de plante care aparțin altor tipuri de climate, cum este cel mediteranean.

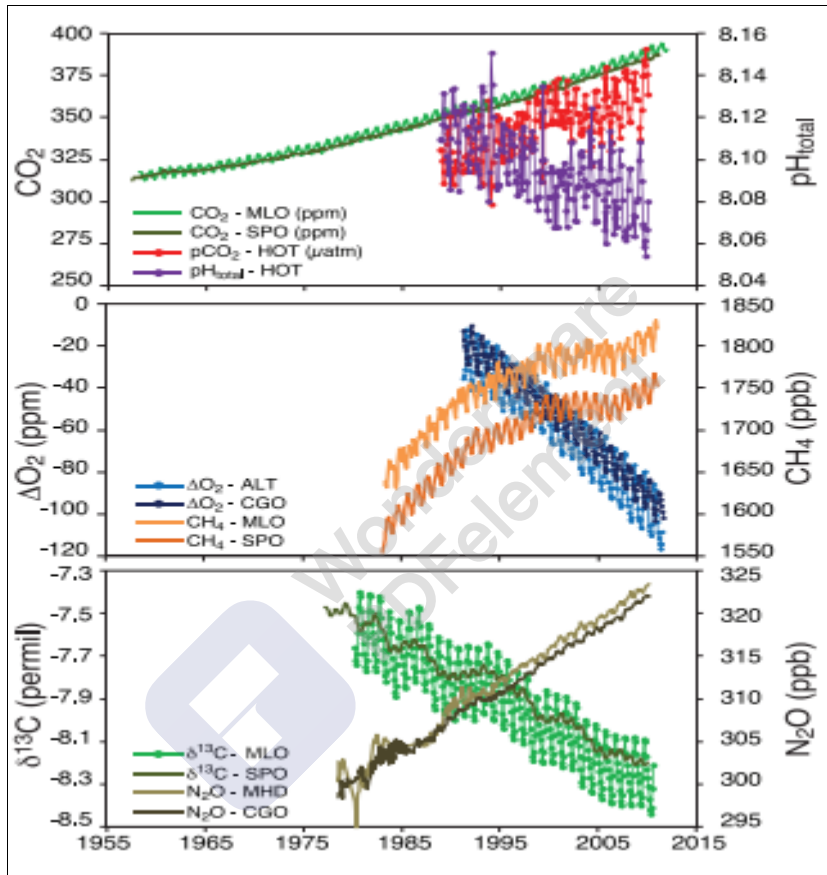


Figura 14.3. - Evoluția în timp a parametrilor: concentrația atmosferică de CO₂, O₂, CH₄ și N₂O, și observațiile de suprafață oceanică: presiunea parțială a CO₂ (pCO₂) și pH, înregistrate de stațiile din emisferile de Nord și de Sud

Legendă: MLO: Observatorul Mauna Loa, Hawaii; SPO: Polul Sud; HOT: Hawaii Ocean Time-Series; MHD: Capul Mace, Ireland; CGO: Cape Grim, Tasmania; ALT: Alert, Teritoriile de Nord-vest, Canada

Datorită creșterii mediilor de temperatură, speciile de plante estivale cum sunt porumbul, sorgul sau floarea-soarelui vor putea fi cultivate cu ușurință în regiuni mai nordice sau chiar în munții cu altitudini medii din centrul Europei. De asemenea, accelerarea ritmului de creștere a plantelor va

permite culturilor de iarnă, mai ales cerealelor, să evite stresul hidric și termic de la sfârșitul ciclului agricol din vară (3).

Agricultura se confruntă cu provocarea de a răspunde cerințelor crescânde de alimente, satisfăcând în același timp obiectivele de durabilitate. Luate împreună cu rata tot mai mare a globalizării integrate și a altor impacturi antropice, această provocare este în continuare complicată de schimbările climatice. Schimbările climatice sunt într-adevăr din ce în ce mai recunoscute ca un risc considerabil pentru agricultură în Uniunea Europeană, în special în ceea ce privește impactul direct asupra producției vegetale și randamentului.

Schimbările climatice duc la creșterea pierderilor cauzate de focarele de dăunători. O amenințare majoră este riscul suplimentar al prezenței speciilor noi, invazive, precum dăunătorii exotici, ca *Tuta absoluta*, *Bemisia tabaci* și *Bactrocera* în Europa. Aceasta evidențiază tendința de schimbare în adaptarea agenților patogeni la noile regiuni, datorită schimbărilor climatice, amenințând astfel viabilitatea producției agricole europene (12).

Utilizarea pe scară largă a practicilor durabile în agricultură și a lanțurilor de aprovizionare cu alimente sunt esențiale pentru a răspunde amenințării la adresa securității alimentare și a mediului, parametrii globali fiind prezentați în tabelul 14.2 (27).

Sistemul alimentar global nu oferă încă hrana necesară pentru toată lumea de pe planetă, totuși permite unor populații să supraconsume. În deceniile următoare, la nivel mondial agricultura trebuie să producă mai multe alimente pentru a hrăni o populație în creștere care să se adapteze la schimbările climatice. Evenimente meteorologice extreme cum ar fi secetele și inundațiile sunt predictibile a deveni mai frecvente, adăugând la nivel mondial povara foamei cauzată de sărăcie, guvernarea slabă, conflictele și accesul necorespunzător la piața agroalimentară.

Raportul final al Comisiei privind Agricultura durabilă și schimbările climatice arată că este important ca organisme globale, cum ar fi Convenția Cadru a Națiunilor Unite privind Schimbările Climatice (CCONUSC), Grupul celor 20 de națiuni (G20) și Convenția Națiunilor Unite privind Dezvoltarea Durabilă să adopte măsuri politice și financiare adecvate pentru a sprijini implementarea acestor soluții la nivel global. Regulile multilaterale actuale ale Organizației Mondiale a Comerțului nu sunt suficient de bine adaptate, abordând doar problemele securității alimentare globale, prețurile agricole, schimbările climatice și protecția biodiversității.

Tabelul 14.2

Parametrii globali, conform Comisiei privind Agricultura Durabilă și Schimbările climatice (2012)

Parametrii globali	Valoare
Populația lumii	7 miliarde
Persoane subnutrite	0,9 miliarde
Supraponderali cu vârsta peste 20 de ani	1,5 miliarde
Persoanele care locuiesc în zone secetoase	2 miliarde
Pierderi datorate evenimentelor climatice	11,4 miliarde USD
Suprafața terenurilor agricole	4,9 miliarde ha
Zona terenurilor culturale și a pășunilor dedicate creșterii animalelor	3,7 miliarde ha
Creștere anuală a producției în agricultura mondială	2,2 %
Alimente risipite anual (deșeuri)	1,3 miliarde tone

Stabilitatea de bază a standardelor și schimbările de politică sunt necesare pentru a obține un sistem echitabil de reglementare a comerțului mondial care garantează că economiile producătoare de alimente obțin beneficii adecvate și stimulente pentru dezvoltarea durabilă și intensificarea agriculturii, protejând totodată mediul (16).

BIBLIOGRAFIE

1. Guș, P., Lăzureanu, A., Săndoiu, D., Jităreanu, G., Iancu, S., 1998 - *Agrotehnică*. Editura Risoprint Cluj-Napoca.
2. Iancu, S., Olaru, L.A., 2004 - *Agrotehnica*, vol II. Editura Universitaria, Craiova.
3. Rusu, T., Moraru, Paula, Cacovean, H., 2011 - *Dezvoltare rurală*. Editura Risoprint, Cluj Napoca.
4. ^{xxx} *Cod de bune practici agricole, pentru protecția apelor împotriva poluării cu nitrați din surse agricole*, 2005 - Editura Vox 2000, București.
5. Ponzio, C., Gangatharan, R., Neri, D., 2013 - *Organic and biodynamic agriculture: A review in relation to sustainability*. International Journal of Plant & Soil Science 2, n. 1, p. 95-110.
6. Toncea, I., Alecu, I.N., 1999 - *Ingineria sistemelor agricole*. Editura Ceres, București.
7. Cavailhès, J., Wavresky, P., 2007 - *Les effets de la proximité de la ville sur les systèmes de production agricoles*. Agreste Cahiers, n. 2, p. 41-47.
8. Torre, A., 2000 - *Economie de la proximité et activités agricoles et agro-alimentaires. Elements d'un programme de recherche*. Revue d'Economie Régionale et Urbaine, n. 3, p. 407-426.
9. Zhang, C., Kovacs, J.M., 2012 - *The application of small unmanned aerial systems for precision agriculture: A Review*. Precision Agriculture, n. 13(6), p. 693–712.
10. Oroian, C.F., 2017 - *Sisteme de agricultură*. Manual didactic, Editura Bioflux, Cluj-Napoca.
11. Balafoutis, A., Beck, B., Fountas, S., Vangeyte, J., Wal, T.V.D., Soto, I., Eory, V., 2017 - *Precision agriculture technologies positively contributing to GHG emissions mitigation, farm productivity and economics*. Sustainability, n. 9(8), p. 1339.
12. Lichtfouse, E., M., Navarrete, P., Debaeke, V., Souchère, C., Alberola, J., Ménassieu, 2009 - *Agronomy for sustainable agriculture: a review*. In *Sustainable agriculture*, p. 1-7, Springer, Dordrecht.

13. ^{xxx}WWF, The Global Conservation Organization, *Living Planet Report 2014*.
14. Lal, R., 2008 - *Soils and sustainable agriculture. A review*, Agron. Sustain. Dev. 28, p. 57–64.
15. Otiman, P.I., 2005 - *Dezvoltarea rurală durabilă în România*. Editura Academiei Române, București.
16. Beddington, J.R., Asaduzzaman, M., Fernandez, A., Clark, M.E., Guillou, M., Jahn, M.M., Scholes, R.J., 2012 - *Achieving food security in the face of climate change: Final report from the Commission on Sustainable Agriculture and Climate Change*.
17. Torre, A., 2000 - *Economie de la proximité et activités agricoles et agro-alimentaires. Elements d'un programme de recherche*. Revue d'Economie Régionale et Urbaine, n. 3, p. 407-426.
18. Olson, R., 2017 - *Building sustainable agriculture: a new application of farming systems research and extension*. Integrating Sustainable Agriculture, Ecology, and Environmental Policy, p. 53-66.
19. Stanciu, M., 2009 - *Amprenta ecologică a României - o nouă perspectivă asupra dezvoltării*. Revista Calitatea vieții, n. 3-4.
20. ^{xxx} <https://www.footprintnetwork.org/resources/data/>
21. ^{xxx} Global Footprint Network, 2009 - *Ecological Footprint Standards 2009*. Oakland: Global Footprint Network. Available at www.footprintstandards.org
22. ^{xxx} https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_ecological_footprint
23. ^{xxx} file:///C:/Documents%20and%20Settings/Utilizator/My%20Documents/Downloads/climate_action_ro.pdf
24. ^{xxx} http://www.ipcc.ch/news_and_events/docs/factsheets/FS_what_ipcc.pdf
25. Blasing, T.J., 2016 - *Recent greenhouse gas concentrations*. Carbon Dioxide Information Analysis Center (CDIAC), Oak Ridge National Laboratory (ORNL), Oak Ridge, TN (United States).
26. Reicosky, D.C., Saxton, K.E., 2006 - *Reduced environmental emissions and carbon sequestration. No-tillage seeding in conservation agriculture*/CJ Baker et al.; edited by CJ Baker and KE Saxton.
27. ^{xxx} <http://www.asiapacificadapt.net/resource/achieving-food-security-face-climate-change-final-report-commission-sustainable-agriculture>
28. ^{xxx} http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_TS_FINA

Consilier editorial: Vasile Vîntu

Tehnoredactare: Gerard Jitoreanu

Corectori: Anca-Elena Calistru, Denis Țopa, Florentina Acostăchioaie

Coperta: Denis Țopa, Ada Vîrlan

Bun de tipar: Ianuarie 2020

Apărut: Ianuarie 2020

Editura: Ion Ionescu de la Brad Iași

Aleea M. Sadoveanu 3, Iași, 700490

E-mail: editura@uaiasi.ro

ISBN: 978-973-147-353-6

PRINTED IN ROMANIA

Tipar Digital realizat la Tipografia PIM

Șoseaua Ștefan cel Mare, nr. 11, Iași – 700498

Tel./ Fax : 0232.212740

e-mail: editurapim@pimcopy.ro

www.pimcopy.ro

