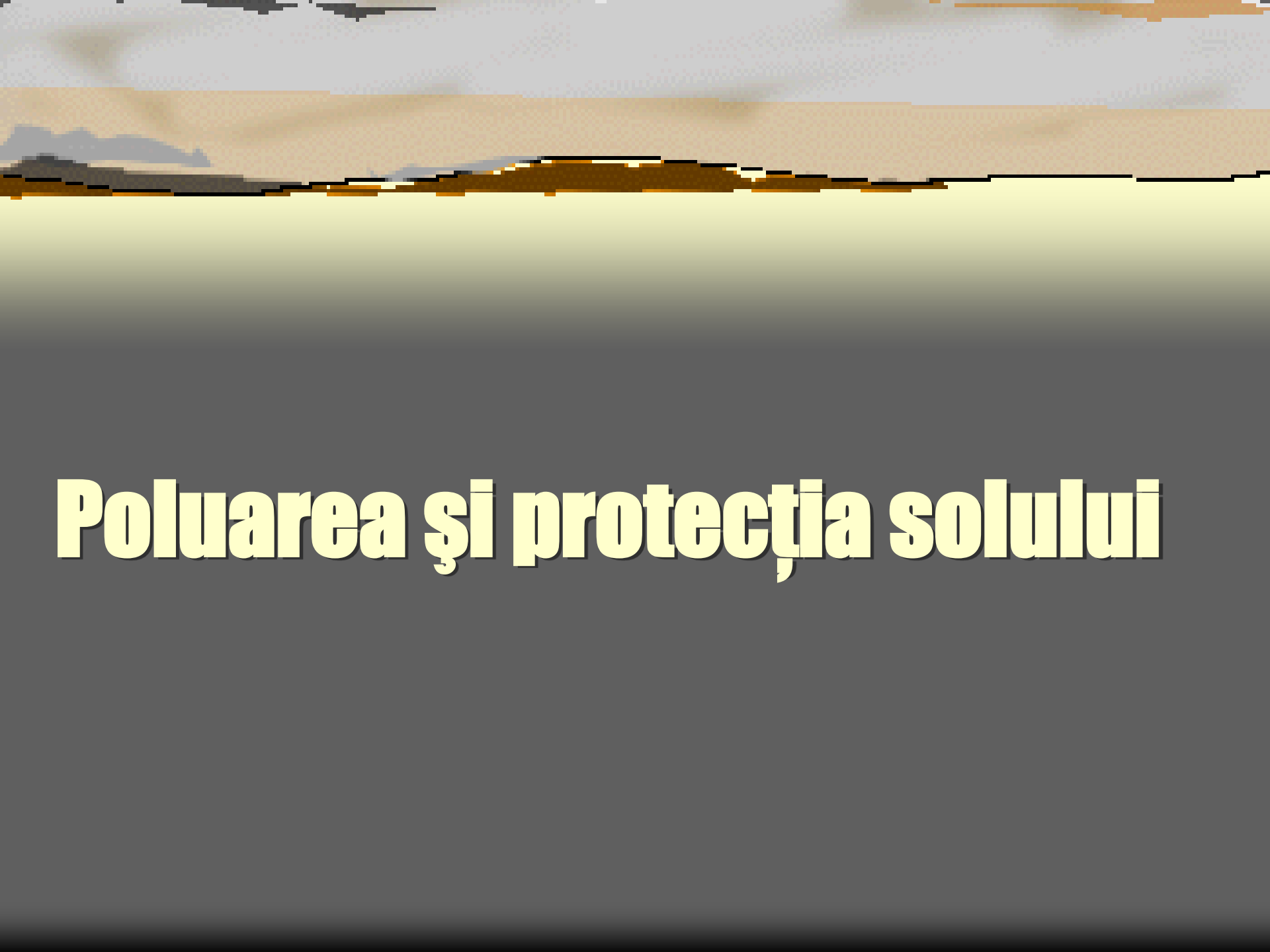




Poluarea și protecția solului

Definiția

⇒ Solul reprezintă un nod de comunicare între atmosferă, hidrosferă, litosferă și organismele vii și joacă un rol de frunte în procesele schimbului de substanțe și energie dintre componenții biosferei.

Resursele solului

- ⇒ Eterogenitatea și multifazicitatea solului determină gama largă a timpilor caracteristici de formare a diferiților componenți și proprietăți ale solului - de la 10 până la 10^6 ani.
- ⇒ Suprafața totală a Pământului este de aproximativ 510 milioane km^2 . Din aceasta: 70,8% sau 361,13 milioane km^2 sunt acoperiți cu ape, 29,2%, sau 148,94 milioane km^2 constă în munți, deșerturi, câmpii, și alte forme de relief. (14 milioane km^2 sunt ocupați de ghețari).
- ⇒ Suprafața așa numitului pământ productiv ocupă 86 milioane km^2 , din care 45 milioane km^2 sunt terenuri agricole iar 41 milioane km^2 sunt păduri și tufișuri.

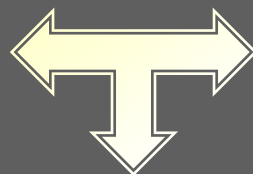
Pierderile de pământ

- ⇒ Suprafața totală de pământuri distruse și degradate în istoria omenirii a depășit 20 milioane km².
- ⇒ În urma construcțiilor, mineritului, pustiirii și salinizării, agricultura mondială pierde anual 50-70 mii km² de sol.
- ⇒ Pe de o parte continuă însușirea intensă de pământuri noi, îndeosebi prin tăierea pădurilor, pe de altă parte are loc pustiirea solurilor pe suprafețe enorme.
- ⇒ Astăzi, pădurile planetei dispar cu o viteză de 20 ari/min.
- ⇒ Suprafața pădurilor tropicale (principalii producători de O₂) se micșorează anual cu 1 %.

- Peste 75% din suprafața uscatului este deja degradată și peste 90% s-ar putea degrada până în 2050.
- La nivel global, o suprafață totală de dimensiunea UE (4,18 milioane km²) se degradează anual, Africa și Asia fiind cele mai afectate.
- Costurile economice ale degradării solului în UE sunt estimate a fi de ordinul a zeci de miliarde de euro anual.
- Se estimează că degradarea solului și schimbările climatice vor duce la o reducere a randamentului culturilor în lume cu 10 % până în 2050.
- Cea mai mare parte a acestui fenomen se va produce în India, China și Africa Subsahariană, unde degradarea solului ar putea reduce la jumătate producția vegetală.
- Drept consecință a despăduririi accelerate, va fi tot mai greu să atenuăm efectele schimbărilor climatice.
- Până în 2050, se estimează că până la 700 de milioane de persoane vor fi strămutate din cauza insuficienței resurselor solurilor.
- Această cifră s-ar putea ridica la 1 miliard până în 2100.

Structura solului

Sol
Un sistem eterogen,
multifazic



Faza solidă
“Scheletul” mineral,
componenții
chimici, biologici

Faza gazoasă
Aerul din sol

Faza lichidă
“Soluția solului”

Rolul diferitor factori în formarea solului

Formarea
solului



Vegetație

Microorganismele

Vegetația pădurilor

Biomasa pe suprafața uscatului reprezintă 10^{11} - 10^{12} t
Resturile de plante ajung suprafața pământului sub forma de căderi.

Iarba

Biomasa pe suprafața uscatului reprezintă 10^{10} - 10^{11} t
Biomasa rădăcinilor este mai mare decât biomasa tulpinei și a frunzelor.

Bacterii, ciuperci, alge

Microflora solului reprezintă 0,1 % din volumul lui.
Masa uscată atinge aproape 2 t la ha.

Compoziția chimică a solului

- ⇒ Orice tip de sol conține toate elemente chimice existente.
- ⇒ Elemente chimice în sol sunt reprezentate de un șir de compuși.

- Exemplu:

Compușii fosforului: $\text{Ca}_8\text{H}_2(\text{PO}_4)_6$, $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$,
 $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$, $\text{Ca}_4(\text{PO}_4)_3\text{H} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$,
 CaHPO_4 , $\text{AlPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{FePO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$,
 $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$, $\text{Pb}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, $\text{PbAl}_3\text{H}(\text{OH})_6(\text{PO}_4)_2$,
 MnHPO_4 .

- ⇒ Compoziția minerală a solurilor este dată, în special, de cuarț (SiO_2) și aluminosilicați - oxizi ai aluminiului și siliciului ($\text{SiO}_2:\text{Al}_2\text{O}_3:\text{H}_2\text{O}$) - în diferite proporții.
- ⇒ Faza solidă a solurilor și rocile ce formează solul sunt alcătuite din particule de diferite dimensiuni - elemente mecanice.
În funcție de mărimea particulelor, solurile se împart în:
 - nisipoase,
 - argilo-nisipoase,
 - argiloase.
- ⇒ Componenta organică a solurilor este reprezentată de substanțele humice care se formează în urma transformării resturilor organice care ajung în sol după moartea plantelor.
- ⇒ Componenta biologică a ecosistemelor solului este reprezentată de plantele verzi, microorganisme și animale.

Intervale de concentrații ale elementelor chimice în sol, %

Element	Conținut în sol	Element	Conținut în sol
Si	26 – 44	Mn	0,01 – 0,3
Al	1 – 8	Corg	0,5 – 4
Fe	0,5 – 6	N	0,05 – 0,2
Ca	3,3 – 5	P	0,02 – 0,1
K	0,2 – 3	S	0,02 – 0,2
Na	0,2 – 2	H	0,04 – 0,2
Mg	0,1 – 2	Mo, As, Br, I,	$n \cdot 10^{-4} - n \cdot 10^{-3}$
Ti	0,2 – 0,5	Sc, Pb, Co, B,	
		Cu, Li, Ni, Yn	
		Hg, Se	$\sim 10^{-6}$

Reacții și procese chimice din sol

- ⇒ În sol pot avea loc mai mult de 30 procese și reacții chimice.
- ⇒ Procese și reacții tipice:
 - Sedimentare-dizolvare,
 - Schimb de cationi,
 - Formarea complexilor,
 - Sinteza și mineralizarea substanțelor organice,
 - Formarea substanțelor humice.

Schimb de cationi

⇒ Schimb de cationi are loc între partea solidă a solului (care absoarbe cationi) și cea lichidă (soluție de electrolit).

⇒ La adăugarea KCl:



unde Π – sol.

⇒ În așa procese pot lua parte diferiti cationi: Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Al^{3+} , H^+

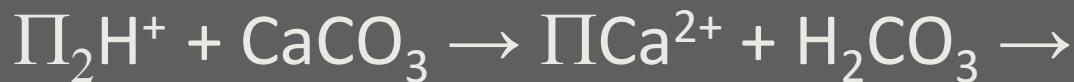
Aciditatea solurilor

- ⇒ Aciditatea solurilor este asigurată de cationii Al^{3+} și H^+ :



- ⇒ În ambele cazuri în sol se formează o cantitate oarecare de HCl , ceea ce duce la aciditatea solului.

- ⇒ Eliminarea acidității:



Importanța bacteriilor pentru circuitul substanțelor în sol

- ⇒ Bacteriile heterotrofe descompun resturile organice până la compuși minerali simpli.
- ⇒ Bacteriile autotrofe îndeplinesc în sol procese de oxidare a compușilor minerali - produse vitale ale bacteriilor heterotrofe:



- ⇒ Sulfobacteriile, care sunt foarte răspândite în sol, transformă H_2S , S și tiosulfații în H_2SO_4 (procesul de fixare a sulfului):

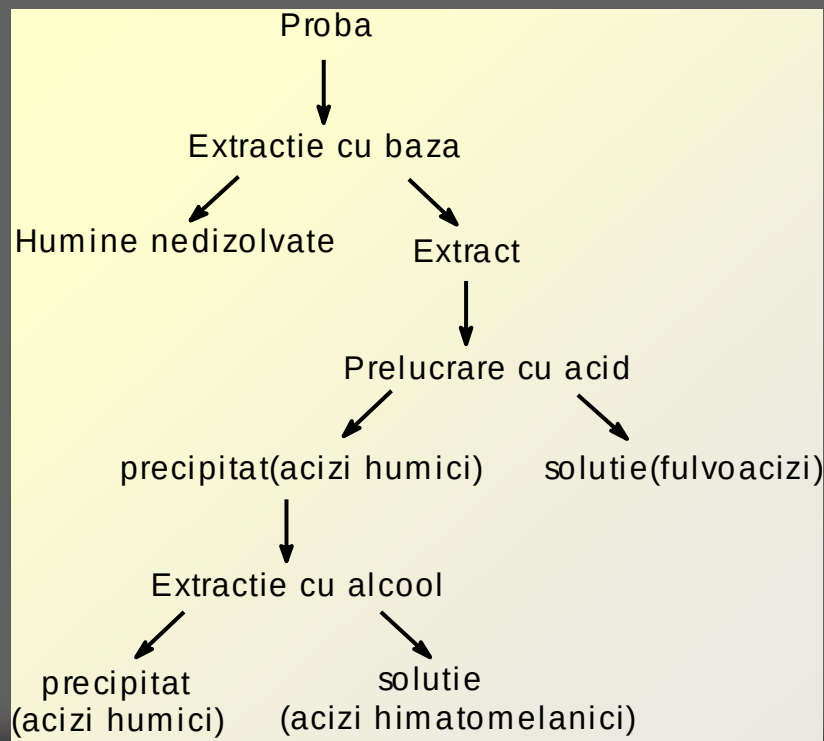


- ⇒ Ferobacteriile, deosebit de numeroase în solurile mlăștinoase, determină oxidarea sărurilor cu conținut de Fe(II):



Substanțele humusului

- ⇒ Substanțele humusului reprezintă produse intermediare în procesul de formare a cărbunelui.
- ⇒ Aceste substanțe se deosebesc după solubilitatea lor în soluții apoase și alcoolice:



Compoziția humusului

- ⇒ Analiza elementală a componentelor humusului de proveniență diferită arată că, pentru fiecare fracție, conținutul de C, H, O este aproximativ același.
- ⇒ Componentele pământului vegetal mai includ: S (1 %) și N (2 – 5 %); azotul intră, în special, în componența grupelor aminice.
- ⇒ Substanțele humusului sunt compuse din molecule cu masă moleculară diferită - cea mai mică masă moleculară medie o au fulvoacizii, cea mai mare - acizii humici.
- ⇒ Așa zisele soluri grase conțin mai bine de 10 % humus pe când solurile medii au un conținut de humus de până la 5 – 7 %.

Aprecierea fertilității solului după conținutul de humus

Straturile mature de humus din sol se formează în timp de sute de ani.

- ⇒ **Micșorarea conținutului de humus din sol duce la dehumificare.**
- ⇒ **Acest proces este cauzat de schimbarea bruscă a bilanțului solului în substanță organică.**
- ⇒ **Micșorarea conținutului de substanțe organice în sol contribuie la degradarea proprietăților lui fizice, în special a structurii și permeabilității lui, ceea ce determină intensificarea proceselor de eroziune.**
- ⇒ **Eroziunea, la rândul ei, grăbește procesul de dehumificare.**
- ⇒ **În procesul dehumificării se micșorează brusc conținutul celor mai prețioase agregate granulare din sol, cele cu dimensiunile de 1 - 5 mm.**

Solul și apa

- ⇒ Pentru sol este caracteristică neomogenitatea proprietăților hidromecanice (anizotropia), prezența porilor, canalelor, fisurilor, căilor de rădăcini.
- ⇒ În profilul solului se pot deosebi patru straturi purtătoare de umezeală:
 - stratul superficial
controlează infiltrarea apei în urma precipitațiilor și topirii zăpezilor, evaporarea umezelii pe timp secetos, scurgerile de apă de pe suprafața solului,
 - stratul superior
purtător de apă, coincide cu zona racinară a plantelor,
 - stratul inferior
este umezeala din urma filtrării,
 - apele subterane.

Anotimpurile și circuitul apei în sol

Predomină scurgerea
de suprafață

Iarnă

Primăvară



Toamnă

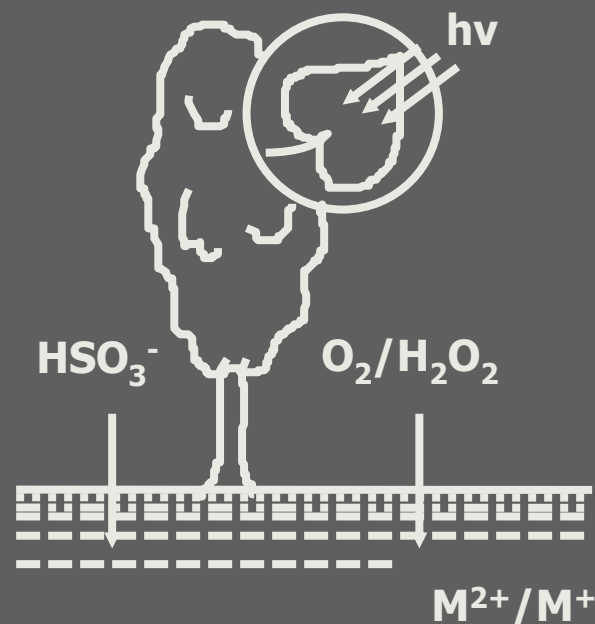
Vară

Are loc cea mai
intensă trecere
a umezelii prin
profilul solului

Pierderile
de umezeală
sunt considerabile
din cauza evaporării
și transpirației

Acțiunea proceselor de oxido-reducere asupra transformărilor din sol

Precipitațiile cu conținut de substanțe reducătoare sub formă de H_2SO_3 duc la dereglarea echilibrului proceselor de oxido-reducere din sol, în primul rând în circuitul azotului.



Acțiunea antropogenă asupra solului

- ⇒ Agricultura contemporană este factorul principal de acțiune asupra ecosistemelor solului.
- ⇒ Totalitatea de acțiuni poate fi împărțită în două:
 - influența asupra factorilor care determină fertilitatea solului (componenta organică și minerală, bilanțul apei),
 - influența asupra structurii solului.

Principalele cauze de degradare a pământurilor arabile

Principalele cauze de degradare a pământurilor arabile sunt:

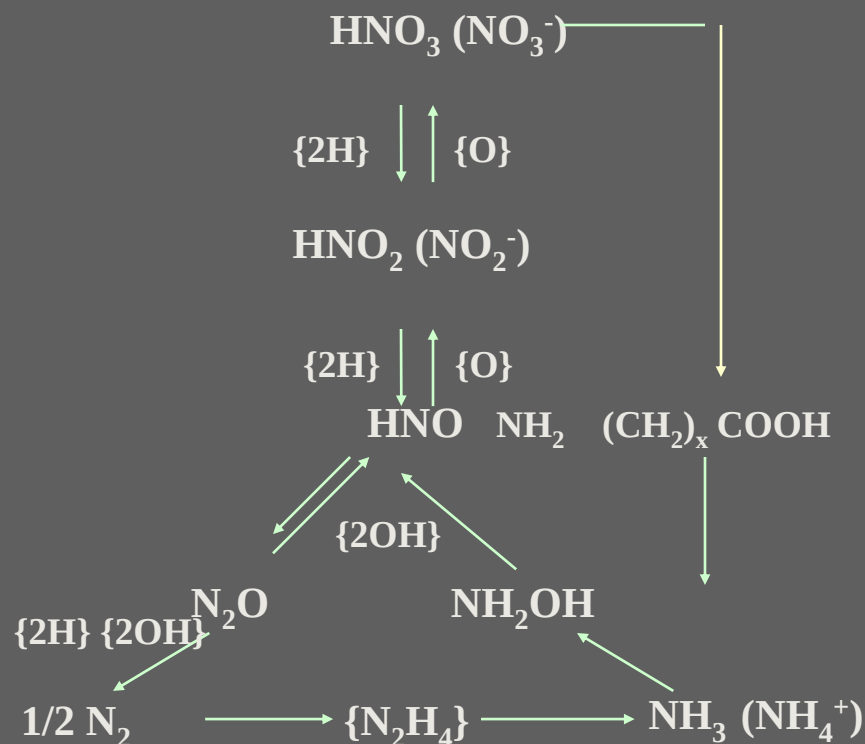
- ⇒ pierderile mari de apă prin filtrare,**
- ⇒ construcția canalelor de irigare în pământ fără hidroizolație,**
- ⇒ consumarea necontrolată a apei,**
- ⇒ irigarea cu apă mineralizată,**
- ⇒ irigarea fără drenaj.**

Salinizarea secundară a solurilor

- ⇒ Salinizarea secundară reprezintă procesul de acumulare a sărurilor dăunătoare plantelor (Na_2SO_3 , MgCO_3 , CaCO_3 , Na_2SO_4 , NaCl ș.a.) în straturile superioare ale solului.
- ⇒ Salinizarea are loc din cauză că apele subterane sunt mineralizate iar ridicarea lor prin irigare duce la acumularea sărurilor în profilul solului.
- ⇒ Pentru irigare trebuie folosite ape cu concentrația sărurilor până la 1 g/L.
- ⇒ Prezența Na_2CO_3 în apele de irigare este nedorită.

Eroziunea solului

- ⇒ În schimbul proceselor oxidative de nitrificare, care sunt tradiționale pentru sol, se intensifică procesele reducătoare de denitrificare, ceea ce duce la eroziunea solului

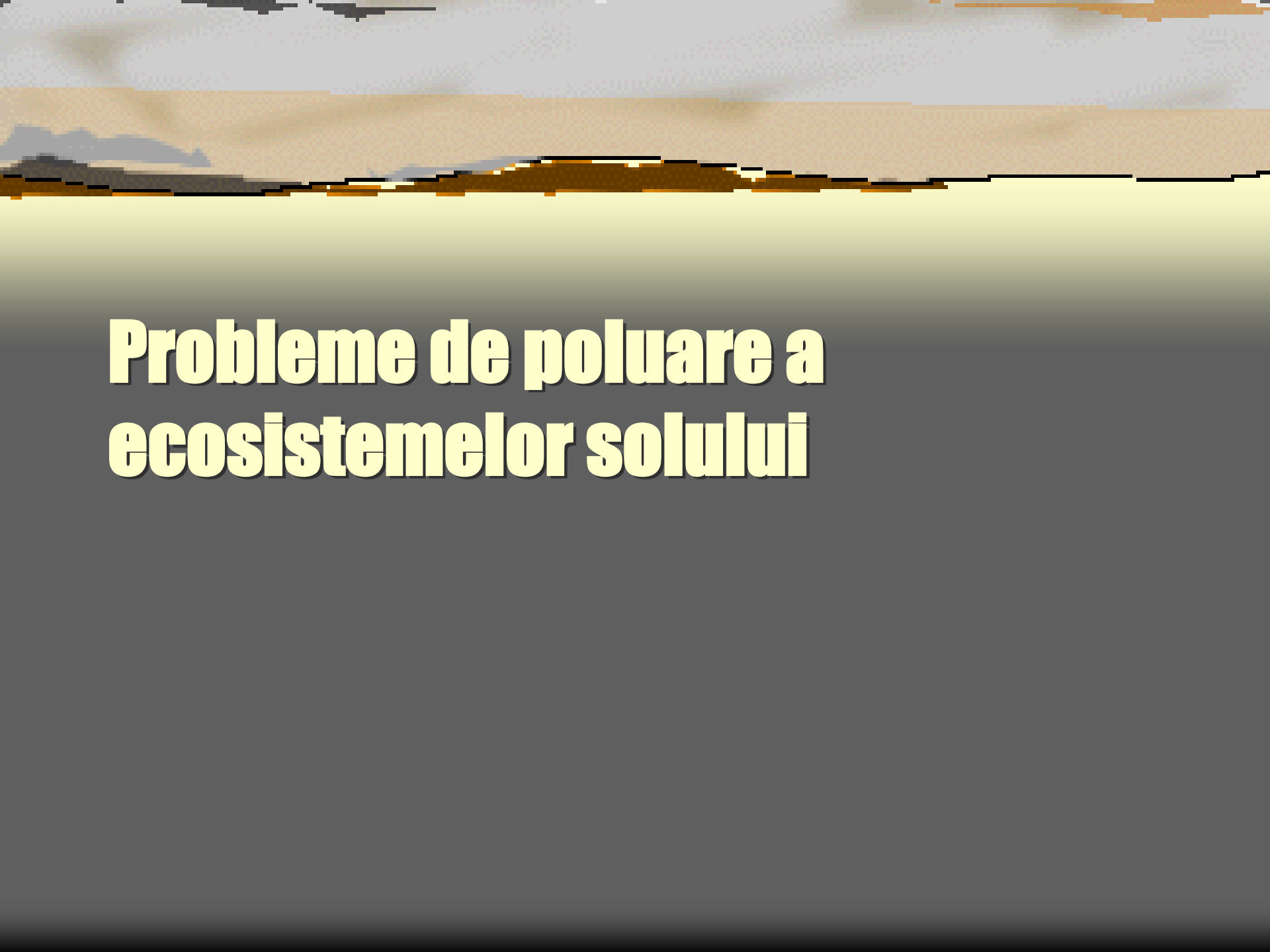


Eroziunea solului

- ⇒ Eroziunea reprezintă distrugerea și năruirea solurilor și a rocilor moi sub influența curenților de apă și a vânturilor.
- ⇒ Eroziunea înlătură de pe câmpuri substanțele biogene cu P, K, N, Ca, Mg (împreună cu apa și particulele de sol) într-o cantitate cu mult mai mare decât cea care se introduce cu îngrășămintele.
- ⇒ Productivitatea solurilor atacate de eroziune se micșorează cu 35-70 %.

Eroziune antropogenă

- ⇒ Eroziunea antropogenă se produce mult mai repede decât eroziunea naturală.
- ⇒ În urma aratului obișnuit (de-a curmezișul pantei) se distruge anual fertilitatea solului care în condiții naturale s-ar restabili în decursul a câtorva zeci de ani.
- ⇒ Una din metodele principale de luptă cu eroziunea este reținerea pe câmpuri a apelor de ploaie și a celor provenite din topirea zăpezilor.
- ⇒ Metode naturale de luptă: semănarea plantelor multianuale, învelișul vegetal îndesit, rotația culturilor.



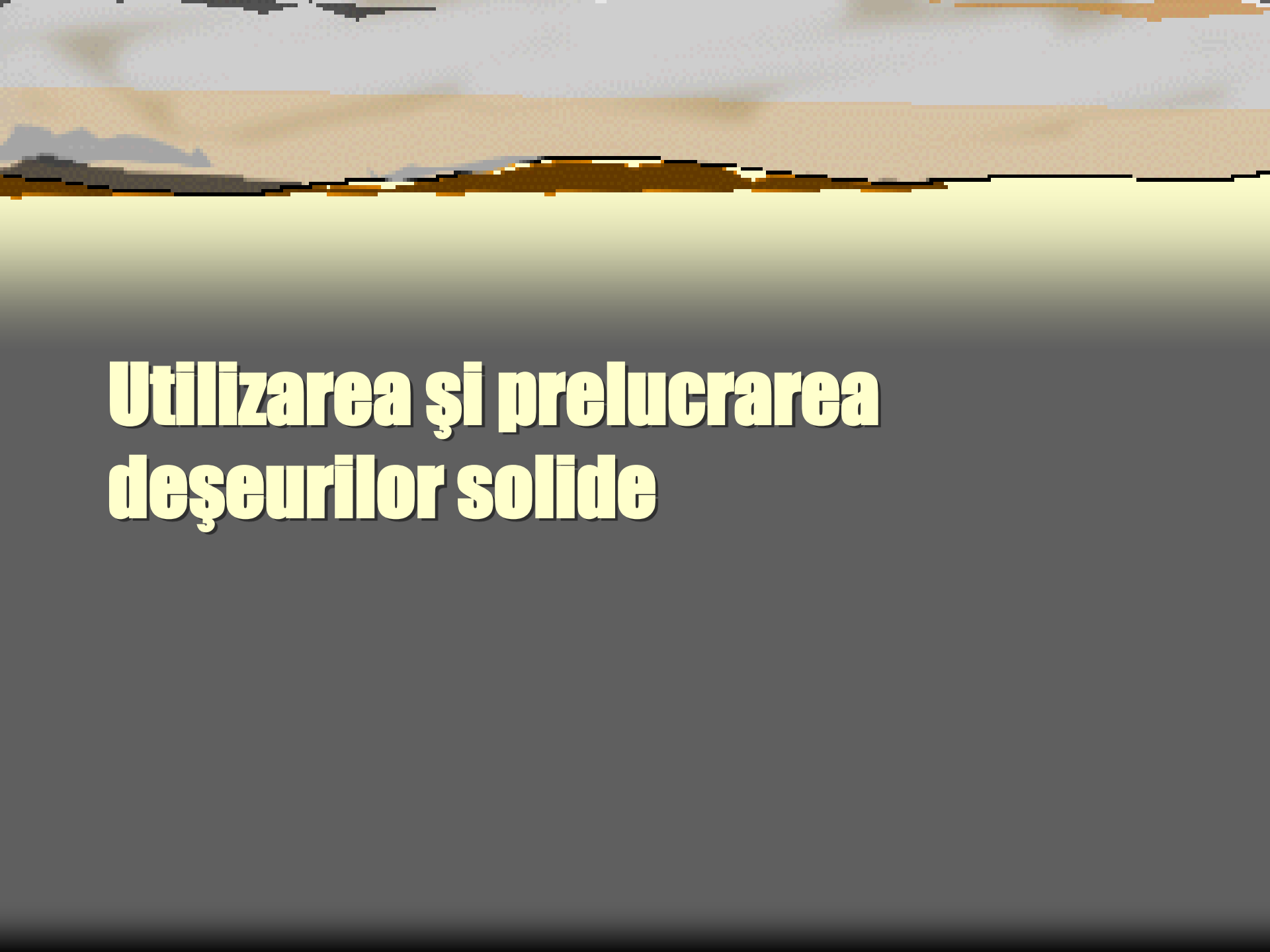
Probleme de poluare a ecosistemelor solului

Problema folosirii îngrășămintelor de azot

- ⇒ Surplusul de îngrășămintă azotoasă din sol are o acțiune negativă asupra plantelor:
 - la o doză de 150 kg/ha s-a observat culcarea semănăturilor grâului de toamnă și scăderea recoltei,
 - la doze de până la 200 kg/ha se micșorează procentul semințelor încolțite.
- ⇒ Surplusul de azot din sol se acumulează, de obicei, sub formă de nitrați:
 - deoarece solul nu absoarbe azotul sub această formă, el este ușor spălat de apele din sol,
 - circa 20-40% din acest azot ajunge în apele subterane și în bazinele de apă din apropiere.

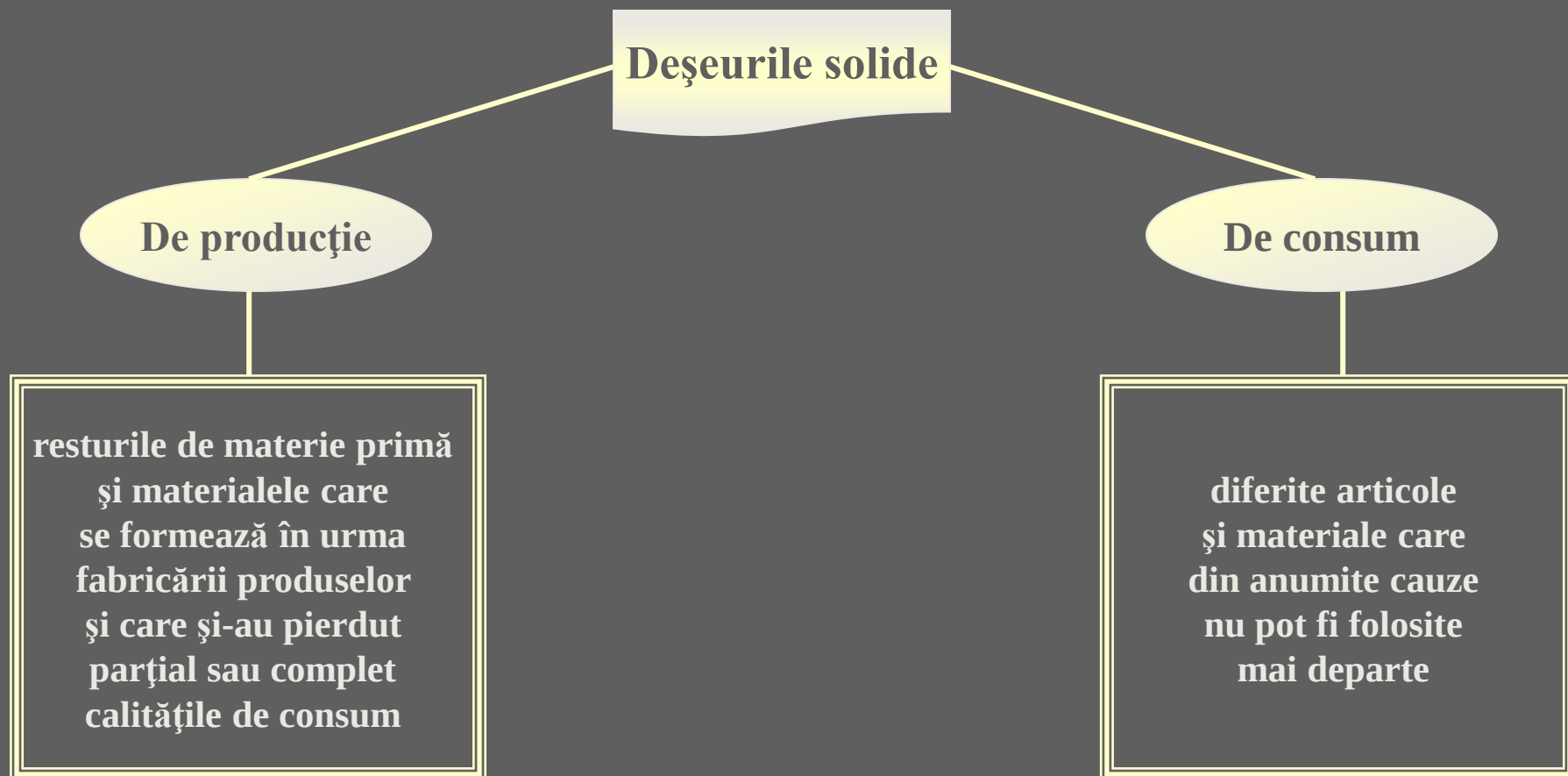
Alte probleme de poluare

- ⇒ **Îngrășămintele minerale**
 - de fosfor
 - de potasiu
 - de sulf
- ⇒ **Îngrășămintele organice**
- ⇒ **Folosirea pesticidelor**
- ⇒ **Poluarea industrială a apelor**
- ⇒ **Poluarea cu metale grele din cenușă**

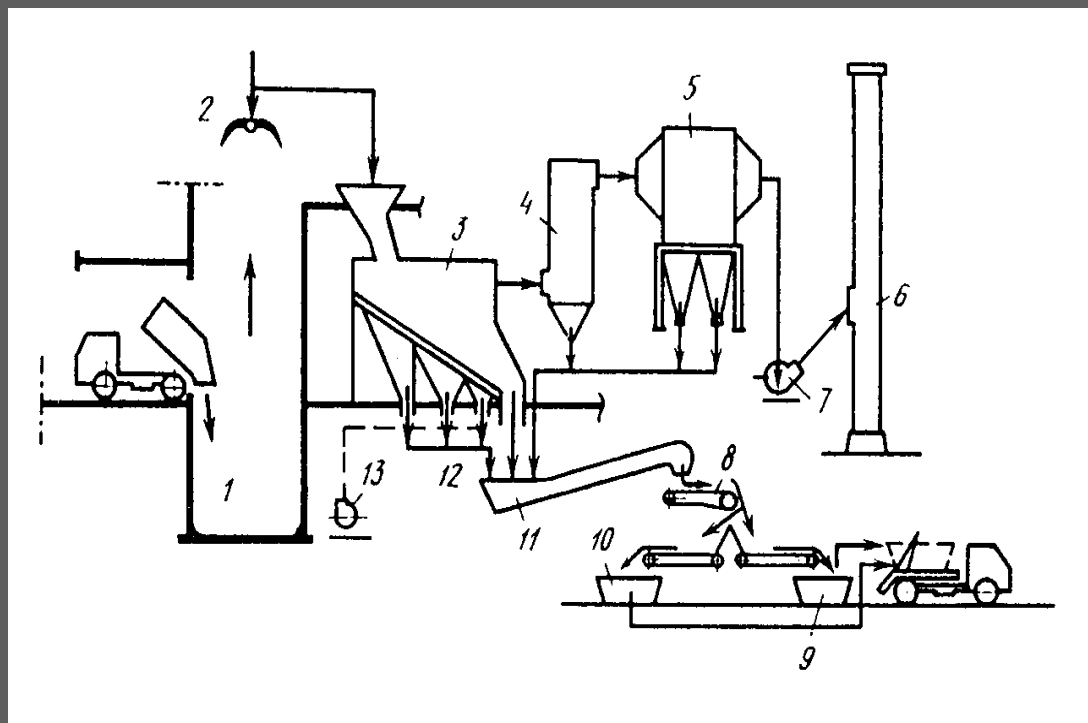


Utilizarea și prelucrarea deșeurilor solide

Deșeurile solide

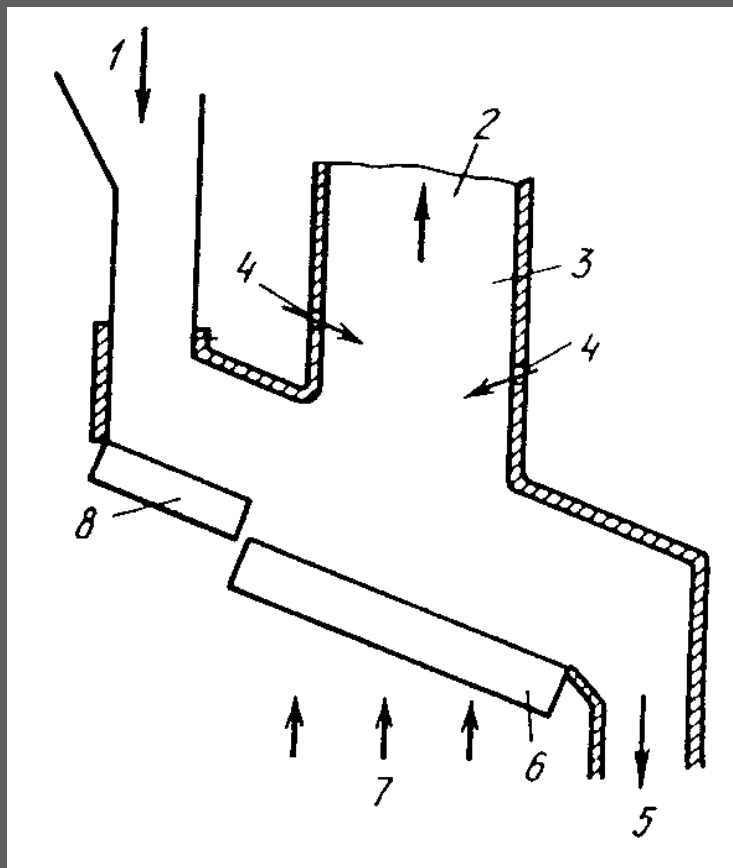


Instalația pentru incinerarea deșeurilor



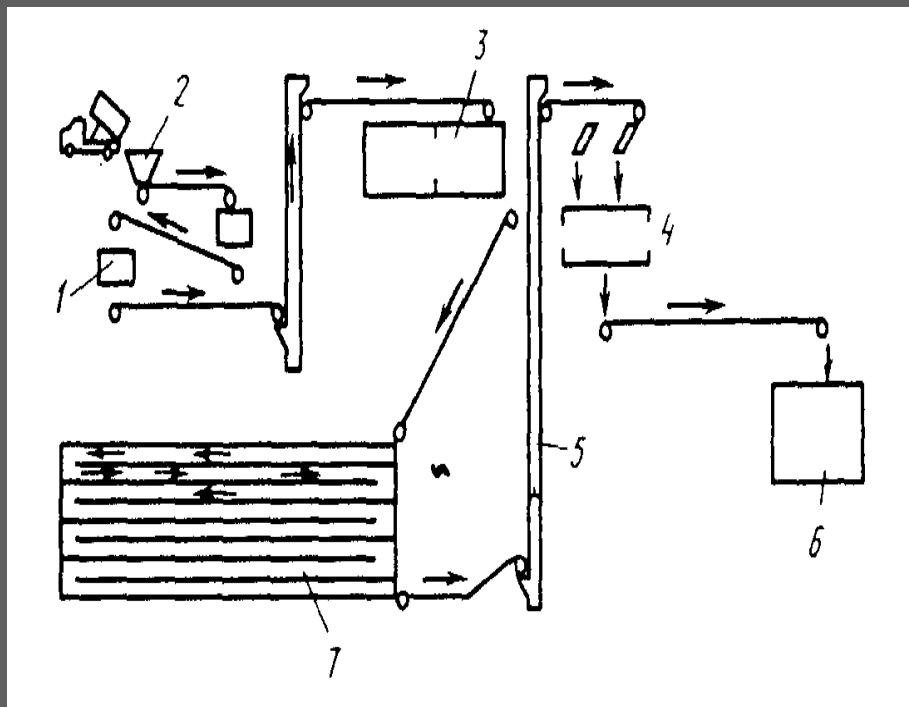
- 1 - groapă de gunoi ;
- 2 - căuș de încărcare ;
- 3 - cuptor de incinerare ;
- 4 - răcitor de fum ;
- 5 - epurare fum ;
- 6 - coș de fum ;
- 7 - compresor pentru fum ;
- 8 - separator electromagnetic ;
- 9 - acumulator de zgură ;
- 10 - acumulator de materiale cu conținut de fier ;
- 11 - răcitor de zgură ;
- 12 - descărcare zgură ;
- 13 - compresor de aer

Cuptorul de ardere



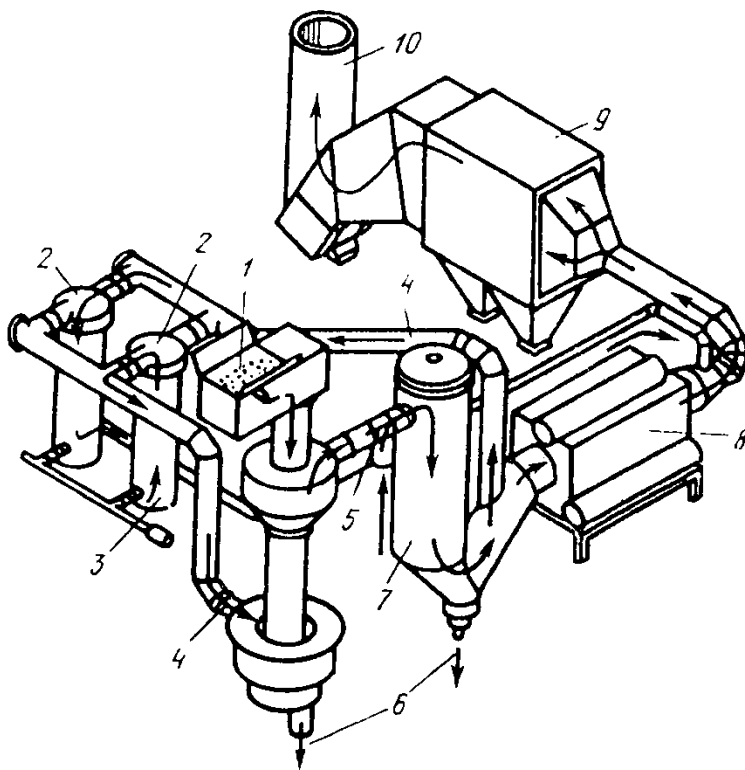
- 1 - intrare deșeuri solide ;
- 2 - fum ;
- 3 - cameră de ardere ;
- 4 - aer secundar ;
- 5 - ieșire zgură ;
- 6 - arzător ;
- 7 - aer principal ;
- 8 - suport pentru deșeuri

Prelucrarea biologică a deșeurilor solide



- 1 - dispozitiv de făcămițare ;
- 2 - deșeurii solide ;
- 3 - soluție de melasă ;
- 4 - uscător ;
- 5 - transportor ;
- 6 - presă pentru brichetare ;
- 7 - aerotanc

Piroliza deșeurilor solide



- 1 - încărcare deșeuri solide ;
- 2 - turn pentru suflarea aerului ;
- 3 - aer principal ;
- 4 - aer fierbinte ;
- 5 - aer secundar ;
- 6 - zgură ;
- 7 - camera de piroliză ;
- 8 - generator de abur ;
- 9 - epurare fum ;
- 10 - coș de fum

CONTROLUL CHIMICO-SANITAR AL SOLULUI

Controlul chimico-sanitar al solului a progresat alături de alte științe aplicative, pe baza metodelor și tehnicilor moderne. În cadrul analizei solului se îmbină metode ale analizei chimice calitative și cantitative în vederea stabilirii caracterelor esențiale ale acestui factor de mediu.

Analiza solului prevede o gamă largă de indicatori chimici și fizici care să permită o caracterizare cât mai corespunzătoare, din punct de vedere chimico-sanitar, a acestui factor de mediu, a gradului de poluare precum și a stadiului de autoepurare al solului.



Dintre indicatorii fizici se urmărește:

- temperatura;
- umiditatea;
- greutatea specifică;
- granulația;
- porozitatea;
- permeabilitatea;
- capacitatea de reținere a apei.

Indicatorii chimici care se determină mai frecvent sunt:

- pH-ul;
- nitriții;
- nitrații;
- azotul organic;
- clorurile;
- substanțele organice.

Pentru analiza chimico-sanitară probele se recoltează de la 3 adâncimi:

- 0-25 cm;
- 25-50 cm;
- 50-75 cm.

Studiul probelor recoltate de la primul nivel este cel mai important deoarece în acesta se petrec procesele biologice cele mai intense.

Probele de sol se recoltează cu cazmale sau cu sonde speciale. Recoltarea se face dintr-un singur punct și aceasta constituie proba de sol individuală, sau din mai multe puncte de pe teren constituindu-se probele de sol compuse. Această ultimă probă este cea mai indicată pentru obținerea unor rezultate concludente. Determinările se pot efectua pe solul proaspăt recoltat, umed sau pe solul uscat la 25°-30°.

Materialul recoltat trebuie curățat de impurități vegetale, de pietre, mărunțit și omogenizate.



Cunoașterea proprietăților fizice ale solului prezintă importanță din punct de vedere sanitar pentru aprecierea gradului de impurificare, a capacității solului de autopurificare, a proprietății solului de a reține sau filtra apa, de a reține impuritățile sau microorganismele.

Proprietățile fizice importante în aprecierea stării sanitare a solului sunt: temperatura, greutatea specifică, umiditatea, granulația, porozitatea, capacitatea de reținere a apei, permeabilitatea etc.

Temperatura se determină în momentul
recoltării probelor, direct în sol.

Greutatea specifică prezintă importanță practică deoarece indică indirect compoziția chimică a solului. Cu cât greutatea specifică este mai mare cu atât conținutul în substanțe organice este mai mic și invers.

Umiditatea se determină pe o probă de sol prin uscarea la 105° până la pondere constantă.

Granulația solului este determinată de existența granulelor, acestea fiind cele mai mici particule care rezistă la sfărâmarea mecanică. Aceste particule de mărimi diferite constituie faza solidă a solului. Procedeu cel mai simplu de determinare a granulației solului se realizează prin separarea particulelor prin cernere. Se mai poate determina prin sedimentare în curent de apă, prin centrifugare etc.

Prin așezarea granulelor într-un volum de sol se formează spații libere care constituie porii. Aceștia comunică între ei și asigură pătrunderea și circulația în sol a aerului și a apei. Prin porozitatea solului se înțelege deci proporția din volumul solului care nu este ocupată de particule solide. Volumul total al porilor este determinat de gradul de uniformitate al granulațiilor și de gradul de impurificare al solului.



În solurile neimpurificate, valorile porozității variază între 40-60%. Variații mai mari ale porozității se întâlnesc la straturile superficiale ale solului datorită prelucrărilor agricole și în solurile intens poluate unde se petrec procese biochimice de degradare a compușilor organici.

Analiza chimico-sanitară a solului se poate efectua pe extracte apoase de sol sau pe solul ca atare transformat în pastă. Extractele apoase se utilizează pentru determinarea sărurilor solubile și se prepară în proporții de 1:1, 1:2, 1:5 sol/apă. Cercetările au arătat că odată cu creșterea volumului dizolvantului crește și cantitatea substanțelor extrase în mediu apos. Pentru obținerea unor extracte limpezi, atunci când este necesar, clarificarea se face cu sulfat de zinc și sulfat de aluminiu, iar decolorarea se realizează cu cărbune animal.

Extractele apoase de sol nu sunt stabile, ele se alterează cu ușurință de aceea trebuie analizate imediat.

În extractul apos se determină pH-ul colorimetric sau potențimetric.

Tot în acest extract se determină clorurile alcaline, alcalinitatea solului imprimată de carbonații și bicarbonații de sodiu, potasiu și magneziu; se determină sulfatii și fosfații alcalini, clorurile de calciu și magneziu.

În extractul apos se determină azotul oxidat – respectiv azotul reprezentat prin nitriți și nitrați și azotul amoniacal.

Azotul total din sol cuprinde alături de aceste 2 forme de azot – azot oxidat și azot amoniacal – și azotul organic. Conținutul de azot total al solului variază între 0,3-0,4% putând ajunge până la 0,8%. Dozarea azotului total din sol se face pe solul ca atare prin metoda Kjeldahl, cu unele modificări în ceea ce privește catalizatorii folosiți pentru arderea rapidă a substanțelor organice și evitarea pierderilor de azot. În această metodă se realizează mineralizarea substanțelor azotate organice în prezența acidului sulfuric concentrat și a catalizatorilor – mercur metalic sau sulfat de cupru și apă oxigenată – cu trecerea azotului sub formă de sulfat de amoniu.

Sulfatul de amoniu, în mediu alcalin, prin distilare eliberează amoniac care este captat în acid sulfuric titrat. Excesul de acid se titrează cu o soluție alcalină de aceeași normalitate.

Fiecare formă de azot care constituie azotul total se poate determina prin metodele adecvate, atunci când este necesară o diferențiere a acestora în vederea precizării gradului de impurificare al solului. În aprecierea gradului de poluare al solului prezintă importanță și **conținutul de carbon organic** și cel de **cloruri**. Prezența în concentrații mari a sărurilor de amoniu, a azotaților, arată existența unui proces intens de descompunere a substanțelor organice azotate care impurifică solul.



Conținutul crescut în carbon și azot organic exprimă impurificarea solului și absența proceselor de descompunere a substanțelor organice din sol.



Prezența clorurilor în concentrații mari indică o poluare a solului cu dejecții animale.

Pentru aprecierea corectă a calității solului, a poluării sale, se coroborează datele obținute prin controlul fizico-chimic cu indicatorii bacteriologici și helmintologici.

Caracterizarea solului din punct de vedere chimico-sanitar prezintă importanță deosebită în procesul de sistematizare și dezvoltare a centrelor populate, la construirea unor lacuri de acumulare destinate aprovizionării cu apă potabilă a localităților.