



ACADEMIA DE STUDII ECONOMICE DIN BUCUREȘTI

CNFIS-FDI-2024-F-0462

DEZVOLTAREA ȘI CONSOLIDAREA COMPETENȚELOR PRACTICE ALE  
STUDENȚILOR ÎN DOMENIUL SUSTENABILITĂȚII ȘI RESPONSABILITĂȚII  
SOCIALE PRIN INTERMEDIUL UNOR PROIECTE EDUCAȚIONALE INOVATIVE

# Monitorizarea calității mediului, protecția mediului în concepția dezvoltării sustenabile

## Autori

**Prof.univ.dr. Dima Alina - Expert coordonare dezvoltare resurse educaționale inovative**

**Conf.univ.dr. Luxița Rîșnoveanu - Expert realizare resurse educationale inovative**

**Prof.univ.dr. Manea Daniela - Expert coordonare dezvoltare abilități practice**







**Dezvoltarea sustenabilă este un obiectiv strategic global, adaptat specificului fiecărei țări. Aceasta se concentrează pe protecția mediului prin:**



**Ajustarea producției și consumului pentru conservarea resurselor rare și reducerea poluării**



**Controlul poluării, gestionarea resurselor și îmbunătățirea calității vieții**



**Analiza legăturilor dintre mediu și economie**



**Promovarea tehnologiilor ecologice**



**Crearea unui cadru instituțional eficient pentru aplicarea politicilor de mediu**





Legea Protecției Mediului (137/1995) definește mediul ca ansamblul condițiilor naturale ale Terrei (aer, apă, sol, organisme vii și elemente culturale). Mediul este o noțiune relativă, interpretabilă doar în raport cu omul.

Un poluant este orice substanță sau formă de energie care, introdusă în mediu, perturbă echilibrul natural sau afectează viața și bunurile materiale. Deteriorarea mediului, concept mai larg decât poluarea, include alterarea caracteristicilor naturale, reducerea biodiversității și afectarea ecosistemelor din cauza poluării, supraexploatării resurselor și amenajării defectuoase a teritoriului.

Poluarea este apariția factorilor care cauzează disconfort, toxicitate sau dezechilibre ecologice. Spre deosebire de ciclurile naturale care reciclează deșeurile, activitățile umane intensifică și accelerează acest fenomen. Soluția propusă este reciclarea deșeurilor pentru a preveni poluarea și conservarea resurselor naturale.







# Efectele poluării



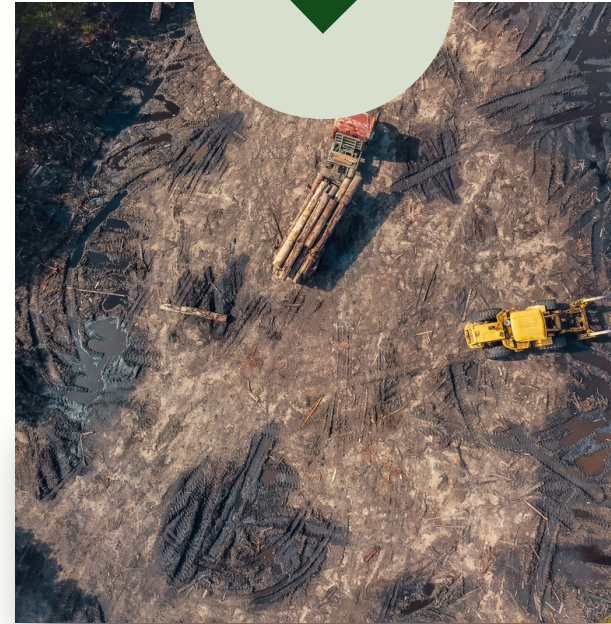


## Efectul de sferă

este fenomenul prin care substanțele poluante din atmosferă determină reținerea căldurii, esențială pentru viață pe Terra. Creșterea acestui efect devine problematică, ducând la încălzirea globală. Se preconizează o creștere a temperaturii cu 1°C pe an până în 2030 și cu 3°C pe an până în 2100. În ultimii 100 de ani, temperatura globală a crescut deja cu 0,5°C pe an.



# Principalele substanțe responsabile de efectul de seră:



**Dioxidul de carbon**, provine din arderea combustibililor fosili în termocentrale, transport, procese industriale, distrugerea pădurilor



**Clorofluorhidrocarburile**, folosite în instalații de răcire și curățare a circuitelor electronice; contribuie cu 24% la încălzirea globală și distrug stratul de ozon



**Metanul**, rezultat din descompunerea materiei organice, arderea pădurilor și minerit; contribuie cu 15% la efectul de seră



**Ozonul**, util în straturile superioare ale atmosferei, dar nociv în troposferă, unde intensifică efectul de seră







# Subțierea păturii de ozon

Prezența ozonului în stratosferă protejează pământul de razele ultraviolete care vin de la soare.

Acest strat poate fi distrus de substanțe ca :

- clorofluorohidrocarburile
- fluorohidrocarburile



# Ploile acide

de fapt sunt precipitații acide (ploaie, ninsoare, grindină, ceață); pH-ul ploii acide este de regulă de 5,6 dar au fost situații de ploi cu 2,4, ceea ce a provocat o deteriorare a însușirilor de fertilitate a solurilor mai ale s în zonele cu soluri acide și o degradare a faunei lacurilor.

## Efectele ploilor acide

- acidifierea apei afectează lacurile și râurile;
- organismele acvatice și descompunerea materiei organice sunt afectate;
- reproducerea peștilor scade la pH sub 5,5, iar aciditatea eliberează metale toxice;
- scurgerile terestre alterează chimia apelor dulci.

### Asupra apei

- creșterea acidității solului;
- mobilizarea unor ioni toxici;
- degradarea mineralelor primare;
- reducerea activității biologice;
- pierderea de cationi bazici

### Asupra solului

- distrugerea celulelor epidermei frunzelor depinde de frecvența și intensitatea ploii;
- creșterea plantelor este afectată;
- ploile prelungite spală nutrienții solului.

### Asupra plantelor





# Principalele substante poluante

Poluarea chimică, cea mai comună formă de poluare globală, provine din utilizarea excesivă a compușilor chimici și tehnologiilor nocive. Principalele substanțe poluante din surse antropogene includ: CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, compuși organici cu azot, SO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub>S, sulfuri, metale grele (Pb, Cd, Hg, Ni, Cr), acizi (HCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, HF), Cl, F și compușii lor, produse fotochimice, pulberi (praf, cenușă, fum), aerosoli, particule radioactive, hidrocarburi, pesticide și nitrați.







# **MONITORIZAREA CALITĂȚII AERULUI ÎN VEDEREA STABILIRII AMPRENTEI DE CARBON**



Atmosfera este învelișul gazos al Pământului, alcătuit din aer, cu proprietăți constante până la 3.000 m altitudine, reprezentând 0,000001 din masa globului. Aerul conține 78% azot, 21% oxigen și 1% alte gaze, iar 4% din volum este ocupat de vapori de apă. Poluarea atmosferică apare prin prezența substanțelor străine sau modificarea proporțiilor componentelor aerului.







## Principalele surse de poluare a aerului

Atmosfera este un sistem dinamic, influențat de acțiunea organismelor vii și de fenomene geochimice. Cu o masă totală de  $5,2 \times 10^{19}$  tone, majoritatea acesteia (90%) se află în troposferă, sub 16 km altitudine. Poluarea atmosferică poate apărea fie prin creșterea concentrației unor constituenți normali (ex.  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ , ozon), fie prin introducerea unor compuși străini (ex. radioelemente, substanțe organice sintetice) sau printr-o combinație a celor două fenomene. Poluanții atmosferici se împart în gaze (90% din masa emisă) și particule solide sau lichide (10%), având surse variate.





| Constituent         | Procent volum (%)     | Procent masă (%)      |
|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Azot                | 78,01                 | 75,53                 |
| Oxigen              | 20,95                 | 23,14                 |
| Argon               | 0,93                  | 1,28                  |
| Anhidrida carbonică | 0,032                 | 0,046                 |
| Neon                | $18 \times 10^{-3}$   | $1,25 \times 10^{-3}$ |
| Heliu               | $5,24 \times 10^{-4}$ | $7,24 \times 10^{-5}$ |
| Metan               | $1,4 \times 10^{-4}$  | $7,75 \times 10^{-5}$ |
| Kripton             | $1,14 \times 10^{-4}$ | $3,3 \times 10^{-4}$  |
| Protoxid de azot    | $5 \times 10^{-5}$    | $7,6 \times 10^{-5}$  |



Dioxidul de carbon este un gaz incolor, inodor și neinflamabil, mai greu decât aerul, cu o densitate de 1,55. Este solubil în apă, iar soluțiile sale au proprietăți tampon.  $\text{CO}_2$  nu arde și nu întreține arderea, dar este esențial în fotosinteză, fiind baza substanței organice a plantelor. La concentrații mari, devine nociv, afectând eliminarea  $\text{CO}_2$  din sânge și provocând simptome precum dureri de cap, dificultăți respiratorii sau chiar deces la expuneri extreme.

Principalele surse de  $\text{CO}_2$  includ respirația organismelor vii, descompunerea biologică și arderea combustibililor fosili. Deși natural, nivelurile ridicate în atmosferă sunt influențate de activitățile umane, precum defrișările și industrializarea.  $\text{CO}_2$  contribuie semnificativ la efectul de seră, reținând radiațiile infraroșii și încălzind suprafața Pământului. Aceasta accelerează topirea ghețarilor, creșterea nivelului oceanelor și schimbările climatice. Limita considerată normală a concentrației  $\text{CO}_2$  în atmosferă este de 0,03%.



# DIOXIDUL DE CARBON





**POLUAREA MONITORIZAREA**  
**CALITĂȚII APEI POTABILE**  
**APELOR SUBTERANE,**  
**APELOR DE SUPRAFAȚĂ,**  
**APELOR REZIDUALE**





# Sursele de poluare a apei



Apa este esențială pentru procesele biologice și pentru susținerea vieții pe Pământ. Deși planeta dispune de rezerve uriașe de apă, doar 2,7% reprezintă apă dulce, iar din aceasta, doar 0,002% este accesibilă pentru consumul uman. Cererea de apă este în creștere din cauza populației în expansiune, urbanizării și dezvoltării industriale. Agricultură consumă aproximativ 80% din apa destinată utilizării umane.

Poluarea apei reprezintă alterarea calității fizice, chimice sau biologice, cauzată de activități umane. Apele poluate devin improprii pentru utilizare, chiar dacă, aparent, sunt curate. Poluarea este cauzată de agenți biologici, chimici și fizici:



**Agenți biologici:** Microorganismele și deșeurile organice provenite din ferme, industrii alimentare sau ape menajere pot cauza boli precum colibaciloza sau hepatita virală.



**Agenți chimici:** Substanțe precum nitrații și fosfații din agricultură, deșeurile industriale și metalele grele contaminează apa, provocând probleme de sănătate și eutrofizarea râurilor și lacurilor.



**Agenți fizici:** Reziduuri minerale și poluarea termică (deversarea apei calde din procese industriale) pot afecta fauna și flora acvatică, reducând oxigenul dizolvat și accelerând descompunerea organică.





## Efectele poluării apelor

Poluarea apelor are efecte semnificative atât asupra ecosistemelor, cât și asupra activităților umane, afectând nu doar apele curgătoare, ci și pânzele freate, râurile și oceanele. Contaminarea apelor de suprafață cu ape uzate provoacă:

- Modificări fizice: Schimbări ale culorii, temperaturii, conductibilității electrice și radioactivității, formarea de spumă, depuneri de fund și pelicule plutitoare.
- Modificări chimice: Alterarea pH-ului, reducerea oxigenului dizolvat, creșterea concentrației de substanțe toxice și modificarea durității apei.
- Efecte biologice: Distrugerea florei și faunei, dezvoltarea bacteriilor patogene și alterarea echilibrului ecosistemelor.
- Impact asupra solurilor: Infiltrarea apei reziduale poate duce la colmatarea porilor, mirosuri neplăcute, creșterea acidității sau alcalinității, înmlăștinarea și contaminare cu virusuri sau bacterii.

Poluarea afectează grav activitățile umane: corodează instalațiile industriale, sterilizează solul, reduce productivitatea agricolă și pune în pericol sănătatea umană prin răspândirea bolilor și contaminarea apei potabile. Aceasta reprezintă o problemă globală cu impact de lungă durată asupra mediului și societății.



# Efectele poluării apelor

Poluarea apelor afectează ecosistemele, activitățile umane și sănătatea, având consecințe globale. Apele de suprafață contaminate suferă modificări fizice (culoare, temperatură, spumă), chimice (pH, toxine) și biologice (distrugerea faunei și florei, bacterii patogene).

Solurile infiltrate devin improprii agriculturii, iar poluarea afectează instalațiile industriale și sănătatea umană, prin contaminarea apei potabile și răspândirea bolilor. Problemă globală, poluarea apelor cere acțiuni urgente pentru protecția mediului.



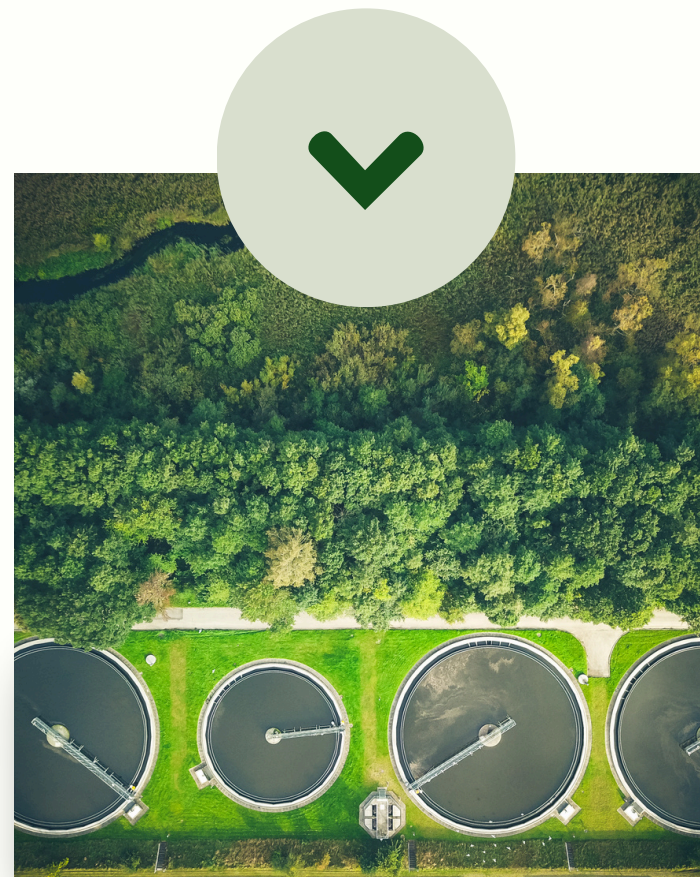


# Măsuri și strategii de prevenire a poluării apelor



Pentru îmbunătățirea calității apelor din România, s-au adoptat măsuri precum: construirea și modernizarea stațiilor de epurare, înăsprirea penalizărilor pentru poluatori, actualizarea standardelor de calitate, controlul strict al evacuărilor de ape reziduale și reducerea poluării termice.

Alte acțiuni includ refacerea rețelelor de colectare a apelor uzate, tratarea apelor pentru reutilizare, reducerea utilizării necontrolate a îngrășămintelor și pesticidelor și implementarea unor reglementări pentru prevenirea poluării industriale și agricole.







# APRECIEREA CALITĂȚII SOLURILOR



Solul este stratul afânat al litosferei, caracterizat prin fertilitate, proprietate care permite creșterea plantelor. Format prin interacțiunea factorilor naturali (climă, vegetație, faună, substrat mineral, apă), solul este esențial pentru agricultură, fiind un mediu complex în continuă transformare.

Fertilitatea solului, capacitatea de a furniza apă, aer și substanțe nutritive plantelor, poate fi naturală, artificială (prin intervenția umană) sau economică (combinația celor două). Creșterea demografică globală și nevoia de producție alimentară au impus soluții pentru conservarea și îmbunătățirea fertilității, sprijinite de cercetări globale sub egida UNESCO și FAO.





Pentru a răspunde cerințelor moderne, agricultura trebuie să conserve și să crească fertilitatea solurilor, inclusiv a celor slab productive. Cunoașterea științifică avansată a solului este esențială pentru a satisface nevoile de alimentație ale omenirii. Modelul ideal de sol presupune un sol care oferă condiții optime pentru creșterea plantelor, iar măsurile ameliorative trebuie să reducă diferențele față de acest model.

Caracteristicile solului necesare pentru fertilitate includ: materialul parental (compoziția chimică și mineralogică), proprietățile fizice (textura, porozitatea, permeabilitatea), chimice (humus, nutrienți, pH), biologice (microorganisme și humus) și morfologice (profilul solului). Adaptarea solului la cerințele specifice ale culturilor și ameliorarea acestuia contribuie la productivitatea agricolă pe termen lung.



# I. DETERMINAREA ACIDITĂȚII HIDROLITICE DIN SOL



## 1. Generalități

Aciditatea solului este determinată de ioni de hidrogen ( $H^+$ ) proveniți din schimburi ionice, disociere ionică sau hidroliză. Principalele surse de aciditate includ ioni  $Al^{3+}$  și compuși acestora, aciditatea organică și fertilizarea cu îngrășăminte chimice, în special cele cu azot (azotat de amoniu, uree).

Aciditatea este măsurată prin parametri de intensitate (pH-ul soluției solului) și de cantitate (aciditatea titrabilă), relevanți pentru evaluarea fertilității solului și clasificarea acestuia.

Aciditatea variază în funcție de pH:



**pH < 4,2: Acizi tari, eliberare de  $H^+$  din sulfat feric sau acid sulfuric.**



**pH < 5,0: Acizi slabi, contribuție din ioni  $Al^{3+}$  și grupările carboxil din materia organică.**



**pH 5,2 - 6,5: Acizi foarte slabi, proveniți din materia organică și polimerii de hidroxialuminiu.**



**pH 6,5 - 9,5: Acizi foarte, foarte slabi, incluși în bicarbonat de calciu/sodiu și polimeri.**



**pH > 9,5: Acizi extrem de slabi, proveniți din grupări alcoolice și acid salicilic.**



## 2. Determinarea acidității hidrolitice (Ah)

Aciditatea solului include aciditatea ușor schimbabilă și o parte din aciditatea greu schimbabilă, cauzată de ioni de hidrogen și aluminiu reținuți în complexul adsorbativ al solului. Aciditatea hidrolitică, notată cu Ah, este determinată folosind soluții de acetat alcalin tamponate la pH 8,3 și reprezintă aciditatea care trebuie neutralizată prin amendare cu carbonat de calciu ( $\text{CaCO}_3$ ). Aplicarea amendamentelor în cantități echivalente acidității hidrolitice asigură un pH optim pentru nutriția plantelor, în jurul valorii pH = 7,0.





### 3. Interpretarea rezultatelor

Clase de aciditate hidrolitică (Ah) sau aciditate efectivă (Ae)  
(MESP-1987, vol. III, p. 105, ind. 68)

| Simbol | Cod | Denumire      | Limite<br>(me la 100 g sol) |
|--------|-----|---------------|-----------------------------|
| AB     | 00  | nu este cazul | absent                      |
| FC     | 01  | foarte mică   | $\leq 2,0$                  |
| MC     | 03  | mică          | 2,1-4,0                     |
| MO     | 05  | mijlocie      | 4,1-6,0                     |
| MR     | 07  | mare          | 6,1-8,0                     |
| FR     | 15  | foarte mare   | $\geq 8,1$                  |



## II. DETERMINAREA SUMEI CATIONILOR BAZICI DE SCHIMB

### 1. Generalități

Cationii schimbabili din sol sunt considerați accesibili pentru plante, fie prin transformarea rapidă în formă solubilă, fie direct din complexul coloidal al solului, deși într-o măsură mai mică. Compoziția optimă a complexului adsorbativ, conform lui Bear (1967), este: Ca = 65%, Mg = 10%, K = 5%, H = 20%, ceea ce ar trebui să mențină un pH de aproximativ 6,5. Raporturile dintre cationii accesibili (ex. K/Mg) sunt esențiale pentru o nutriție echilibrată. Proporția cationilor influențează și starea de dispersie și structura solului, afectând astfel condițiile de nutriție ale plantelor. Suma cationilor bazici schimbabili (SB) include cationii schimbabili de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  și  $\text{Mg}^{2+}$ .





## 2. Interpretarea rezultatelor

Clase de sumă a bazelor schimbabile (SB)  
(MESP-1987, vol. III, p. 105, ind. 67)

| Simbol | Cod | Denumire       | Limite<br>(me la 100 g sol) |
|--------|-----|----------------|-----------------------------|
| Ec     | 02  | extrem de mică | $\leq 3$                    |
| Fc     | 05  | foarte mică    | 4-7                         |
| Mc     | 11  | mică           | 8-15                        |
| Mo     | 20  | mijlocie       | 16-25                       |
| Mr     | 31  | mare           | 26-35 (40)                  |
| Fr     | 48  | foarte mare    | 36 (41) - 60                |
| er     | 90  | extrem de mare | $\geq 61$                   |



| Simbol pentru |                 | Cod | Denumire             | Limite %  | Simbol | Cod | Denumire             | Limite % |
|---------------|-----------------|-----|----------------------|-----------|--------|-----|----------------------|----------|
| hărți         | calcu-<br>lator |     | $V_{pH\ 8,3\ ^*}$    |           |        |     | $V_{Ah}$             |          |
| $V_1$         | EO              | 05  | extrem<br>oligobazic | < 10      | OB     | 25  | oligobazic           | <40      |
| $V_2$         | OB              | 20  | oligobazic           | 10-30     |        |     |                      |          |
| $V_3$         | OM              | 43  | oligomezobazic       | 31-55     | OM     | 55  | oligomezobazic       | 40-70    |
| $V_4$         | MB              | 65  | mezobazic            | 56-75     | MM     | 75  | moderat<br>mezobazic | 71-90    |
|               |                 |     |                      |           | SM     | 85  | submezobazic         | 81-90    |
| $V_5$         | EB              | 79  | eubazic              | 76-83     | EB     | 95  | eubazic              | 91-100   |
|               |                 | 87  |                      | 84-90     |        |     |                      |          |
| $V_6$         | SB              | 96  | saturat în baze      | $\geq 91$ |        |     |                      |          |

\* Încadrarea solurilor se face pe baza gradului de saturație calculate cu “T” obținut prin însumarea bazelor schimbabile cu aciditatea totală determinată la pH-ul 8,3.

Clase de saturație în baze  
(MESP-1987, vol. III, p. 105, ind. 69)

## 2. Interpretarea rezultatelor





## **III.DETERMINAREA CAPACITĂȚII TOTALE DE SCHIMB CATIONIC A SOLURILOR**

### **1. Generalități**

Corectarea solurilor alcalice și alcalizate implică înlocuirea sodiului din complexul adsorbtiv cu calciu, un proces bazat pe reversibilitatea schimbului cationic. Pentru a determina necesitatea și cantitatea de amendamente, este esențial să se cunoască capacitatea totală de schimb cationic, conținutul de sodiu schimbabil, precum și alte caracteristici chimice (pH, săruri solubile, carbonați) și fizice (textura solului, porozitatea, conductivitatea hidraulică, regimul apei freatică).



## 2. Interpretarea rezultatelor

Clase de capacitate totală de schimb cationic la pH 8,3 (T8,3)

| Simbol | Cod | Denumire       | Limite (me la 100g sol) |
|--------|-----|----------------|-------------------------|
| EC     | 02  | extrem de mică | $\leq 5$                |
| FC     | 08  | foarte mică    | 6 – 10                  |
| MC     | 15  | mică           | 11 – 20                 |
| MO     | 28  | mijlocie       | 21 – 35                 |
| MR     | 45  | mare           | 36 – 55                 |
| FR     | 68  | foarte mare    | 56 – 80                 |
| ER     | 90  | extrem de mare | $\geq 81$               |



# IV. DETERMINAREA CONȚINUTULUI DE SODIU SCHIMBABIL DIN SOL

## 1. Generalități

Conținutul de sodiu schimbabil afectează negativ reacția solului și proprietățile sale fizice, chimice și biologice, creând condiții nefavorabile pentru plantele de cultură. La  $\text{pH} > 8,5$ , apar probleme precum formarea carbonatului de sodiu care arde rădăcinile, saturarea humusului cu sodiu, blocarea microelementelor esențiale (Cu, Zn, Mn, B), și deteriorarea structurii solului (porozitate și permeabilitate scăzute, plasticitate și rezistență mari). Activitatea microorganismelor scade semnificativ.

Corectarea solurilor alcaline se face prin aplicarea de amendamente care înlocuiesc sodiul cu calciu sau hidrogen, iar necesarul de amendamente se calculează pe baza conținutului de sodiu schimbabil și a capacității de schimb cationic a solului.





| Simbol | Cod | Denumire       | Limite (me la 100g sol) |
|--------|-----|----------------|-------------------------|
| EC     | 02  | extrem de mică | $\leq 5$                |
| FC     | 08  | foarte mică    | 6 – 10                  |
| MC     | 15  | mică           | 11 – 20                 |
| MO     | 28  | mijlocie       | 21 – 35                 |
| MR     | 45  | mare           | 36 – 55                 |
| FR     | 68  | foarte mare    | 56 – 80                 |
| ER     | 90  | extrem de mare | $\geq 81$               |

Clase de conținut de Na schimbabil  
(MESP-1987, vol. III, p. 108, ind. 74)



## 2. Interpretarea rezultatelor





# V. DETERMINAREA CONȚINUTULUI DE HUMUS

## 1.Generalități

Materia organică a solului este un amestec complex de substanțe de origine variată, iar acumularea acesteia, în special sub formă de humus, reprezintă o caracteristică esențială ce diferențiază solul de roca mamă. Humusul, format din acizi humici și alte substanțe transformate, rezultă prin procese de oxidare biochimică, condensare și polimerizare a compușilor organici în descompunere.

## 2.Importanța determinării conținutului de humus din sol

Un sol bogat în humus are un potențial agroproductiv ridicat, deoarece humusul reține și eliberează treptat substanțele nutritive necesare plantelor, fiind un rezervor de nutrienți. De asemenea, humusul protejează cationii esențiali de levigare și îi face disponibili pentru plante și microorganisme. Conținutul de humus indică nivelul de azot total din sol, un macroelement esențial pentru nutriția plantelor, implicat în sinteza proteinelor, enzimelor și vitaminelor. Prezența humusului îmbunătățește structura solului, conferindu-i o textură găunoasă și proprietăți aerohidrice superioare, ameliorând astfel solurile argiloase sau nisipoase.





| <b>Humus</b>       | <b>Soluri cu texturi mijlocii și fine</b> | <b>Soluri cu texturi grosiere</b> |
|--------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------|
| < 1,0              | foarte slabă                              | slabă                             |
| 1,1-2,0            | slabă                                     | mijlocie                          |
| 2,1-3,0<br>3,1-4,0 | mijlocie                                  | bună                              |
| 4,1-5,0<br>5,1-8,0 | bună                                      | foarte bună                       |
| 8,1-15<br>>15,1    | foarte bună                               | foarte bună                       |

### 3. Interpretarea rezultatelor





# VI. DETERMINAREA AZOTULUI NITRIC DIN SOL

Azotul nitric, prezent în sol sub formă de nitrați solubili, reprezintă ultima fază de transformare a azotului și indică condiții favorabile pentru nutriția plantelor. Nivelul acestuia permite ajustarea fertilizării în funcție de perioadele critice de nutriție. Azotul total și carbonul organic sunt folosiți pentru prognoza pe termen lung, în timp ce compușii minerali ai azotului sunt utilizați pentru estimări pe termen scurt.

| Aprecierea stării de aprovizionare | soluri ușoare cu pH |         |     | soluri mijlocii cu pH |         |      | soluri grele cu pH |         |      |
|------------------------------------|---------------------|---------|-----|-----------------------|---------|------|--------------------|---------|------|
|                                    | 5,5                 | 5,5-6,5 | 6,5 | 5,5                   | 5,5-6,5 | 6,5  | 5,5                | 5,5-6,5 | 6,5  |
| Slabă                              | 3                   | 5       | 6   | 5                     | 6       | 8    | 6                  | 8       | < 9  |
| Mijlocie                           | 5                   | 8       | 9   | 8                     | 9       | 11   | 9                  | 11      | 12   |
| Normală                            | 8                   | 9       | 11  | 12                    | 14      | 15   | 14                 | 15      | 17   |
| Bună                               | 11                  | 14      | 15  | 17                    | 18      | 20   | 20                 | 21      | 23   |
| Foarte bună                        | 14                  | 15      | 17  | 20                    | > 23    | > 23 | 23                 | 14      | > 26 |



## VII. DETERMINAREA AZOTULUI AMONIACAL DIN SOL



Azotul mineral din sol este prezent sub formă de amoniu neschimbabil, amoniu schimbabil, nitrați și nitriți. Amoniul neschimbabil, care provine din materialul parental și îngrășăminte, reprezintă aproximativ 10% din azotul total și este inaccesibil plantelor. Amoniul schimbabil, nitrații și nitriții, deși reprezintă sub 1% din azotul total, sunt forme direct accesibile pentru nutriția plantelor. Evaluarea stării de asigurare cu azot a solului include analiza azotului accesibil (amoniu schimbabil, nitrați, nitriți) și a azotului potențial accesibil (organic ușor biodegradabil).

| Gradul de<br>aprovizionare<br>ppm | Culturi de câmp     |                   |                     | Culturi în sere și solarii |                   |                     |
|-----------------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|----------------------------|-------------------|---------------------|
|                                   | soluri<br>nisipoase | soluri<br>lutoase | soluri<br>argiloase | soluri<br>nisipoase        | soluri<br>lutoase | soluri<br>argiloase |
| Slab                              | < 5                 | < 7               | < 10                | < 10                       | < 15              | < 20                |
| mijlociu                          | 10                  | 10                | 15                  | 11-20                      | 16-30             | 21-40               |
| normal                            | 15                  | 20                | 20                  | 21-30                      | 31-40             | 41-60               |
| Bun                               | 20                  | 25                | 30                  | 31-40                      | 41-60             | 61-80               |
| foarte bun                        | >25                 | >30               | >40                 | >40                        | >60               | >80                 |



# VIII. DETERMINAREA CONȚINUTULUI DE FOSFOR ASIMILABIL DIN SOL



Stabilirea fertilității unui sol depinde de analiza conținutului său în elemente nutritive (azot, fosfor, potasiu) și alte caracteristici (pH, CTSS). Elementele nutritive din sol se găsesc în trei forme: asimilabile (compuși solubili), potențial asimilabile (devin accesibile în timp prin procese fizico-chimice) și greu asimilabile (indisponibile plantelor).

Determinarea fosforului asimilabil este crucială, deoarece acesta este al doilea cel mai important macroelement după azot, fiind esențial pentru procesele vitale. Starea solului în fosfor asimilabil influențează aplicarea îngrășămintelor chimice, iar raporturile N/P și N/K sunt folosite pentru o fertilizare echilibrată.



## Interpretarea rezultatelor

| <b>P<sub>AL</sub> ppm</b> | <b>Culturi de câmp</b> | <b>Legume, vii, livezi</b> |
|---------------------------|------------------------|----------------------------|
| < 8,0                     | foarte slabă           | foarte slabă               |
| 8,1-8,0                   | slabă                  | “                          |
| 18,1-36,0                 | mijlocie               | “                          |
| 36,1-72,0                 | bună                   | slabă                      |
| 72,1-108,0                | foarte bună            | mijlocie                   |
| 108,1-144,0               | “                      | “                          |
| > 144                     | excesivă               | foarte bună                |



# IX. DETERMINAREA POTASIULUI ASIMILABIL DIN SOL



Determinarea potasiului asimilabil este importantă deoarece:

- Potasiul influențează ciclurile metabolice și reglează activitatea enzimatică a plantelor.
- Fertilizarea chimică este ajustată în funcție de cantitatea de potasiu disponibilă în sol.
- Echilibrul între potasiu și alte elemente (K-N, K-Ca, K-Mg, K-P) este determinat de nivelul de aprovizionare a solului cu potasiu.

|         |               |
|---------|---------------|
| < 40    | extrem de mic |
| 41-65   | foarte mic    |
| 66-130  | mic           |
| 131-200 | mijlocie      |
| 201-300 | mare          |
| > 301   | foarte mare   |



# X. DETERMINAREA CONȚINUTULUI DE CARBONAȚI ALCALINO-PĂMÂNTOȘI DIN SOLURI



Carbonatul de calciu și magneziu, săruri greu solubile, sunt prezente în majoritatea tipurilor de soluri. Ele pot proveni din roca parentală, din apa freatică de mică adâncime sau din amendamente aplicate pentru îmbunătățirea reacției solurilor acide. Aceste carbonați pot apărea sub forme mineralogice precum calcit, aragonit, dolomit și altele.

În soluri, carbonații sunt implicați în reacții chimice care influențează pH-ul. În prezența carbonatului de calciu, pH-ul ajunge la 8,3, iar carbonatul de magneziu poate ridica pH-ul până la 8,4-8,6. Reacțiile acestor carbonați depind de factori precum dioxidul de carbon din aer, apa din sol și aciditatea mediului.

Importanța determinării carbonaților alcalino-pământoși:

- Caracterizarea pedogenetică a solurilor și evaluarea stadiului lor de formare.
- Stabilirea măsurilor ameliorative pentru soluri.
- La concentrații de peste 1-2%, aceștia favorizează activitatea bacteriilor nitrificatoare și a celor fixatoare de azot, îmbunătățind astfel fertilitatea solului.

| Intensitatea efervescenței | Cantitatea aproximativă de carbonați % | Marimea probei de sol pentru analiza |
|----------------------------|----------------------------------------|--------------------------------------|
| foarte slabă               | < 1                                    | 2                                    |
| mijlocie                   | 1 -10                                  | 1                                    |
| puternică                  | 10 - 20                                | 1                                    |
| foarte puternică           | > 20                                   | 0,5                                  |



# XI. DETERMINAREA CONȚINUTULUI DE CALCAR ACTIV DIN SOL

Excesul de calciu din sol poate provoca dereglări la plante, cum ar fi cloroza, afectând culturi precum pomii și vița de vie. Calciul activ, adică calcarul fin dispersat, determină cantitatea de ioni de calciu din soluția solului. Analiza calciului activ ajută la identificarea terenurilor nepotrivite pentru anumite culturi și la determinarea cauzelor clorozei.

| Simbol pentru<br>calculator | Cod  | Denumire       | Limite      |
|-----------------------------|------|----------------|-------------|
| AB                          | 00,0 | nu este cazul  | absent      |
| EC                          | 01,5 | extrem de mic  | $\leq 3,0$  |
| FC                          | 04,0 | foarte mic     | 3,1 – 5,0   |
| MC                          | 05,5 | mic            | 5,1 – 6,0   |
| MO                          | 06,5 | mijlociu       | 6,1 – 7,0   |
| MR                          | 07,5 | mare           | 7,1 – 8,0   |
|                             | 08,5 |                | 8,1 – 9,0   |
| FR                          | 09,5 | foarte mare    | 9,1 – 10,0  |
|                             | 11,0 |                | 10,1 – 12,0 |
| ER                          | 13,0 | extrem de mare | $> 12$      |





# DETERMINAREA CONȚINUTULUI DE FIER ACCESIBIL DIN SOL

Fierul din sol este prezent în minerale primare (silicați fero-magnezieni, oxizi de fier) și secundare (filosilicați, oxizi, hidroxizi), precum și în compuși organo-minerali chelatici. Solubilitatea fierului depinde de pH:  $\text{Fe}^{3+}$  este solubil doar la  $\text{pH} < 3$ , iar  $\text{Fe}^{2+}$  rămâne solubil până la pH 7, dar în condiții de reducere (exces de apă). Solubilitatea fierului atinge un minim la pH 6,5-3,0. Plantele necesită sub 0,5 ppm Fe accesibil în sol, comparativ cu un conținut total de ~2% (20.000 ppm). Fierul accesibil este extras folosind reactivi specifici, precum acetatul de sodiu-acid acetic (pH=4,8) sau oxalatul de amoniu.

| Simbol pentru calculator | Cod | Denumire    | Limite (ppm) |
|--------------------------|-----|-------------|--------------|
| FC                       | 025 | foarte mic  | < 50         |
| MC                       | 075 | mic         | 51 – 100     |
| MO                       | 150 | mijlociu    | 101 – 200    |
| MR                       | 250 | mare        | 201 – 300    |
| FR                       | 500 | foarte mare | > 301        |

Clase de conținut de Fe extractibil în oxalat de amoniu 0,2 n  
(MESP-1987, vol. III, p. 110, ind. 81)



# XI. DETERMINAREA pH-ULUI SOLULUI



pH-ul solului reprezintă măsura acidității sau bazicității solului, exprimată ca logaritmul cu semn schimbat al activității ionilor de hidrogen ( $\text{pH} = -\lg a_{\text{H}^+}$ ). Este un parametru important pentru fertilitatea solului, influențând activitatea microorganismelor, vegetația spontană și plantele cultivate.

## Importanța determinării pH-ului:



pH-ul influențează creșterea și dezvoltarea plantelor: solurile acide ( $\text{pH} < 5$ ) pot cauza carențe de calciu, microelemente și insolubilizarea fosforului, iar cele alcaline ( $\text{pH} > 8,5$ ) blochează absorbția microelementelor și au proprietăți fizice nefavorabile.



Valoarea optimă pentru majoritatea culturilor este între pH 5,5 și 7, unde nutrienții au solubilitate și accesibilitate maximă.



Cunoașterea pH-ului este esențială pentru alegerea culturilor, aplicarea amendamentelor și îngrășămintelor chimice, precum și pentru ameliorarea solurilor acide sau alcaline.



| Limite pH | Aprecierea reacTiei |
|-----------|---------------------|
| < 3,5     | puternic acida      |
| 3,51-4,30 | “                   |
| 4,31-5,00 | “                   |
| 5,01-5,40 | slab acida          |
| 5,41-5,80 | “                   |
| 5,81-6,40 | moderat acida       |
| 6,41-6,80 | “                   |
| 6,81-7,20 | neutra              |
| 7,21-7,80 | slab alcalina       |
| 7,81-8,40 | “                   |
| 8,41-9,00 | puternic alcalina   |
| > 9,01    | “                   |



## 2. Interpretarea rezultatelor





# XII. DETERMINAREA CANTITATII TOTALE DE SARURI SOLUBILE DIN SOL

Sărurile solubile din sol, prezente în exces, pot proveni din roca mamă, apă freatică sau aplicarea excesivă de îngrășăminte.

Tipuri de săruri:

- Ușor solubile:  $\text{NaCl}$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .
- Moderat solubile:  $\text{CaSO}_4$ .
- Greu solubile:  $\text{CaCO}_3$ .

Efecte nocive:

- „Secetă fiziologică” din cauza presiunii osmotice ridicate.
- Toxicitatea ionilor și dezechilibre nutriționale.
- Degradarea proprietăților fizice și chimice ale solului (alcalinizare).



# TRUSA DE TEREN PENTRU STABILIREA STĂRII DE FERTILITATE A SOLULUI PRIN TESTAREA CHIMICĂ ÎN TEREN ȘI LABORATOR A FERTILITĂȚII SOLULUI, APEI FREATICE ȘI DE IRIGAȚIE



Trusa agrochimică de teren permite efectuarea rapidă, direct în câmp, a unor teste semicantitative și calitative pentru sol, plante și îngrășăminte. Aceasta oferă specialiștilor informații utile privind starea momentană a solurilor și nutriția plantelor, fiind utilă în stabilirea necesităților de fertilizare în perioada de vegetație.

Informațiile obținute completează datele furnizate de cartarea agrochimică periodică și sunt utile pentru ajustarea fertilizării faziale în funcție de condițiile anuale. Planificarea pe termen lung a aplicării îngrășămintelor se bazează totuși pe analiza periodică a solurilor. Rezultatele trusei de teren ar trebui, atunci când este posibil, verificate prin analize detaliate în laboratoarele specializate.





# OBIECTIVELE CARTĂRII AGROCHIMICE

## 1. Modificarea reacției solului (pH)



Reacția solului, exprimată prin pH, indică aciditatea sau alcalinitatea acestuia pe o scară de la 0 la 14: valori sub 7 arată sol acid, iar valori peste 7, sol alcalin. Solurile pot fi: puternic acide, acide, slab acide, neutre, slab alcaline, alcaline și puternic alcaline.

Corectarea reacției solului:

- Solurile acide se corectează cu amendamente calcaroase ( $\text{CaCO}_3$ ) dacă pH-ul scade sub 5,8 sau aluminiul schimbabil depășește 0,15 me/100 g sol.
- Solurile alcaline se corectează prin gipsare ( $\text{CaSO}_4$ ) pentru reducerea sodiului schimbabil sub 5%.

Aciditatea excesivă afectează plantele prin toxicitatea aluminiului și manganului, care blochează circulația fosforului și absorbția nutrienților. Alcalinitatea, determinată de sodiul schimbabil, perturbă absorbția apei și nutrienților.

Plantele au cerințe specifice privind reacția solului, dar își pot adapta în mod limitat rădăcinile pentru a modifica pH-ul local. Reacția optimă pentru majoritatea culturilor este între pH 5,5 și 7, unde solubilitatea nutrienților este maximă.

Majoritatea plantelor au un interval optim de reacție al solului destul de larg. De exemplu, secara și mazărea se dezvoltă bine pe soluri acide și bazice, în timp ce cartoful preferă soluri acide-slabe acide. Grâul și porumbul cresc optim pe soluri slab acide sau neutre și răspund pozitiv la amendamente calcaroase. În schimb, cartoful nu oferă producții de calitate pe soluri cu exces de calcar.

Acidifierea solului este influențată de utilizarea îngrășămintelor chimice, precum azotatul de amoniu, care determină formarea acidului azotic. Această acidifiere poate fi prevenită prin aplicarea unor doze mici de calcar (3 kg  $\text{CaCO}_3$  pentru 1 kg N aplicat) sau prin utilizarea nitrocalcarului. De asemenea, îngrășămintele organice, în special gunoiul de grajd (20-30 t/ha la 3-4 ani), ajută la menținerea reacției solurilor slab acide și neutralizează aciditatea vătămătoare.



**Cerințele principalelor plante cultivate față de reacția (pH-ul) solurilor  
(după diverși autori)**

| Specia de plante | Interval optim de pH<br>[apă] | Specia de plante | Interval optim de pH<br>[apă] |
|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|
| Grâu             | 5,5-7,5                       | Mazăre           | 6,0-7,0                       |
| Orz              | 6,5-8,0                       | Fasole           | 6,5-7,0                       |
| Secară           | 5,0-8,0                       | Soia             | 5,5-7,0                       |
| Ovăz             | 5,0-8,0                       | Lirite           | 5,5-7,0                       |
| Floarea soarelui | 6,0-7,5                       | Lucernă          | 6,5-8,0                       |
| Sfeclă de zahăr  | 7,0-8,0                       | Trifoi           | 6,0-7,5                       |
| Cartofi          | 5,9                           | Măzăriche        | 5,5-7,2                       |
| Câneică          | 7,0-7,5                       | Raigras          | 6,0-7,5                       |





Factorii precum irigația cu apă bazică și rotația culturilor cu leguminoase contribuie, de asemenea, la creșterea pH-ului solului. Calcarizarea solurilor acide trebuie aplicată periodic (5-15 t/ha la 4 ani), deoarece pierderile de calciu prin spălare și consumul acestuia prin recolte refac aciditatea solului în timp.

Eficiența amendării depinde de dizolvarea treptată a calcarului, condițiile meteorologice și omogenizarea acestuia în sol. Pentru menținerea durabilă a pH-ului optim, calcarizarea trebuie adaptată în funcție de dinamica acidității și de factorii locali.



## 2. Modificarea conținutului de humus



Formarea humusului este influențată de tehnologiile agricole. Aplicarea rațională a îngrășămintelor chimice, în special cele azotate, fosfatice și potasice, poate menține sau crește conținutul de humus. În schimb, utilizarea unilaterală a azotului și acidifierea solului duc la scăderea acestuia. Gunoiul de grajd și resturile vegetale au efecte pozitive asupra conținutului de humus, în special când sunt tocate și amestecate uniform în sol. Calcarizarea solurilor acide stimulează activitatea microorganismelor și consumul de materie organică, reducând humusul. De aceea, aceasta trebuie corelată cu aplicarea gunoiului de grajd.

**Humusul este un complex de substanțe organice rezultate din descompunerea resturilor vegetale și are un rol esențial în fertilitatea solului. Are trei funcții principale:**



**Rol fizic:** Ameliorează structura solului, afânează solurile compacte și reține apa, protejând plantele în perioadele de secetă.



**Rol chimic:** Eliberează azot și CO<sub>2</sub> prin mineralizare, contribuind la solubilizarea elementelor nutritive. Formează complexul argilo-humic, care reține și eliberează treptat substanțele nutritive necesare plantelor.



**Rol biologic:** Asigură activitatea microbiologică din sol, esențială pentru procesele de descompunere și humificare.





Determinarea conținutului de humus (prin carbonul organic) este esențială pentru evaluarea nivelului de azot din sol, folosindu-se indicele de azot (IN):

$$\text{IN} = (\text{H} \times \text{V}) / 100$$

unde H este conținutul de humus, iar V gradul de saturație cu baze.

Determinarea acestor parametri permite o gestionare optimă a fertilității solului, asigurând necesarul de azot pentru plante și contribuind la menținerea unui bilanț pozitiv al humusului.

În funcție de valoarea acestui indice, solurile se clasifică astfel:



Soluri cu asigurare slabă în azot:  $\text{IN} \leq 2,0$



Soluri cu asigurare mijlocie în azot:  $\text{IN} = 2,1 - 4,0$ .



Soluri cu asigurare bună în azot:  $\text{IN} = 4,1 - 6,0$



Soluri cu asigurare foarte bună în azot:  $\text{IN} > 6,0$

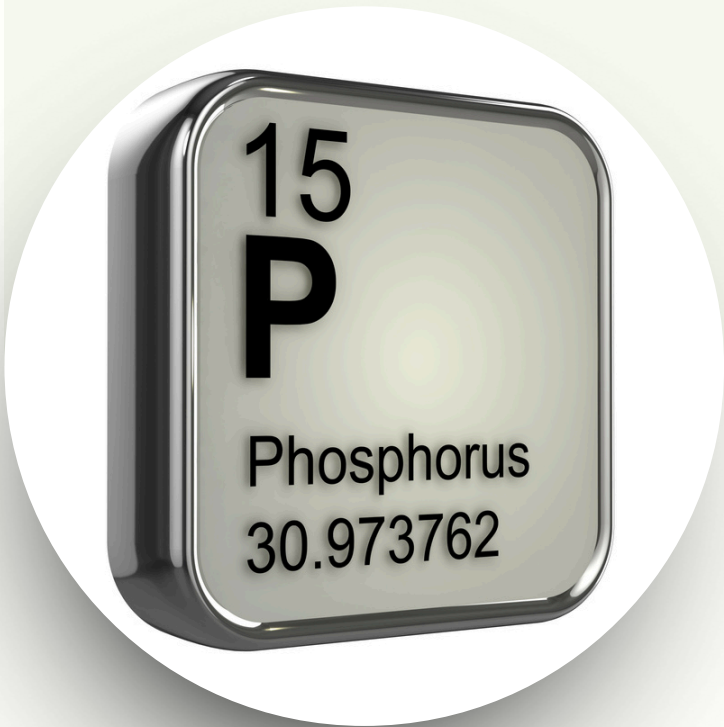


### 3. Modificarea conținutului în fosfați mobili (asimilabili)

Fosfații mobili sunt forme de fosfor accesibile plantelor, extrase cu anumiți reactivi. Nivelul lor în sol influențează direct recoltele și depinde de aplicarea îngrășămintelor fosfatice.

Folosirea îngrășămintelor azotate crește recoltele, dar scade rapid fosfații din sol. Dacă nu se aplică îngrășămintele cu fosfor, nivelul acestora scade sub un prag minim, iar plantele suferă de carență. Reluarea fertilizării cu fosfor necesită timp, deoarece solul își acoperă mai întâi propriile nevoi. Fertilizarea echilibrată este esențială pentru menținerea fosfaților mobili la un nivel optim.

Dozele mari de îngrășămintele fosfatice pot duce la imobilizarea fosforului în sol, făcându-l inaccesibil plantelor. Aplicarea îngrășămintelor chimice împreună cu îngrășămintele organice (gunoi sau resturi vegetale) menține nivelul fosfaților asimilabili, efectul gunoiului fiind de durată, iar cel al resturilor vegetale fiind imediat.

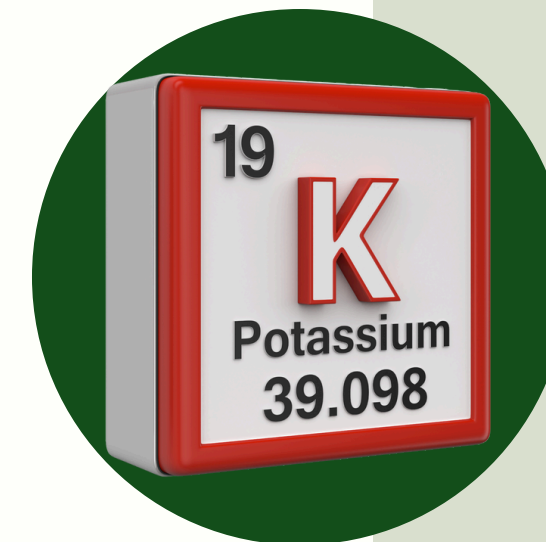


| Conținutul în P mobil<br>[ppm] | Starea de asigurarea<br>solului cu P |
|--------------------------------|--------------------------------------|
| < 8,0                          | foarte slabă                         |
| 8,1 - 18,0                     | slabă                                |
| 18,1 -36,0                     | mijlocie                             |
| 36,1 -72,0                     | bună                                 |
| > 72                           | foarte bună                          |



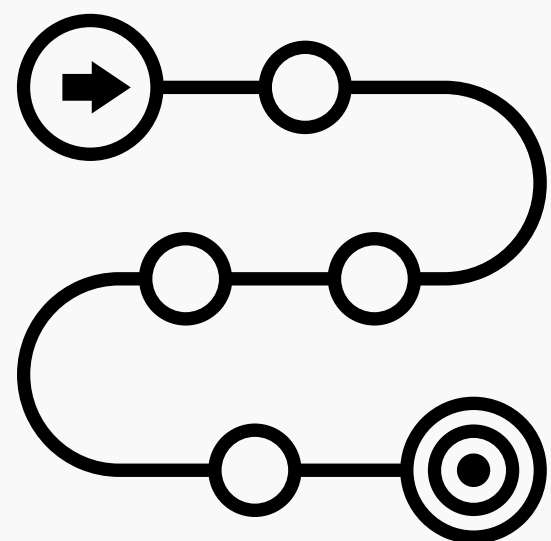
## 4. Modificarea conținutului în potasiu mobil

Noțiunea de potasiu mobil este corelată cu nivelul recoltelor obținute prin utilizarea îngrășămintelor cu potasiu. Solurile din România sunt în general bine aprovizionate cu potasiu, cu excepția solurilor podzolice acide, unde aplicarea îngrășămintelor cu potasiu aduce sporuri de producție. Totuși, aplicarea îngrășămintelor cu azot și fosfor fără potasiu duce la scăderea conținutului acestuia, în timp ce gunoiul de grajd și resturile vegetale mențin un nivel optim al potasiului în sol.



| Conținut K mobil [ppm] | Starea de asigurare a solului cu K |
|------------------------|------------------------------------|
| $\leq 66$              | slabă                              |
| 66,1 - 132,0           | mijlocie                           |
| 132,1 - 200            | bună                               |
| $> 200$                | foarte bună                        |





## Cartare Agrochimică

### └─ Faza pregătitoare

└─ Legătura cu beneficiarul

└─ Pregătirea bazei topografice

└─ Pregătirea materialelor

### └─ Faza de teren

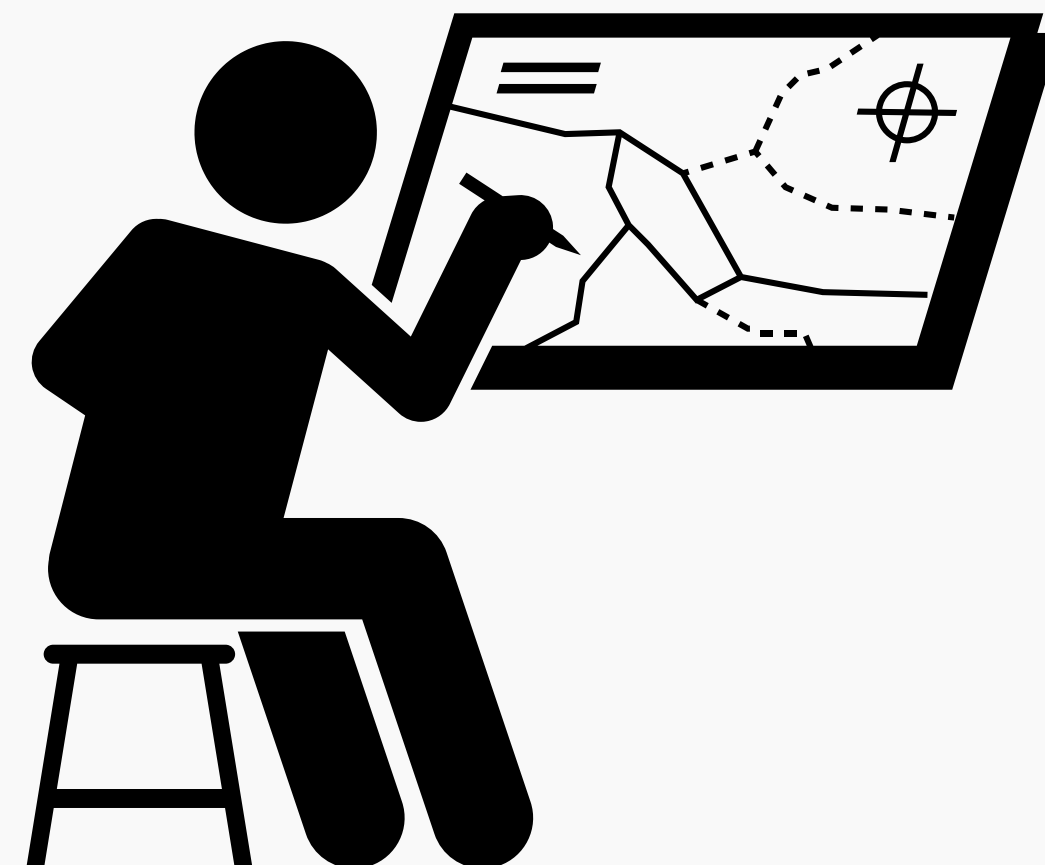
└─ Prezentare și planificare

└─ Recoltare probe

└─ Îndrumare și control

### └─ Faza de laborator

└─ Analiza probelor



**FAZELE EXECUTĂRII CARTĂRII  
AGROCHIMICE**



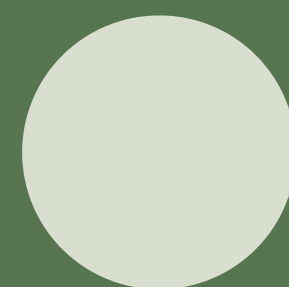
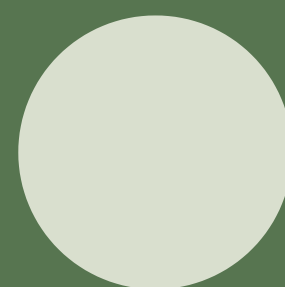
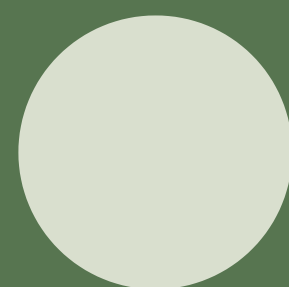
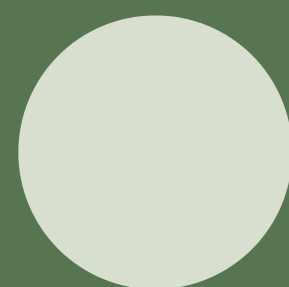
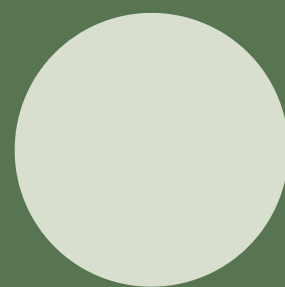
# CONCLUZII

- Cartarea agrochimică e esențială pentru evaluarea fertilității solului și aplicarea rațională a îngrășămintelor.
- Fosforul și potasiul se aplică în funcție de rezerva din sol.
- Se realizează la cererea producătorilor agricoli, de către oficiile județene și Institutul de Cercetări pentru Pedologie și Agrochimie.
- Azotul se administrează conform conținutului de humus și cerințelor culturilor.
- Efectuată periodic, monitorizează fertilitatea solului și optimizează sistemul de fertilizare.
- Fertilizanții foliari completează necesarul nutritiv în fazele critice de vegetație.
- Recomandările rezultate se corelează cu cerințele culturilor și consultarea stațiunilor de cercetare agricolă.
- Extinderea îngrășămintelor organice îmbunătățește solul și reprezintă o cerință prioritară pentru tehnologiile agricole moderne.



# BIBLIOGRAFIE

1. Borlan Z., Hera Cr., 1975, Metode de apreciere a stării de fertilitate a solului în vederea folosirii raționale a îngrășămintelor, Ed. Ceres, București;
2. Borlan Z., Hera Cr., Bunesu O., 1990, Agrochimia fosforului, Ed. Ceres, București;
3. Borlan Z., Hera Cr., Ghidia Aurelia, Pasc H., Condei Gh., Stoian L., Jidav Eugenia, 1982, Tabele și nomograme agrochimice, Ed. Ceres, București;
4. Borlan Z., Hera Cr., Dornescu D., Kurtinecz P., Rusu M., Buzdugan I., Tănase Gh., 1994, Fertilitatea și fertilizarea solurilor, Ed. Ceres, București;
5. Davidescu D., Davidescu Velicica, 1981, Agrochimia modernă, Ed. Acad. R.S.R., București;
6. Davidescu D., Davidescu Velicica, Lăcătușu R., 1984, Sulful, calciul și magneziul în agricultură, Ed. Academiei R.S.R., București;
7. Davidescu D., Davidescu Velicica, Lăcătușu R., 1988, Microelementele în agricultură, Ed. Academiei R.S.R., București;
8. Davidescu D., Davidescu Velicica, 1992, Agrochimia horticola, Ed. Academiei Române, București;
9. Davidescu D., Davidescu Velicica, 1999, Compendiu agrochimic, Ed. Academiei Române, București;
10. Hera Cr., Borlan Z., 1980, Ghid pentru alcătuirea planurilor de fertilizare, Ed. Ceres, București;





# BIBLIOGRAFIE

11. Lăcătușu R., 2000, Agrochimie, Ed. Helicon, Timișoara;
12. Lăcătușu R., 2000, Dicționar de agrochimie, Ed. Uni-Press C-68, București;
13. Lixandru Gh., Calancea L., Caramete C., Marin N., Goian M., Hera Cr., Borlan Z., Răuță C., 1990, Agrochimie, Ed. Didactică și Pedagogică, București;
14. Nedelciuc C., Sin Gh., Cartarea agrochimică;
15. Oanea Nicolai, 2005, Pedologie generală, Ed. Alutus;
16. Puiu Șt., Adrian Basarabă, 2001, Pedologie, Ed. Piatra Craiului;
17. Rusu M., 1992, Agrochimia (curs universitar), USAMV Cluj-Napoca;
18. Vintilă Irina, Borlan Z., Răuță C., Daniliuc D., Țigănaș Letiția, 1984, Situația agrochimică a solurilor din România, Ed. Ceres, București;
19. \*\*\* I.C.P.A., 1986, Metode de analiză chimică a solului, București;
20. \*\*\*\* I.C.P.A., 1984, Metodologia de analiză agrochimică a solurilor în vederea stabilirii necesarului de amendamente și îngrășăminte, București.

