



BIOTEHNOLOGII IN PROTECTIA MEDIULUI

Dr. Ing. Daniela ŞUTEU

BIBLIOGRAFIE

1. **D. Suteu, A.C. Blaga, Biotehnologii in protectia mediului, Ed. Performantica, Iasi, 2013**
- Lacramioara Istrati, Maria Harja, *Biotehnologii in protectia mediului*, Ed.Tehnica-Info Chisinau, 2006
- 2. Marian Petre, Alexandru Teodorescu, *Biotehnologia Protectiei Mediului.Vol.1*, Ed. CD Press, 2009
- 3. Marian Petre, Alexandru Teodorescu, *Biotehnologia Protectiei Mediului.Vol.2*, Ed. CD Press, 2008
- 4. Irina Volf, *Elemente de Biotehnologie si Bioremediere*, Ed. Pim, Iasi, 2007
- 5. Mihai Nicu, Daniela Suteu, *Tehnologii de tratare si valorificare a deseurilor. Vol.5. Tehnologii de digestie a deseurilor*, Ed. EcoZone, Iasi, 2009.

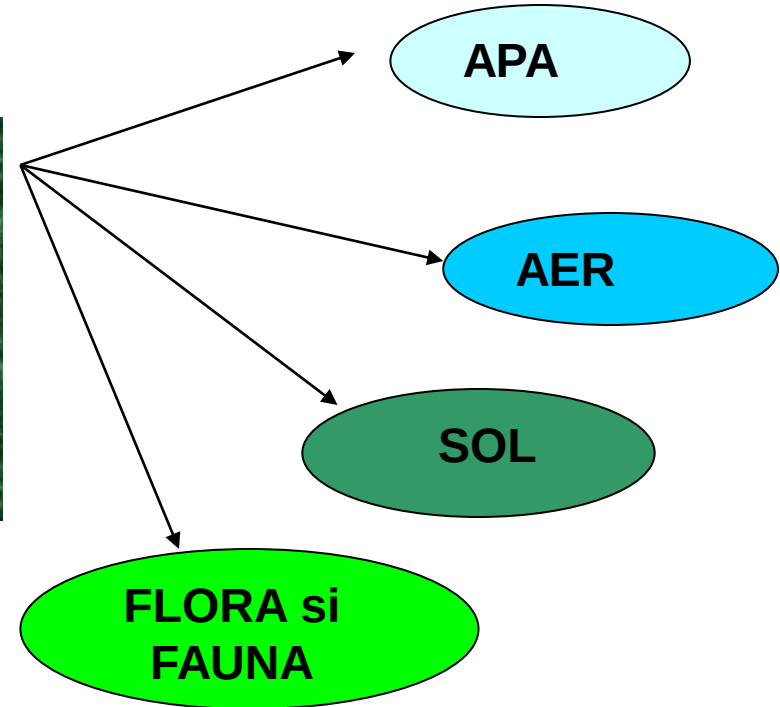
Informatii disciplina

- 2C + 2L – 14 saptamani
 - 3C – 9 saptamani (S: 1-9)
 - 4L – 7 saptamani (S: 1-7)
- Disciplina optionala: 5K
 - Colocviu - 30%
 - Laborator – 50%
 - Teme acasa (referat individual sustinut) – 20%

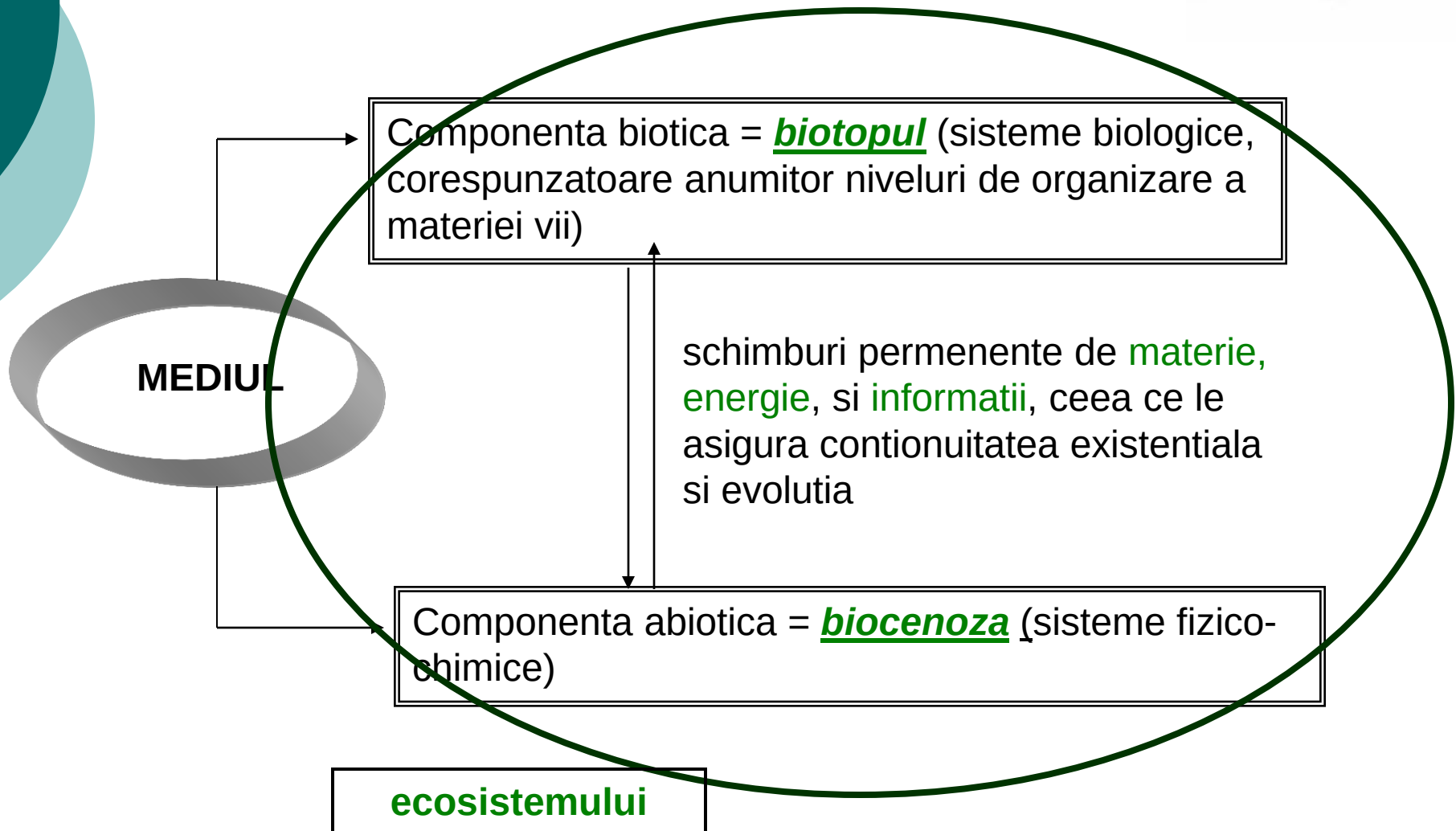
I. MEDIUL INCONJURATOR



Mediul inconjurator – ansamblul de elemente care prin complexitatea relatiilor dintre ele, constituie/asigura cadrul, mijlocul si conditiile de viata ale omului



I. MEDIUL INCONJURATOR Schimburi





I. MEDIUL INCONJURATOR

- **Mediul natural** = **NATURA** cu toate componentele sale biotice si abiotice, respectiv cu toate elementele chimice, substante organice si anorganice care se afla intr-o permanenta stare de tranzitie de la o forma la alta
- **Mediului artificial** a rezultat din actiunea factorului uman (activitate antropica) asupra mediului natural.
 - actiunea acestuia a condus la transformarea (de cele mai multe ori radicala si ireversibila a mediului natural)
 - este un subsistem al mediului natural, in care trebuie sa se integreze armonios pentru a minimiza efectele impactului antropic asupra naturii, iar evolutia ecosistemelor sa nu fie perturbata de variatii cu caracter distructiv pentru asigurarea stabilitatii si integritatii ecosferei

II. POLUAREA MEDIULUI

II.1. Poluare. Poluanti si surse de poluanti



➤ **Poluarea** reprezinta introducerea de catre om in mediu, direct sau indirect, a unor substante cu efecte vatamatoare, care pot pune in pericol sanatatea omului, sa prejudicieze sursele biologice, ecosistemele si proprietatea materiala, sa diminueze binefacerile sau sa impiedice alte utilizari ale mediului

- determina schimbarea aspectului naturii prin modificarea peisajului solului, florei, faunei si aerului
- chiar dacă uneori este un rezultat al cauzelor naturale cum ar fi erupțiile vulcanice, cea mai mare parte a substanțelor poluante provine din activitățile umane

II. POLUAREA MEDIULUI

II.1. Poluare. Poluanti si surse de poluanti



Poluant - reprezinta:

- **factori fizici** (radiatii electromagnetice, ionizante, termice, fonice),
- **chimici** (substante organice si anorganice) sau
- **biologici** (toxine virale, bacteriene, fungice)
- care **afecteaza direct sau indirect sistemele biologice**, provocand efecte nocive asupra starii de sanatate a acestora.
- ***poluant ≠ toxic***:
 - un poluant nu are intotdeauna un efect toxic, care sa afecteze starea de sanatate a unui sistem biologic



II. POLUAREA MEDIULUI

II.1. Poluare. Poluanti si surse de poluanti

- **toxic** – orice factor de natura fizica, chimica sau biologica a carui tendinta este de a perturba evolutia unui sistem biologic, precum si echilibrul acestuia cu mediul natural in care este integrat.
- Notiunea de **toxic** este asociata indispensabil cu cea de **doza** sau **concentratie**.
 - orice poluant a carui doza sau concentratie depaseste nivelurile maxime naturale, normale, poate fi considerat toxic

II. POLUAREA MEDIULUI

II.1. Poluare. Poluanti si surse de poluanti



Criterii de clasificare a poluantilor toxici

- **in functie de provenienta:**
 - Substante toxice (S.t.) minerale
 - Substante toxice vegetale
 - Substante toxice animale
 - Substante toxice microbiene
 - Substante toxice de sinteza
- **in functie de starea de agregare:**
 - S.t. gazoase
 - S.t. lichide
 - S.t. solide
- **in functie de compozitia chimica**
 - S.t. anorganice
 - S.t. organice

II. POLUAREA MEDIULUI

II.1. Poluare. Poluanți și surse de poluanți



- **in functie de proprietatile fizice si analitice:**
 - S.t. solubile/insolubile in apa
 - S.t. solubile/insolubile in solventi organici/anorganici
 - S.t. reactive/inerte fata de reactivi
- **in functie de modul de biodegradare:**
 - **poluanți biodegradabili** - substanțe (apa menajeră, deseuri organice), care se descompun într-un proces natural. Devin o problemă când se acumulează mai rapid decât pot să se descompună.
 - **poluanții nondegradabili** - materiale ce nu se descompun sau se descompun foarte lent în mediul natural.



II. POLUAREA MEDIULUI

II.1. Poluare. Poluanti si surse de poluanti

- functie de **provenienta** se disting:
 - reziduuri proprii activitatii fiziologice a speciei umane (reziduuri menajere, dejectii naturale, cadavre);
 - reziduuri rezultate din activitatea socio- economica a societatii umane (industrie, agricultura, transporturi, comert, etc.);
 - reziduuri din activitati specifice conditiilor de contact (imbracaminte, mobila, aparate casnice, sapunuri si detergenti, medicamente, produse cosmetice, chimicale, ambalaje)
- in functie de **natura agentilor poluanti**:
 - **Poluare chimica** (pesticide, petrol, metale, substante organice sau anorganice, etc.)
 - **Poluare fizica** (caldura, radiatii ionizante, zgomote, etc.)
 - **Poluare biologica** (diferiti agenti patogeni, virusi, bacterii)

II. POLUAREA MEDIULUI

II.1. Poluare. Poluanti si surse de poluanti



- In functie de **originea surselor** avem:
 - **Poluanti de origine menajera** (ape uzate si deseuri menajere)
 - **Poluanti de origine industrială** (efluenti sub forma lichida sau gazoasa care se constituie in ape uzate cu incarcatura organica, minerala sau termica)
 - **Poluanti de origine agricola** (ape rezultate din spalarea suprafetelor tratate cu ingrasaminte chimice, pesticide sau ierbicide, efluentii de la complexe zootehnice)
- In functie de **natura vectorului care asigura migrarea agentilor poluanti**:
 - Poluarea aerului atmosferic
 - Poluarea solului
 - Poluarea apelor de suprafata si marine

II. POLUAREA MEDIULUI

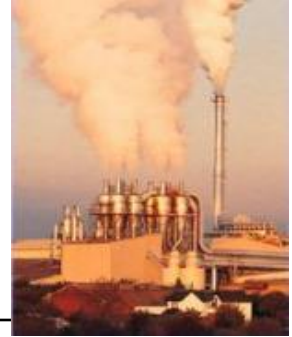
II.1. Poluare. Poluanti si surse de poluanti



- Cauze ale degradarii mediului inconjurator:
 - Defrisari
 - **Accelerarea consumului de resurse materiale si energetice**
 - Intensificarea exploatarii solului
 - Saracirea fondului genetic prin crearea unor organisme specializate pentru anumite produse
 - Introducerea de specii noi
 - Intensificarea poluarii mediului
 - Extinderea mediilor artificiale si intensificarea proceselor energofage in intreaga activitate umana
 - Afectarea ciclurilor biogeochimice
 - Modificari climatice la nivel global
 - **Activitatea industrială ----- desuri si noxe**
 - **Transporturile**

II. POLUAREA MEDIULUI

II.2. Poluarea atmosferei

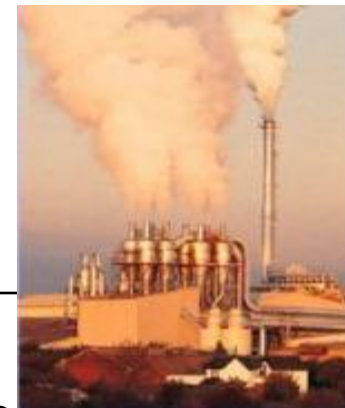


Atmosfera

- invelisul gazos, fara o limita superioara bine definita, care inconjoara Terra si care detine un rol esential in cadrul ecosferei, fiind unul din factorii indispensabili ai existentei vietii
- influenteaza starea de sanatate a mediului ambiental si dezvoltarea vietii prin:
 - proprietati fizice: temperatura, umiditate, presiune, curenti de aer, radiatii, etc.
 - compozitie chimica:
 - *oxigenul*-indispensabil respiratiei tuturor organismelor aerobe, oxidarea fiind principala sursa de energie in realizarea proceselor vitale
 - *dioxidul de carbon* (pentru asimilatia clorofiliana)
 - *azotul* este prezent in atmosfera in cantitati foarte mari dar in forme inaccesibile plantelor si animalelor.

II. POLUAREA MEDIULUI

II.2. Poluarea atmosferei



- o mica parte din azotul atmosferic poate fi fixat de o serie de specii bacteriene, contribuind la imbogatirea solului in azot combinat pe cale naturala

Poluantii din aer

substante prezente in compozitia normala a aerului care, in functie de concentratie si timp de actiune exercita un efect nociv asupra sanatatii mediului si implicit a omului

substante eliberate in atmosfera, ca urmare a prezentei omului si a activitatii sale, si care depasesc nivelurile admisibile

II. POLUAREA MEDIULUI

II.2. Poluarea atmosferei



Pot fi:

1. Aerosoli = suspensii ale caror **particule solide** sau lichide au **dimensiune de $100 - 0,001 \mu\text{m}$** .

- sunt importante dpdv medical, suspensiile cu particule mai mari de 10μ deoarece se retin, in decursul respiratiei, in caile respiratorii superioare si se elimina repede din plamani

1.

II. POLUAREA MEDIULUI

II.2. Poluarea atmosferei

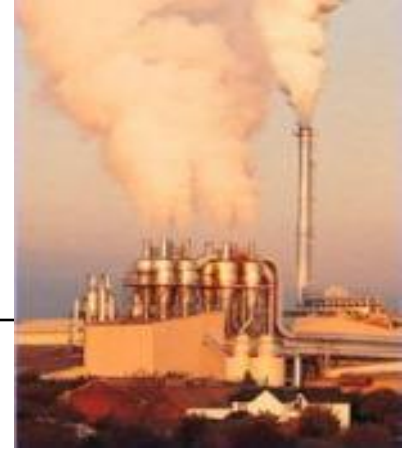


Din punct de vedere al starii de agregare pot fi:

- **solizi** – pulberi diverse din punct de vedere al dimensiunilor si compozitiei chimice, nocivitatea lor fiind apreciata pe baza caracteristicilor cantitative si calitative. Pulberile pot fi:
 - toxice, care determina manifestari patologice specifice actiunii substantei toxice componente
 - pulberi neto
- - **lichizi** – vapori condensati in atmosfera sau dizolvati in aerosolii cu vapori de apa, sub forma de ceata (ceata acida)

II. POLUAREA MEDIULUI

II.2. Poluarea atmosferei



2. *Gaze si vapori toxici*

- foarte diversificati din punct de vedere al compozitiei chimice.
- prezinta stabilitate mare in atmosfera, putere de difuzie deosebita.
- caracteristicile depind de parametrii fizici ai atmosferei (o crestere a temperaturii poate mari volatilitatea substantei poluante, iar scaderea ei poate duce la condensarea si trecerea din stare gazoasa in cea de aerosol).
- efectul provocat de poluantii gazosi depinde de:
 - natura chimica a substantei
 - concentratie
 - timp de actiune

II. POLUAREA MEDIULUI

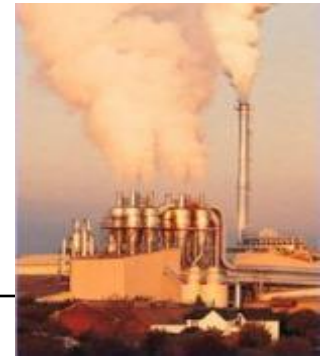
II.3. Poluarea atmosferei



- in atmosfera poluantii gazosi pot reactiona chimic:
 - cu constituentii atmosferici
 - cu alte substante poluante
- ducand la aparitia de substante noi cu grad de toxicitate mai mare sau mai mic asupra mediului
- pot da frecvent *reactii de oxidare fotochimica* datorita prezentei radiatiilor ultraviolete [$\text{SO}_2 \rightarrow \text{SO}_3$ cu formarea aerosolilor de $\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$ sulfati (acizi)], reactii care sunt responsabile de formarea smogului fotochimic oxidant, produs de gazele de esapament auto
- o problema deosebit de importanta este **dispersia poluantilor in atmosfera** - fenomen complex care depinde de:

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea atmosferei



- tipul poluantilor: pasivi sau nu
- conditii de difuzie (teren plat sau relief complex)
- mediul de difuzie (urban sau rural)
- producerea sau nu de transformari asupra poluantilor
- fenomenele care se produc in interiorul stratului limita atmosferic (SLA): turbulente, stratificarea aerului, parametri meteorologici)
- se analizeaza in principal efectul a doua procese:
 - dispersia propriu-zisa sub efectul vantului si a altor parametri meteorologici;
 - dispersia poluantilor in atmosfera, ca proces complex, care depinde nu numai de factori meteorologici, dar si de cei geografici, de specificul sursei.

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea atmosferei



- dispersia poluantilor in atmosfera depinde de o serie de factori care actioneaza simultan:
 - ***factori meteorologici***
 - caracterizeaza mediul aerian in care se produce emisia
 - determina imprastierea pe orizontala si verticala a poluantilor
 - ***factori care caracterizeaza sursa :***
 - inaltimea fizica a cosului de evacuare,
 - diametrul la varful acestuia,
 - viteza si temperatura de evacuare a gazelor,
 - cantitatea de poluant evacuat in unitate de timp,
 - proprietatile fizico-chimice ale poluantului

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea atmosferei



- **Cai de poluare a atmosferei:**
 - Modificarea compozitiei aerului
 - **Dispersarea efluentilor poluanti in functie de masa lor moleculara**
 - **Depunerea unor particule de poluanti provenite de la cosurile fabricilor**
 - **Eliberarea in atmosfera a unor produse proveniti din: termocentrale (cenusa, zgura, gaze toxice, gudroane, funingine, acizi organici), reziduuri din industria siderurgica, metalurgica, de ciment, chimica**

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea atmosferei

Surse de poluare a atmosferei



- in functie de origine:

- **surse naturale:**

- nu provoaca, decat in mod exceptional, efecte importante asupra atmosferei
 - *omul si animalele* - prin procese fiziologice elibereaza CO_2 , virusi, etc.
 - *plantele* - prin fungi, polen, substante organice si anorganice;
 - *solul* - virusi, pulberi rezultate in urma eroziunii;
 - *apa* (maritina, in special) - prin incarcarea cu aerosoli care contin saruri
 - *descompunerea materiilor organice vegetale si animale* - CH_4 , H_2S , NH_3 ;
 - *vulcanism* prin cenusa si diferiti compusi cu sulf, azot si carbon;

II. POLUAREA MEDIULUI

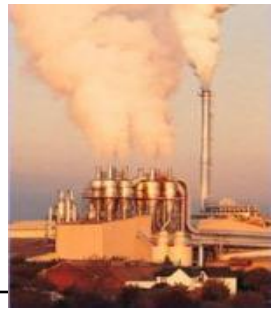
II.3. Poluarea atmosferei



- *incendiile masei vegetale* – prin cenusa, oxizi anorganici;
- *radioactivitatea terestra si cosmica* – prin radionuclizi emisi de roci (^{226}Ra , ^{228}Ra) sau de provenienta cosmica (^{10}Be , ^{36}Cl , ^{14}C , ^3H , ^{22}Na , etc.);
- *descarcările electrice* – prin ozon;
- *furtuni de praf si nisip* – prin pulberi
- ***surse artificiale (antropice)***
 - afecteaza in cel mai mare grad sanatatea intregii planete
 - sunt rezultatul activitatilor industriale in special, efectuate de catre om si vizand exploatarea intensa si rapida a resurselor naturale ale pamantului
 - in functie de mobilitatea poluantilor gazosi pot fi:

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea atmosferei



- sursele stationare, cuprind:
 - *procesele de combustie* pentru producerea de energie termica sau electrica; se utilizeaza in principal combustibili fosili (carbuni, petrol, gaze naturale), energia atomica
 - instalatiile de incinerare a deseurilor urbane, datorita varietatii chimice a materialelor supuse incinerarii.
 - arderea cu flacara libera a deseurilor conduce la emisia de poluanti gazosi sub forma de suspensii de cenusa si fum, amestecuri de oxizi de carbon si azot, hidrocarburi si acizi organici

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea atmosferei



- *procesele industriale*, prezinta surse importante de poluare datorita unei varietati foarte mari de poluanti care pot fi emisi;
 - din punct de vedere al volumului total de poluanti, de teritoriile afectate sunt mai putin poluante decat procesele de combustie sau sursele mobile de poluare
 - volumul si compozitia chimica a emisiilor poluante variaza in functie de profilul industrial, de complexitatea proceselor tehnologice, eficienta sistemelor de epurare:
 - metalurgia primara feroasa: pulberi care contin Fe, SO_x , NO_x , COV)
 - metalurgia neferoasa: pulberi cu un continut de metale grele (Pb, Cd, Zn), fluoruri, oxizi de sulf, carbon si azot
 - industria materialelor de constructii: pulberi, CO_2 , CO, NO_x , SO_x , F

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea atmosferei



- sursele mobile: mijloace de transport rutier, feroviar, aerian si maritim.
 - primul loc il ocupa transportul auto deoarece eliminarea gazelor de esapament se efectueaza foarte aproape de sol
→ concentratii foarte ridicate la inaltimi foarte reduse si de asemenea, emisiile se produc pe intreaga suprafata a zonei de emisie
 - volumul, compozitia chimica si concentratia gazelor de esapament depind de tipul de autovehicul, de natura combustibilului folosit si de conditiile tehnice de functionare
 - cele mai importante substante eliminate in atmosfera prin intermediul gazelor de esapament sunt: CO_2 , oxizi de azot, hidrocarburi, suspensii din particule de carbon, plumb
 - vegetatia arboricola este un factor purificator important al atmosferei (un hectar de padure de fag poate fixa 68 t de pulberi)

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea solului



Este consecinta:

- aplicarii unor metode si procedee necorespunzatoare privind gestionarea (evacuare, depozitare) deseurilor (sau reziduuri lichide si solide) rezultate din activitati antropice (industriale, agrozootehnice, menajere) sau ca urmare a unor activitati agro-industriale

○ Tipuri de poluare a solului:

- **Dupa natura poluantilor**

- **Fizica**: termica (ape sau afluenti calzi sau reci); radioactiva; poluarea cu materiale minerale sau organice
- **Chimica**:
 - poluare cu substante minerale (acizi, baze, saruri, metale grele)
 - poluare cu substante organice naturale si sintetice (hidrocarburi, compusi halogenati, pesticide si compusi organici volatili, solventi)
- **Biologica**: cu germeni patogeni: microorganisme, virusi, bacterii

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea solului



○ **Dupa originea :**

- Poluare punctiforma sau locala, datorata deversarii si depozitarii necontrolate a unor substante poluante, a exploatarei defectuoase a instalatiilor de extractie a apelor subterane
- Poluare liniara, inregistrata de-a lungul soselelor, cailor ferate, cursurilor de apa, canalelor de evacuare a apelor uzate
- Poluare difuza rezultata in urma aplicarii ingrasamintelor si poduselor fitosanitare

○ **Dupa caracter:**

- Permanent – de exemplu prin administrarea inadecvata a ingrasamintelor sau depozitarea necontrolata a unor deseuri
- Accidental – de exemplu prin spargerea unor conducte de transport hidrocarburi sau ape uzate

II. POLUAREA MEDIULUI

II3. Poluarea solului



- Dupa **provenienta poluantilor**:
 - Poluare cu reziduuri menajere si animaliere
 - **Poluarea industrială**
 - Detine ponderea principala si contribuie la raspandirea pe sol a unor produse chimici toxici care pot fi concentrati de diferite organisme, pe toata lungimea lanturilor trofice
 - Se estimeaza ca peste 50% din materiile prime utilizate in industrie contribuie la aparitia deseurilor industriale din care 15% au actiune toxica asupra organismului uman
 - Determina degradarea avansata a solului (reziduuri din industria miniera, siderurgica, metalurgica, petrochimica)

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea solului



Poluarea cu substante chimice utilizate in agricultura

- contribuie la acumularea de substante (preponderent organice) care sunt descompuse sau biodegradate in sol
- ingrasamintele chimice de sinteza, biostimulatorii, pesticidele, sunt metabolizate, total sau partial de catre microorganismele din sol. Aceste substante sunt treptat, degradate in compusi intermediari sau finali, care ulterior, se disperseaza in straturile profunde ale solului.
- alti compusi (cum sunt cei ai plumbului, ai mercurului sau sarurile acidului arsenic) se descompun greu si au tendinta acumulare in sol
- insecticidele organo-clorurate se descompun greu in produsi intermediari care raman in sol o perioada indelungata si care uneori pot avea o actiune toxica mai puternica sau mai slaba decat compusii initiali.

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea solului



- **Poluarea prin eroziune si alunecari:**
 - consecinta folosirii unor sisteme nerationale in agricultura, a defisarii abuzive
 - determina :
 - colmatarea raurilor, lacurilor, bazinelor de acumulare, soselelor, terenurilor din aval;
 - eutrofizarea lacurilor;
 - disparitia vegetatiei naturale si cultivate;
 - degradarea pana la desertificare;
 - pierderea de sol si a fertilitatii intrinseci (indepartarea unei cantitati insemnate de materie organica si elemente nutritive);
 - poluarea apelor.

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea solului



- afectează suprafețe ale uscatului astfel:
 - 31% eroziune prin apă și
 - 34% eroziune prin vânt
- ceea ce duce la îndepărtarea anuală a 60 mld tone de sol de pe o suprafață de 430 mi.ha
- **Funcțiile depoluante ale solului**
 - solul este o **matrice tridimensională** formată din faze solide, lichide și gazoase care primesc periodic apă, respectiv oxigen prin intermediul precipitațiilor, substanțelor organice bogate în carbon și azot, în special din resturile vegetale și animale

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea solului



- Solul are **trei functii** mai importante:
 - Functia agricola si silvica – substrat nutritiv pentru cresterea si dezvoltarea plantelor, care asigura productia de biomasa vegetala care se reinnoieste anual
 - Functia de protectie si rezerva genetica – asigura supravietuirea si mentinerea diversitatii organismelor din sol (plante, animale si microorganisme)
 - Functia de absorbtie, filtrare si de transformare → deriva **functiile depoluante ale solului**:

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea solului



- **functia de absorbtie** ("tampon")– capacitatea acvifera a solului de retinere temporara a apei si de disponibilizare a acesteia spre plante sau de eliberare in atmosfera sau ape freatic. In zonele montane asigura reglarea hidrologica si protectia impotriva fenomenelor de eroziune
- **functia de filtrare:**
 - indepartarea mecanica a particulelor unor substante poluante, aflate in suspensii si deci de epurare a apelor freatic
 - filtrarea diferitor substante toxice anorganice, metale grele, prin intermediul unor reactii fizico-chimice care blocheaza migrarea lor in apa freatica potabila
- **functia de transformare:** biodegradarea substantelor toxice organice prin actiunea microorganismelor telurice si neutralizarea lor partiala sau totala

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea solului



Autopurificarea solului

- Este o cale naturala de mentinere a stabilitatii ecosistemelor terestre atunci cand se produce o poluare masiva cu substante chimice
- O serie de substante organice poluante acumulate in sol, nu pot persista un timp indelungat datorita capacitatii ridicate a acestuia de a le degrada si transforma cu ajutorul microorganismelor.
 - aceasta descompunere si transformare in materiale minerale contribuie la realizarea unui ciclu natural al elementelor chimice (sol-plante/ animale/ organism uman – forma organica in sol)
- Functie de cantitatea de substante organice, de structura si proprietatile fizico-chimice ale solului si de o serie de factori meteorologici, procesele de descompunere a poluantilor organici pot decurge prin doua tipuri de procese, care practic se desfasoara, de regula, succesiv:

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea solului



- Procese anaerobe – in cazul unei poluari intense si a unui sol slab aerat. Ele evolueaza catre procese aerobe. In urma acestor procese nu se realizeaza o descompunere totala a substantelor organice ci se obtin o serie de compusi intermediari
- Procese aerobe - determina descompunerea totala a poluantilor organici
- Aceste doua tipuri de procese se realizeaza prin intermediul unor specii de microorganisme: strict aerobe sau strict anaerobe, dar cele mai multe sunt insa aerobe si facultativ anaerobe.
- Substantele organice sunt descompuse pe baza unor cicluri diferite in functie de compozitia lor chimica:
 - **Glucidele** se descompun initial in glucoza si apoi trec in CO_2 si H_2O . Intermediar se obtine acid gluconic, oxalic, fumaric, succinic (descompunere aeroba si acetona, acid acetic, butiric, lactic, propionic (descompunere anaeroba))

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea solului



- **Lipidele** sunt descompuse initial in glicerina si acizi grasi, iar in a doua faza in CO_2 si H_2O .
 - Acizii grasi sunt mult mai recalcitranti, ei se acumuleaza in sol fie ca atare sau sub forma unor produse intermediari degradandu-se foarte lent
- **Proteinele** sunt descompuse, intr-o prima etapa, in polipeptide, iar ulterior sub influenta unor coenzime (proteineaze, peptidaze) sunt transformate in aminoacizi, care mai departe sunt descompusi pana la amoniac
 - amoniacul participa la un proces de mineralizare: oxidare sub forma de nitriti si a nitritilor in nitrati.
 - procesul este similar si pentru elementele sulf si fosfor, in sensul descompunerii pana la H_2S si hidrogen fosforat urmata de mineralizarea la sulfati, respectiv fosfati

II. POLUAREA MEDIULUI

II.3. Poluarea solului



- In conditii de anaerobioza pot aparea si procese inverse, de reducere, cu formare de NH_3 , H_2S , H_3P , procesul de descompunere pornind de la azotati, respectiv sulfati si fosfati
- Azotul rezultat din mineralizarea substantelor proteice poate fi preluat in sol sub forma de azot organic teluric, necesar cresterii plantelor

☞ Prin intermediul procesului de autopurificare se realizeaza:

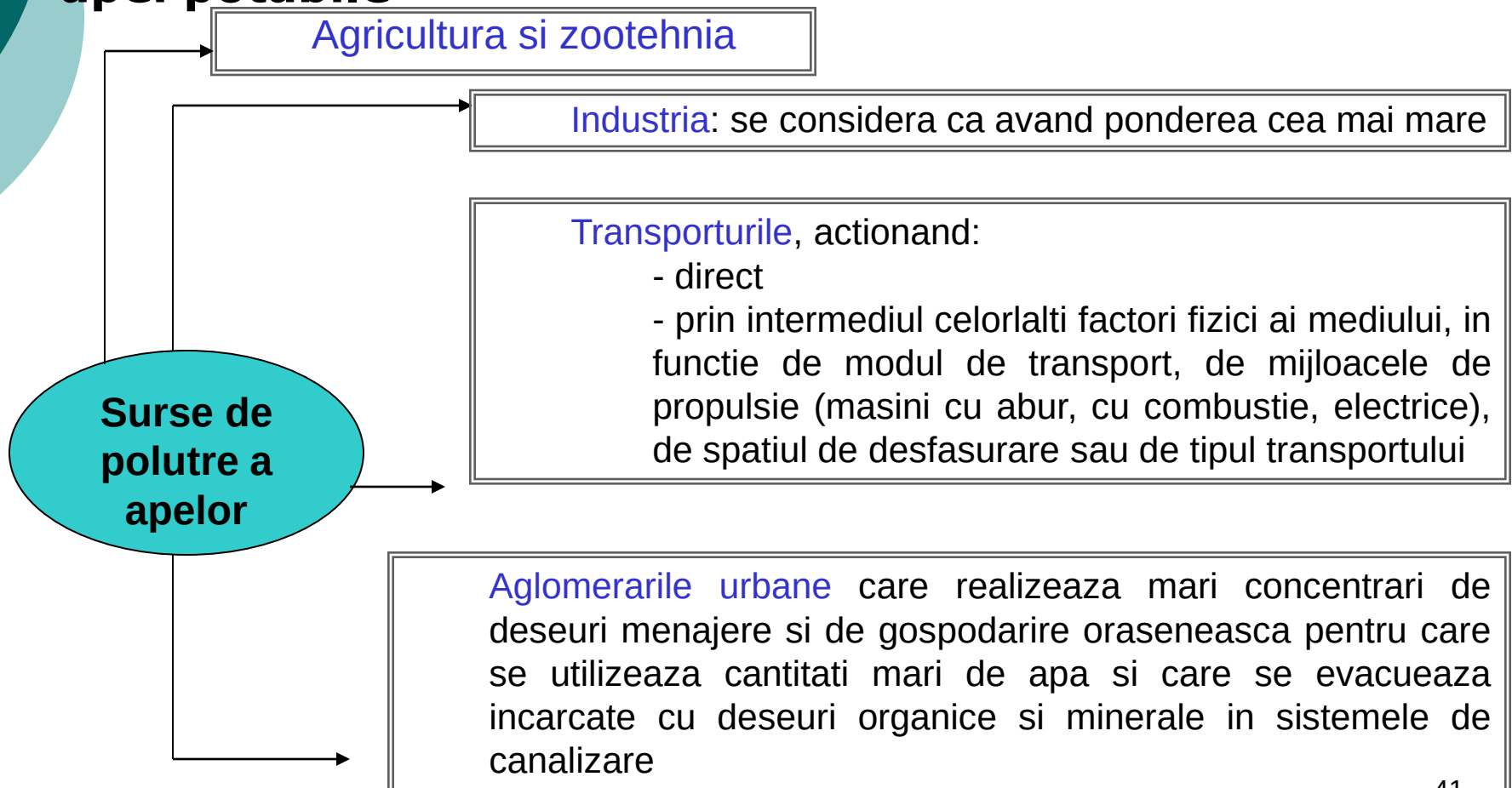
- Eliminarea substantelor poluante din sol
- Imbogatirea solului in substante usor asimilabile pentru flora terestra si fauna substerana

II. POLUAREA MEDIULUI

II.5. Poluarea apelor



Poluarea tot mai accentuata a apelor → **criza** generala a **apei potabile**



II. POLUAREA MEDIULUI

II.5. Poluarea apelor



II. POLUAREA MEDIULUI

II.5. Poluarea apelor



Dupa **natura** poluantilor, poluarea poate fi :

Poluarea fizica

Poluarea cu particule solide insolubile, antrenabile de ape si sedimentabile in anumite zone cu viteze mici

- o serie de particule solide (inerte din punct de vedere chimic si biologic) provin din eroziunea solurilor (lucrari agrotehnice necorespunzatoare, defrisarea padurilor, cariere de extractie a materialelor, etc.)
- Poluarea termica – datorita efluentilor fierbinti/calzi, proveniti de la instalatiile industriale sau de la centralele termoelectrice
 - scaderea cantitatii de oxigen dizolvat
 - modificarea factorilor abiotici care afecteaza toate nivelurile trofice → efecte nocive asupra faunei si florei acvatice
 - in apele fierbinti de la centrale termo- si atomo-electrice (80-120^o) sunt distribuite numeroase specii de bacterii saprofite la densitati de milioane/mL apa. Amestecarea acestor ape cu ape reziduale (industriale, fecaloide sau menajere) **stimuleaza inmultirea rapida a bacteriilor patogene**, in special a celor din familia enterobacteriaceelor producatoare de dezinterie, holera

II. POLUAREA MEDIULUI

II.5. Poluarea apelor



○ *Poluarea chimica*

- Se poate produce in mod accidental, si se datoreaza :
 - Deseurilor menajere: materii organice putrescibile compuse din glucide, protide, lipide, aminoacizi, acizi grasi, esteri, detergenti anionici, amine, amide, zaharuri, saruri anorganice dizolvate
 - Activitatatilor industriale – sursa cea mai importanta de reziduuri organice si anorganice
 - Activitatatilor agrozootehnice – reziduuri animaliere, produsi de eroziune a solurilor, ingrasaminte naturale si sintetice, saruri anorganice, substante minerale rezultate din irigari, pesticide, biostimulatori, antibiotice

II. POLUAREA MEDIULUI

II.5. Poluarea apelor



Dintre poluantii chimici, mai frecventi pot fi amintiti:

- Nitratii si nitritii – cu efect direct in formarea neoplasmelor, ca urmare a combinarii lor cu o serie de amine si a formarii de nitrozamine cu efecte puternic cancerigene
- Compusi fosforici – dau simptome acute de ameteala, dispnee, bronsite, edem pulmonar, convulsii, iar la o doza de peste 60ppm devin letali, blocand sistemul nervos central
- Mercur – provenit din scoarta terestra unde se gaseste sub forma de sulfati si cloruri, din uzine constructoare de instrumente de precizie (termometre, barometre, manometre) sau de la instalatii electrice (comutatoare, intrerupatoare, bterii, redresori)
- Plumb – provine din surse naturale: (pulberi de silicati, aerosoli halogenati vulcanici, fum de la incendiarea padurilor), din centre de extractie si prelucrare a minereurilor, din zonele unde au loc procese radioactive naturale, dar si ca urmare a activitatilor industriale, transporturi (gaze de esapament)
- Hidrocaburi – de la rafinarii si sonde de forare
- Detergenti – reduc capacitatea de oxigenare a apelor
- Pesticide

II. POLUAREA MEDIULUI

II.5. Poluarea apelor



○ **Factori care contribuie la poluarea chimica a apei:**

- Factori demografici: poluarea este direct proportionala cu densitatea populatiei
- Factori urbanistici – corespund gradului de dezvoltare socio-economica a asezarilor umane
- Factori industriali sau economici –determinati de nivelul de dezvoltare economica (industrială) a unei anumite regiuni; gradul de poluare creste concomitent cu ritmul de crestere industrială
- Factori biotici –agentii patogeni si conditionat patogeni care contamineaza, in special, apele de suprafata si sunt reprezentati de virusuri, bacterii, fungii si helminți
- Factori abiotici – radiatii ionizante si radiatii termice care au un efect negativ asupra calitatilor fizico-chimice ale apelor poluate astfel

II. POLUAREA MEDIULUI

II.5. Poluarea apelor



○ Efectele poluarii chimice a apei:

- asupra starii de sanatate a mediului:
 - **efectul ecologic** (cea mai importanta consecinta a fenomenului de poluare chimica a apei) = **totalitatea modificarilor structurale si functionale pe care substantele poluante le induc asupra sistemelor biologice prezente in ecosistemele acvatice**
 - echilibrul ecologic al diferitelor ecosisteme acvatice este suficient de sensibil la anumite schimbari, chiar infime, dar persistente, in compozitia chimica a apei, incat pot sa apara perturbari profunde, cu consecinte dintre cele mai grave asupra evolutiei acestora

II. POLUAREA MEDIULUI

II.5. Poluarea apelor



- asupra sanatatii populatiilor umane
 - **intoxicatii cu substante anorganice** (cu nitriti, Pb, Cd, Hg, As, cianuri)
 - **intoxicatii cu substante organice** (pesticide, hidrocarburi policiclice aromatice, detergenti)
 - **afectiuni cardiovasculare** sunt considerate ca fiind influentate de procesele de mineralizare a apei
 - **fluoroza endemica** – afectiune datorata excesului de fluor
 - **distrofia endemica tireopata** (gusa endemica) este influentata de continutul apei in fluor, respectiv de lipsa sau carenta acestuia

II. POLUAREA MEDIULUI

II.5. Poluarea apelor



- **Hipertrofizarea apelor poluate = acumularea rapida a nutrimentelor** (in special a **azotului** si **fosforului**) **intr-un bazin acvatic**, in concentratii care depasesc nivelurile optime → **proliferarea excesiva a unor plante (alge si specii acvatice inferioare)**
 - este determinata de o serie de activitati umane, prin care se deverseaza in ecosistemele acvatice cantitati foarte mari de substante organice rezultate din:
 - ape reziduale, orasenesti sau industriale, precum si a unor efluentii cu o concentratie crescuta in azotati, fosfati, sulfati
 - eliminarea unor deseuri industriale de la crescatoriile de animale
 - stocarea unor substante organice si minerale provenite din eroziunea solului

II. POLUAREA MEDIULUI

II.5. Poluarea apelor



- Hipertrofizarile apelor (cresterea exploziva a numarului de cianobacterii sau al a algelor intr-o anumita regiune) pot aparea anual, sezonier sau sporadic
 - la concentratii mari de nutrimente, populatiile de microorganisme acvatice sunt atat de dense incat devin ele insele limitative pentru dezvoltarea biotei din care fac parte.
 - apa devine tulbure, colorata si urat mirositoare, iar descompunerea masiva este asociata cu consumul de O_2
 - se produce cu consum crescut de oxigen, mai ales in straturile profunde, creindu-se conditii de anaerobioza (cu descompunerea materiei organice si formarea de H_2S , CH_4 , NH_3).

II. POLUAREA MEDIULUI

II.5. Poluarea apelor



○ *Poluarea biologică*

- este determinată de apele uzate urbane, din industria alimentară, industria celulozei și hârtiei, de la complexele zootehnice
- se caracterizează prin importante focare de infecții din cauza bacteriilor, virusurilor și materiilor organice fermentabile și putrescibile care se găsesc în apele uzate respective
- este determinată de micro- și macro- organisme cu acțiune negativă asupra condițiilor igienico-sanitare ale apei sau asupra utilizării acesteia în economie



III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.1. Generalitati

BIBLIOGRAFIE

Coordonatori: D.Cascaval, A.I. Galaction, **Biotehnologia intre stiinta si arta**, Ed. Casa de Editura Venus, Iasi, 2007

□ **Biotehnologia**

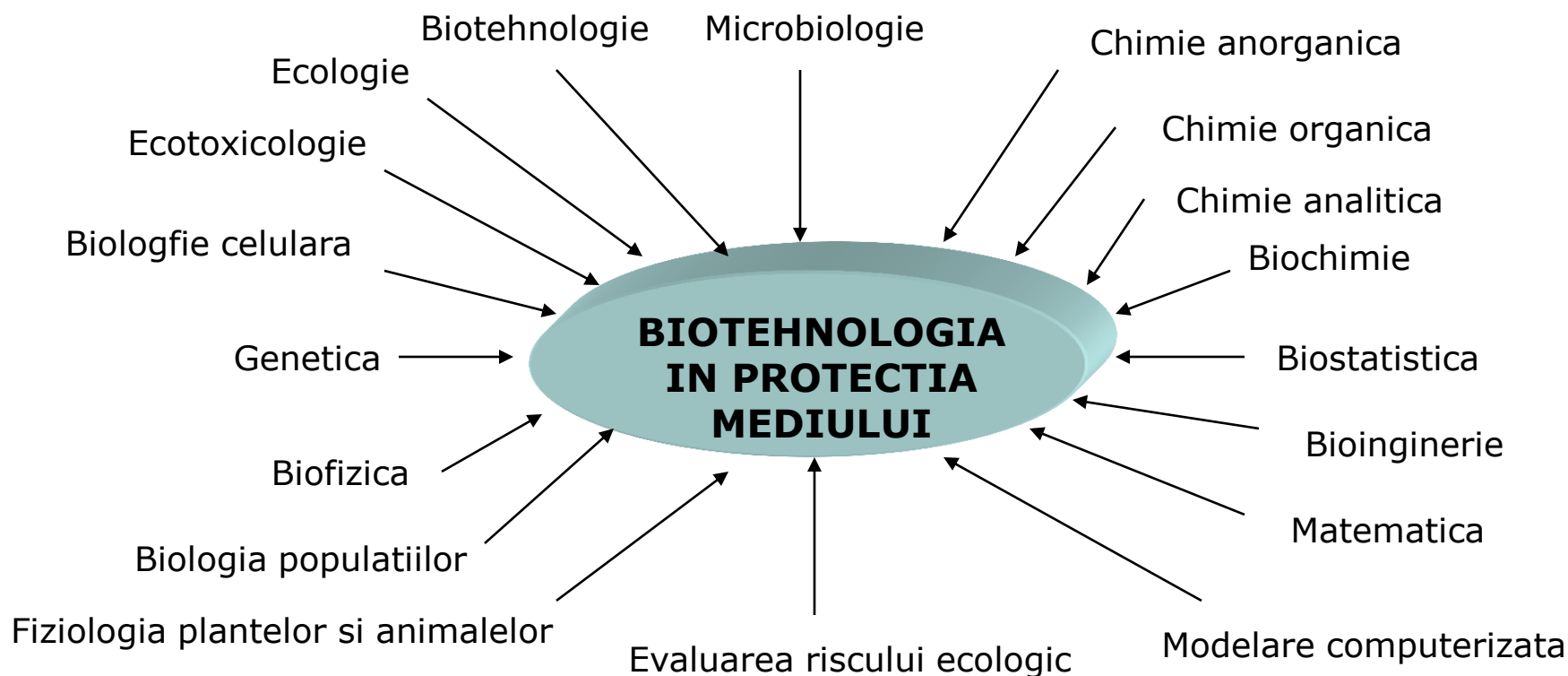
- studiaza **procesele de bioproductie** bazate, in principal, pe **actiunea microorganismelor** (si a principalelor componente ale acestora) si **pe utilizarea celulelor si a tesuturilor** apartinand organismelor superioare
- stiinta **multidisciplinara** si **interdisciplinara**
 - integreaza cunostintele de microbiologie, biochimie, biologie moleculara, biologie celulara, imunologie, enzimologie, genetica, biofizica, bioinginerie, inginerie chimica, matematica (figura)

□ Scopul:

- **folosirea microorganismelor vii si a componentelor lor**, precum si a altor tipuri de celule sau tesuturi de origine vegetala sau animala pentru **a obtine produse aplicabile in agricultura, zootehnie, alimentatie, medicina, industria farmaceutica** (Petre si Teodorescu, 2009)

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.1. Generalitati



Aspectul multidisciplinar al conceptului de biotehnologiei aplicat in protectia mediului

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.1. Generalitati

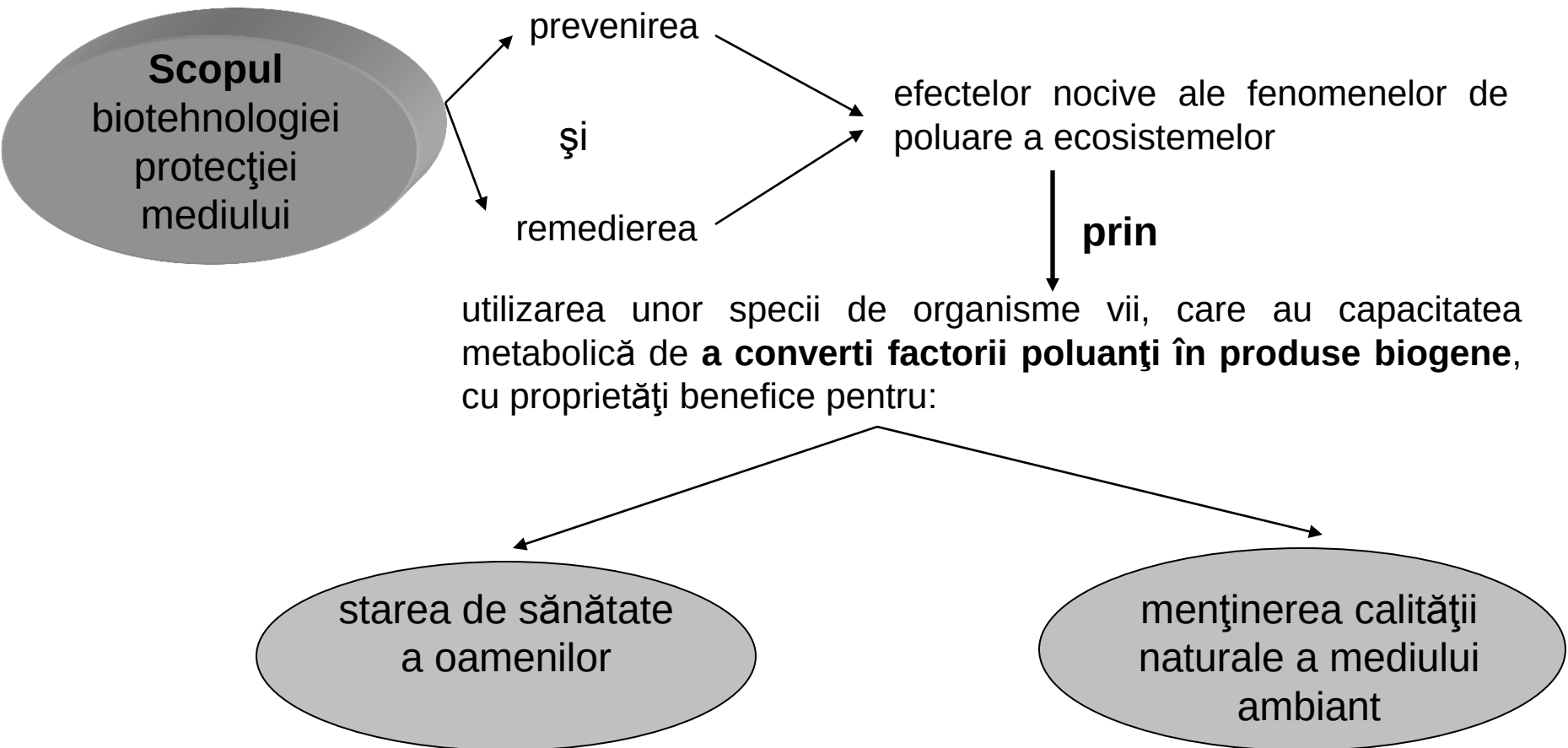


□ **Biotehnologia protectiei mediului**

- o extensie a aplicarii tehnologiilor biologice in vederea conservarii calitatii mediului natural
- utilizarea microorganismelor, plantelor sau animalelor in vederea eliminarii, reducerii sau ameliorarii consecintelor nefaste ale contaminarii mediului natural cu agenti poluanti, intr-un interval de timp bine determinat, precum si al exercitarii controlului asupra fenomenului de poluare, prin mijloace exclusiv biologice
- stiinta care promoveaza aplicarea metodelor si procedeeelor care utilizeaza sistemele biologice si procesele specifice induse de acestea pentru controlul si gestionarea resurselor biotice si abiotice, pentru integrarea armonioasa a societatii umane in mediul natural

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.1. Generalitati



III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.1. Generalitati



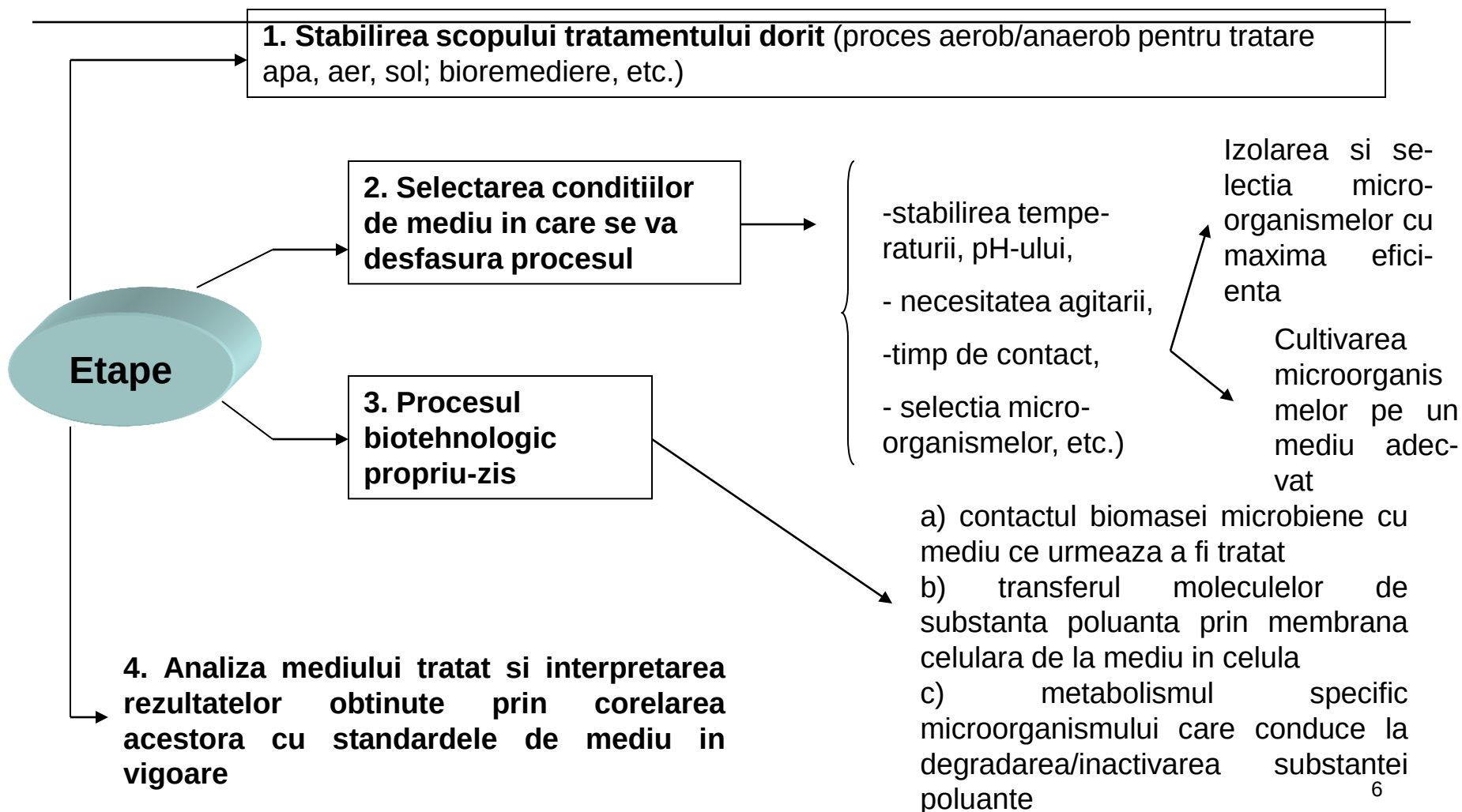
□ **Avantaje**

- permite optimizarea unor metode de implantare si utilizare a unor structuri vii specializate (de la microbi pana la plante si pesti), pentru imbunatatirea calitatii apei, solului si aerului
- **asigura o eficienta ridicata** a procedeelor de depoluare
- **reducerea considerabila a cheltuielilor de energie si manopera, precum si a volumului de materii prime manipulate**
- **eliminarea oricaror surse de poluare**, prin utilizarea unor medii de crestere si dezvoltare a culturilor celulare, care sunt preparate fara utilizarea unor amendamente sau a unor aditivi de sinteza chimica, precum si prin absenta totala a reziduurilor de orice natura

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic

Bibliografie:

Onicu C., Cascaval D., Inginerie biochimica si biotehnologie. 1. Ingineria proceselor biotehnologice, Ed. InterGobal, Iasi, 2002





III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

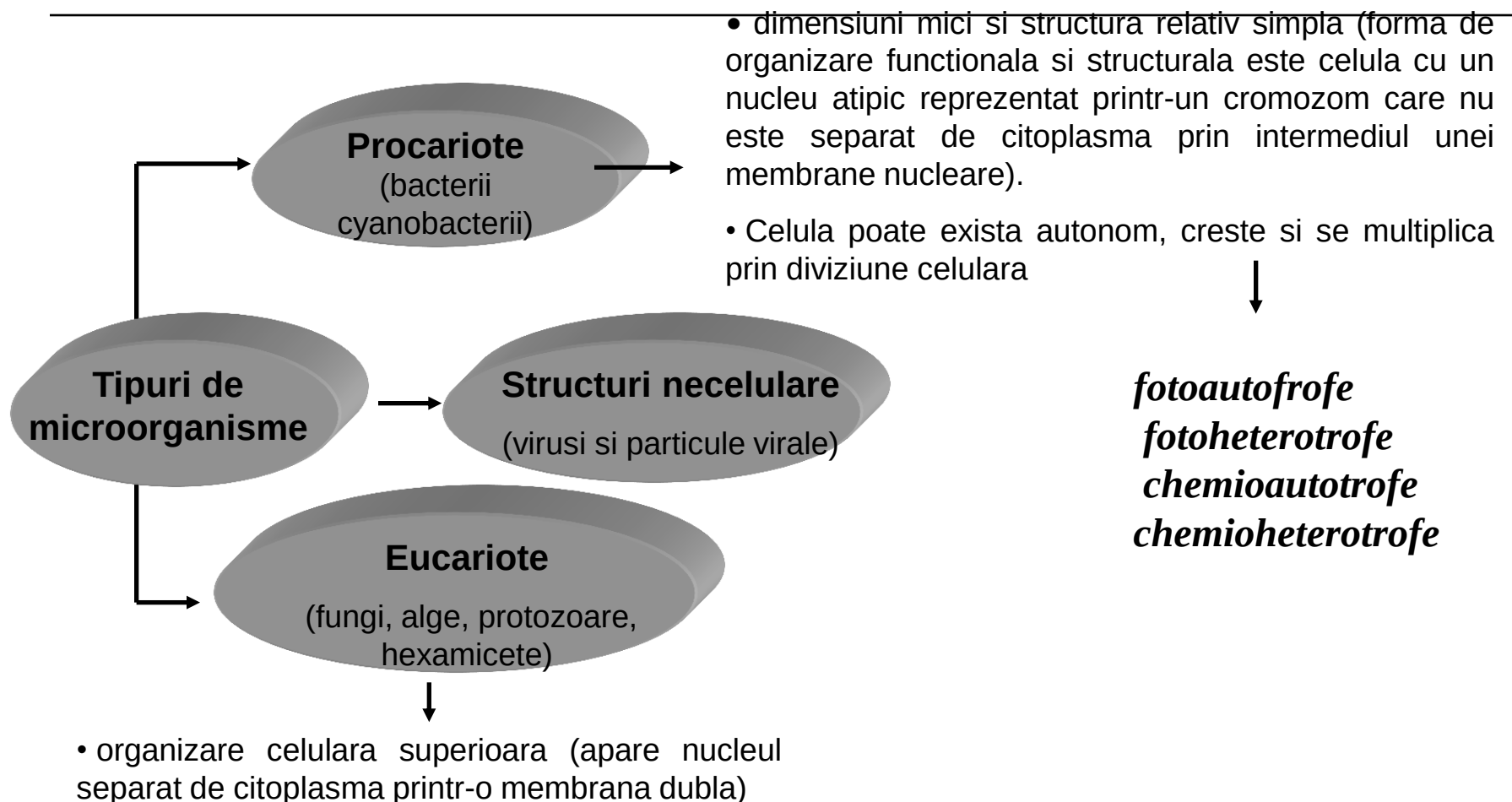
III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic

III.2.1. Microorganisme utilizate in biotehnologiile aplicate in protectia mediului

- pot fi din categoria:
 - Protozoare
 - Alge microscopice
 - Bacterii
 - Fungi
 - Actinomicete
 - Levuri sau drojdii
 - Virusuri
 - Bacteriofagi
- **Clasificarea** lor se poate face in functie de diferite criterii astfel:

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic





III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic

- În raport cu **modul de hranire, sursa de energie si carbonul celular**

Tipul	Sursa de energie	Sursa de carbon
Autotrofe (isi fabrica singure hrana) - <i>fotoautotrofe</i> (alge și bacterii fotosintetice) - <i>chemoautotrofe</i> (bacterii nitrificatoare)	Lumina Reacție de oxidare reducere anorganică	CO_2
Heterotrofe (preiau hrana fabricata de altele) - <i>chemoheterotrofe</i> (protozoare, fungi, majoritatea bacteriilor) - <i>Fotoheterotrofe</i> (anumite bacterii sulfuroase)	Reacție de oxidare reducere anorganică Lumina	Carbon organic



III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic

- in functie de **necesarul de oxigen**:
 - microorganisme **aerobe** (fungii, algele si o serie de bacterii)- prezenta de oxigen
 - microorganisme **strict anaerobe** (o serie de bacterii)
 - microorganisme **facultativ aerobe** (levuri si cele mai multe bacterii) – se pot dezvolta in ambele situatii
- in functie de **temperatura** se deosebesc:
 - microorganisme **criofile** – cele care acopera domeniul temperaturilor sub 20 °C
 - microorganisme **mezofile** – traiesc in zona temperaturilor medii 20-40°C
 - microorganisme **termofile** – traiesc in domeniul temperaturilor peste 45°C, domeniul optim fiind cel cuprins intre 49-51°C

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic



- prezinta importanta deosebita: bacteriile, levurile, fungii, actinomicetele, caracterizate sintetic in tabelul urmator:

Caracteristici	Bacterii	Levuri (Drojii)	Fungi (Mucegaiuri)
Forma celulei	bastonase, sferica, spirala	eliptice, sferice	sferice, filiforme
Dimensiuni	0,5-3 m	1,5 m	5-15 m diametru 500 -5000 m lungime
Compozitie: - proteine -acizi nucleici - hidrati de carbon si lipide	65-75% 15-25% 5-30%	45-55% 5-12% 10-50%	25-55% 5-10% 10-50%



III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehologic

- **Bacterii** – microorganisme unicelulare sporulate sau nesporulate, cu structura foarte simpla (un nucleu difuz) care se inmultesc prin diviziune celulara directa.
 - prezinta caracteristici distincte in functie de *morfologie* (coci, bacili, vibrioni), de *afinitatea fata de colorantii de anilina* (bacili acido-rezistenti, germeni gram-pozitivi si gram-negativi) si de *proprietatile biologice* (rezistenta la temperaturi mai ridicate, tip de nutritie, respiratie si patogenitate)
 - se pot dezvolta aerob sau anaerob, in toate mediile (apa, aer, sol)
 - alte utilizari: *industria de biosinteza* (obtinerea de antibiotice, vitamine, alcooli, acizi carboxici, aminoacizi, proteine si enzime), *industria alimentara* (derivate din lapte), *medicina, agricultura*, etc.



III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic

□ **Levuri (drojdii)**

- microorganisme eucariote unicelulare saprofite sau parazite
- caracteristic: *capacitatea de a produce fermentatia*
- alte utilizari: industria fermentativa, industria de biosinteza, pentru obtinerea proteinelor furajere, industria alimentara (obtinerea painii, berii, vinului, alcool etiic, enzime, alte preparate alimentare)

□ **Fungii (mucegaiuri)**

- microorganisme sub forma filametoasa, cu diverse dimensiuni
- formeaza un miceliu (structura morfologica) care produce degradarea mediului in care se dezvolta
- au capacitate ridicata de adaptare la conditiile de mediu, iar nutritia lor de tip heterotrof le permite metabolizarea glucidelor, alcoolilor, acizilor, proteinelor, sarurilor de amoniu, nitriti

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic



- grupul cel mai important este cel a fungilor macroscopici sau macromicete ("ciuperci de palarie")
- metabolismul lor este in esenta aerob necesitand cantitati ridicate de oxigen
- pot fi clasificate in:
 - *saprofite* – care cresc pe substante intrate in putrefactie si nu produc boli
 - *parazite* – care produc diverse boli ale plantelor (mucegaiul vitei-de-vie) si omului
- **Virusuri** si **bacteriofagi**
 - microorganisme de dimensiuni extrem de reduse (zecimi de micron)
 - sunt lipsite de enzime si metabolism propriu



III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic

- **Protozoare** – sunt larg raspandite in apa dulce si sarata, in sol si chiar in organismele animale, fiind cunoscute pentru rolul lor important **in indepartarea bacteriilor din apele reziduale, in biofiltre si in instalatiile cu namol activ**

- **Actinomicete** (*Micobacterium, Actinomyces, Streptomyces*)
 - din punct de vedere morfologic se situeaza intre bacterii si fungi, motiv pentru care apartenenta lor este privita diferit de autori (drept bacterii cu structuri speciale sau facand parte din grupul fungilor)

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI



III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic

- **Compozitia chimica a celulelor microbiene** utilizate in biotehnologiile pentru protectia mediului
 - **Componenti anorganici:**
 - apa (80-90%),
 - carbon-oxigen-hidrogen-azot-sulf-fosfor care reprezinta componentele de baza ale constituentilor celulari (proteine, lipide, acizi nucleici)
 - 18 elemente metabolice (Zn^{2+} , Mn^{2+} , Na^{+} , Mo^{6+} , Se^{4+} , Cu^{2+} , Cr^{6+} , Co^{2+} , etc.) prezente in proportie redusa
 - contribuie la reglarea permeabilitatii peretelui celular si favorizeaza schimburile de materie si energie dintre celula si mediu
 - regleaza presiunea osmotica si mentine echilibrul de membrana
 - activeaza sistemele enzimatice
 - contribuie la reglarea pH-ului si a rH-ului celular



III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic

- ~~cand se pregatesc mediile de cultura pentru un anumit tip de microorganism trebuie sa se tina cont de continutul constituintilor anorganici~~

- **Componentii organici** includ:

- Glucide – substante energetice si plastice importante pentru celula, reprezentand aproximativ 4-25% din greutatea celulei uscate. Cuprind glucide simple (mono si dizaharide), glucide complexe (pentozani, hexozani) si polimeri micsti (lipoproteine, glicoproteine)
 - glucidele complexe formeaza marea grupa a polizaharidelor care contine, pe langa amidon si celuloza, dextran, glicogen si amilopectina
 - peptidoglicani – sunt complexi polizaharide – peptide si sunt prezenti in peretele celulei bacteriene
- Lipide – au rol esential prin intermediul acizilor monocarboxilici superiori.
 - sunt insolubile in apa
 - reprezinta aproximativ 1-20% din greutatea celulei uscate

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic



- se impart in: lipide simple (ceruri si grasimile de tipul monogliceridelor, digliceridelor si trigliceridelor) si lipide compuse (fosfatide)

□ **Proteine** – cea mai consistenta parte a structurii celulei microbiene

- Contin C, H, O, N, putin S, iar cele avand activitate catalitica (enzimele) contin si Fe, P, Zn, Cu.
- Se grupeaza in proteine simple (contin numai resturi de aminoacizi legate prin functii peptidice; au in compozitie 50%C, 7%H, 23%O, 16% N si 3% S) si proteine conjugate (contin si alte functii organice sau anorganice, numite grupe prostetice) si pot fi:
 - nucleoproteine (contin acid nucleic)
 - lipoproteine (contin lipide sau fosfolipide)
 - glucoproteine (contin hidrati de carbon)
 - hemoproteine (contin porfirina asociata cu fier)
 - flavoproteine (contin flavine)
 - metalproteine (contin ioni metalici)



III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehologic

- **Acizi nucleici** – componente nelipsite din toate celulele vii, caracterizati prin capacitatea de a se duplica si prin participarea lor la biosinteza proteinelor
 - acizi dezoxiribonucleici (AND) in nucleee
 - acizi ribonucleici (ARN) in plasma celulara

Specia microbiana	Compozitia, % s.u.		
	Proteine	Acizi nucleici	Lipide
Bacterii	40-70	13-34	10-15
Drojdii	40-50	4-10	1-6
Fungi filamentosi	25-55	5-10	2-7
Alge unicelulare de dimensiuni mici	10-60	1-5	4-80
Virusi	50-90	5-50	< 1



III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehologic

III.2.2. Izolarea si selectia microorganismului

- **Izolarea** se realizeaza de pe diferite medii cum ar fi: fructe, plante, sol, aer, diverse incinte
 - o data separat microorganismul trebuie **cultivat** pe un mediu minimal solidificat cu agar, gelatina, pectina sau gel de silice
- Urmatorul pas este cel al urmaririi evolutiei microorganismelor si reactiile care pot avea loc
- **Selectia** microorganismelor *urmaresta obtinerea unei forme a microorganismului care, in diferite conditii de mediu, sa fie mult mai productiva comparativ cu forma initiala* (in anumite conditii de T, pH, etc. se dezvolta bine si repede numai un numar mic de microorganisme, respectiv cele care sunt cel mai bine adaptate la substrat si la parametrii mediului)
 - se face **in functie de natura componentului care urmeaza a fi transformat**



III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehologic

III.2.3. Cultivarea si cresterea microorganismelor

III.2.3. 1. Cultivarea microorganismelor

- Se face pe **medii de cultura** = solutii apoase in a caror compozitie intra componentele necesare cresterii microorganismelor.
- In functie de natura si sursa componentelor lor pot fi:
 - **Sintetice**
 - **Semisintetice**
 - **Naturale (organice)**
- Rolul lor este de:
 - a asigura cresterea microorganismelor in toate etapele de dezvoltare prin:
 - asigurarea de surse de energie (hidrati de carbon)
 - asigurarea de surse de azot, fosfor, saruri minerale
 - a asigura realizarea unei productivitati maxime

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic



- Pentru realizarea unui mediu de cultura performant trebuie sa se tina seama de compozitia maselor bacteriene si de necesitatile acestora pentru o dezvoltare rapida si eficienta
- **Compozitia** unui mediu de cultura:
 - Surse de carbon si energie
 - Surse de azot
 - Substante minerale
 - Antispumanti
 - Factori de crestere
 - Stimulatori de crestere

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehlogic



- Principalele **surse de carbon** si **energie** utilizate in formularea mediilor de cultura sunt :
 - **Hidrati de carbon:**
 - monzaharide: glucoza, xiloza
 - dizaharide: zaharoza, melasa din sfecla de zahar si trestie de zahar bogata in zaharoza, lactoza, maltoza
 - polizaharide: amidon, dextrina, inulina, celuloz din turba si din apele bisulfite rezultate din industria prelucrarii celulozei
 - **Alcool:** metanol, etanol, polialcool (glicerina)
 - **Acizi carboxilici:** acid acetic, acid succinic
 - **Gasimi si acizi grasi**
 - **Hidrocarburi:** metan, n-butan, n-pentan, n-parafine
 - **Deseuri din industria laptelui si cea alimentara:** zer, zer din amestec cu melasa, tarat si faina de cereale



III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic

□ **Surse de azot:**

- Surse organice, naturale sau sintetice
- Surse anorganice

□ **Substante minerale** (sodiu, potasiu, mangan, magneziu, zinc)

- acesti compusi pot reprezenta surse de:
 - elemente constitutive ale produselor (P,S,Cl, etc.)
 - elemente constitutive ale biomaselor (Mg,P,S,Cl,Ca, Fe, etc.)
 - reglatori ai presiunii osmotice si ai permeabilitatii membranelor celulare (MgCl_2 , KCl, NaCl, etc.)
 - modificatori de pH (NaHPO_4 , CaCO_3 , etc.)
 - intermediari ai reactiilor de oxido-reducere (Cu^{2+} , $\text{Fe}(\text{CN})_6$, etc.)
 - agenti de complexare si de precipitare (SO_4^{2-} , HPO_4^{2-} , CO_3^{2-} , etc.)
 - cofactori ai sistemelor enzimatice – metaloenzime (Mg^{2+} , Mn^{2+} , Co^{2+} , $\text{Fe}^{2+/3+}$, Zn^{2+} , Mo^{2+} , etc.)
- se adauga sub forma de sulfati, carbonati, fosfati si nitrati ai cationilor respectivi, in cantitatile determinate prin calcule de optimizare a compozitiei mediului nutritiv



III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic

- **Antispumanti**: cei mai utilizati sunt uleiurile sau substantele tensioactive care pot constitui si o sursa de lipide
- **Factori de crestere** (actioneaza in concentratii foarte mici: 10^{-4} - 10^{-10})
 - sunt substantele pe care microorganismul este incapabil sa le sintetizeze in cursul metabolismului sau si in absenta carora multiplicarea este imposibila
- **Stimulatori de crestere**
 - substante care, fara a fi esentiale pentru supravietuirea si mutiplicarea unor microorganisme, le accelereaza sau amelioreaza dezvoltarea atunci cand sunt adaugate in mediu

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic



III.2.3. 2. Metabolismul bacterian

- = totalitatea proceselor biochimice implicate in activitatea biologica a unei celule prin intermediul carora energia si elementele nutritive sunt preluate din mediul inconjurator si utilizate pentru biosinteza si crestere si/sau pentru alte activitati fiziologice (mobilitate, luminiscenta)
- dupa modul de utilizare a energiei sunt:
 - *proces de dezasimilatie (catabolism)*– consumatoare de materii organice si producatoare de energie in urma degradarii substantelor (proces exoterme)

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic



- *proces de asimilare* (**anabolism**) – totalitatea reactiilor care conduc la sintetizarea unui material celular nou pe baza energiei eliberate in faza de catabolism (proces endoterme)
- In ambele procese reactiile biochimice, extrem de complexe, sunt conduse in trepte succesive, catalizate de enzime specifice
- **Procesul de catabolism** cuprinde trei faze distincte:
 - prima faza
 - macromoleculele sunt descompuse in unitatile lor constructive – proteinele la aminoacizi, grasimile la glicerina si acizii grasi, glucidele la hexoze, pentoze;
 - in aceasta faza se degaja cca 1% din energia care se disipeaza ca energie termica



III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehologic

- faza a doua:

- moleculele din faza anterioara sunt transformate in alti produse – *metaboliti* ;
- rezulta circa o treime din energia obtinuta in substantele nutritive

- faza a treia se poate desfasura in doua moduri:

- substantele nutritive sunt degradate pana la CO_2 si H_2O , proces din care rezulta o mare cantitate de energie;
- substantele nutritive sunt **descompuse** numai **partial** formandu-se **produsi intermediari de fermentatie** cu obtinerea unei **cantitati mai mici de energie**



III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehologic

- In **procesele de asimilatie**, materialul nutritiv, rezutat din etapa de dezasimilatie, este descompus in substanta proprie a unui organism.
 - procesele de sinteza sunt posibile datorita enzimelor specifice si prezentei in celula vie a materialelor genetice care joaca rol de model in biosinteza
- Diferitele reactii biochimice ale metabolismului indeplinesc patru functii esentiale pentru viata celulei:
 - Producerea subunitatilor folosite pentru constructia constituintilor celulari pornind de la substantele nutritive
 - Eliberarea de energie si stocarea acesteia sub diverse forme
 - Activarea subunitatilor de constructie pe baza energiei stocate
 - Formarea de nou material celular prin utilizarea substantelor

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI



III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic

III.2.3. 3. Multiplicarea bacteriilor

- obiectiv : cresterea numarului de indivizi.
- se poate face prin:
 - diviziune simpla, directa sau binara – metoda generala
 - este tipica pentru majoritatea speciilor bacteriene, atunci cand celulele se afla in conditii optime de viata
 - presupune scindarea unui individ in doua celule noi, aproximativ egale (diviziune izomorfa) sau inegale (diviziune heteromorfa)
 - inmugurire sau ramificare – se utilizeaza in caz exceptional
- in conditii constante toate tipurile de culturi bacteriene, obtinute prin introducerea unui **inocul** (cateva bacterii avand capacitate de multiplicare) intr-un volum limitat de solutie nutritiv, conduc la aceeasi curba de crestere si dezvoltare
- in functie de variatia vitezei de crestere, se deosebesc urmatoarele faze:

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic

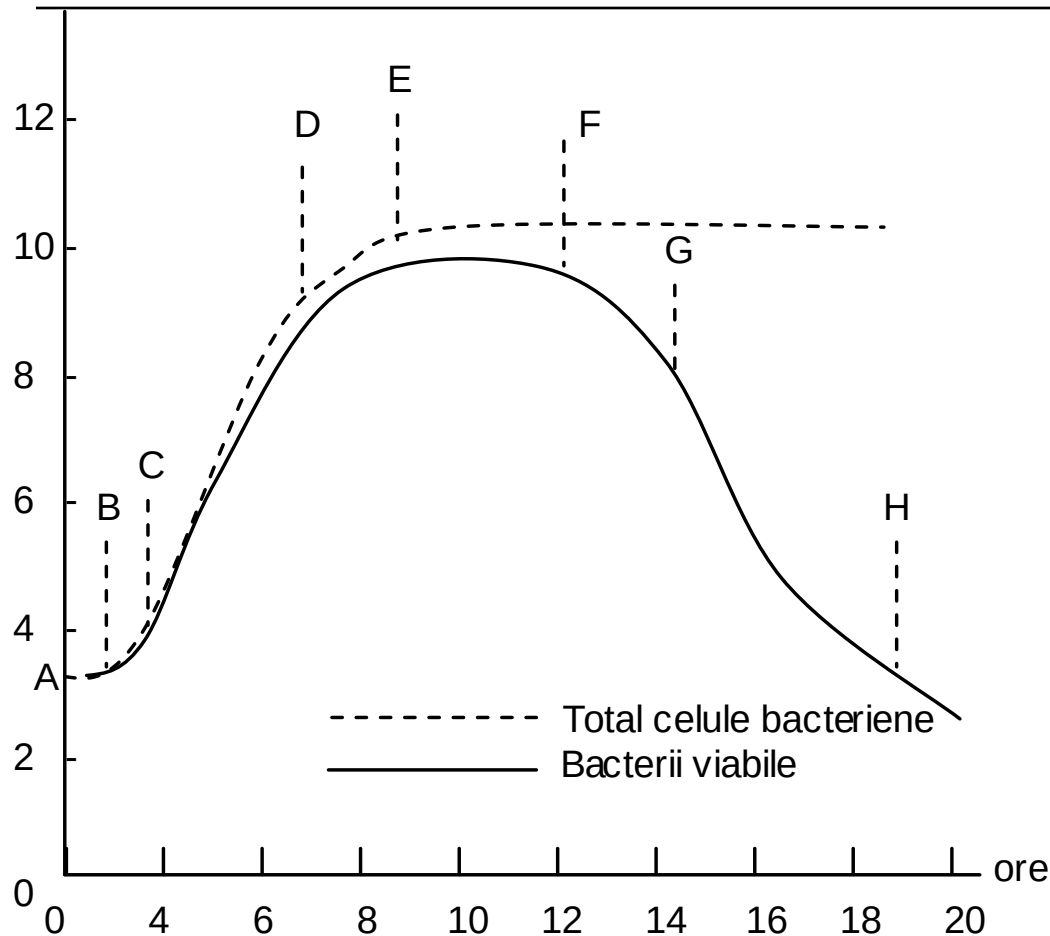


Diagrama de creștere a unei populații bacteriene (exprimată prin logaritmul numărului de bacterii) în funcție de timp

A - însămânțarea,
AB - faza de lag,
BC - faza de accelerare a ritmului de creștere,
CD - faza de multiplicare logaritmică,
DE - faza de încetinire a ritmului de creștere,
EF - faza staționară,
FG - faza intermediară de declin,
GH - faza finală de declin (cădere)



III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic

- *Aceste faze sunt exploatate diferit in procesele biotehnologice de tratare a factorilor de mediu poluati:*
 - de exemplu, in procesele de epurare biologica a apelor uzate intervin fazele stationara si cea de declin
- **Factorii care influenteaza activitatea bacteriana** sunt:
 - *temperatura* – fiecare specia bacteriana are o temperatura optima de crestere; temperaturile mici reduc viteza de crestere
 - *lumina* – lungimile de unda ale luminii apropiate de UV pot distruge celulele vii
 - *umiditatea* – este necesara existenta unei solutii apoase pentru reptoducerea bacteriilor si pentru ca acestea sa aiba un ciclu de viata normal

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

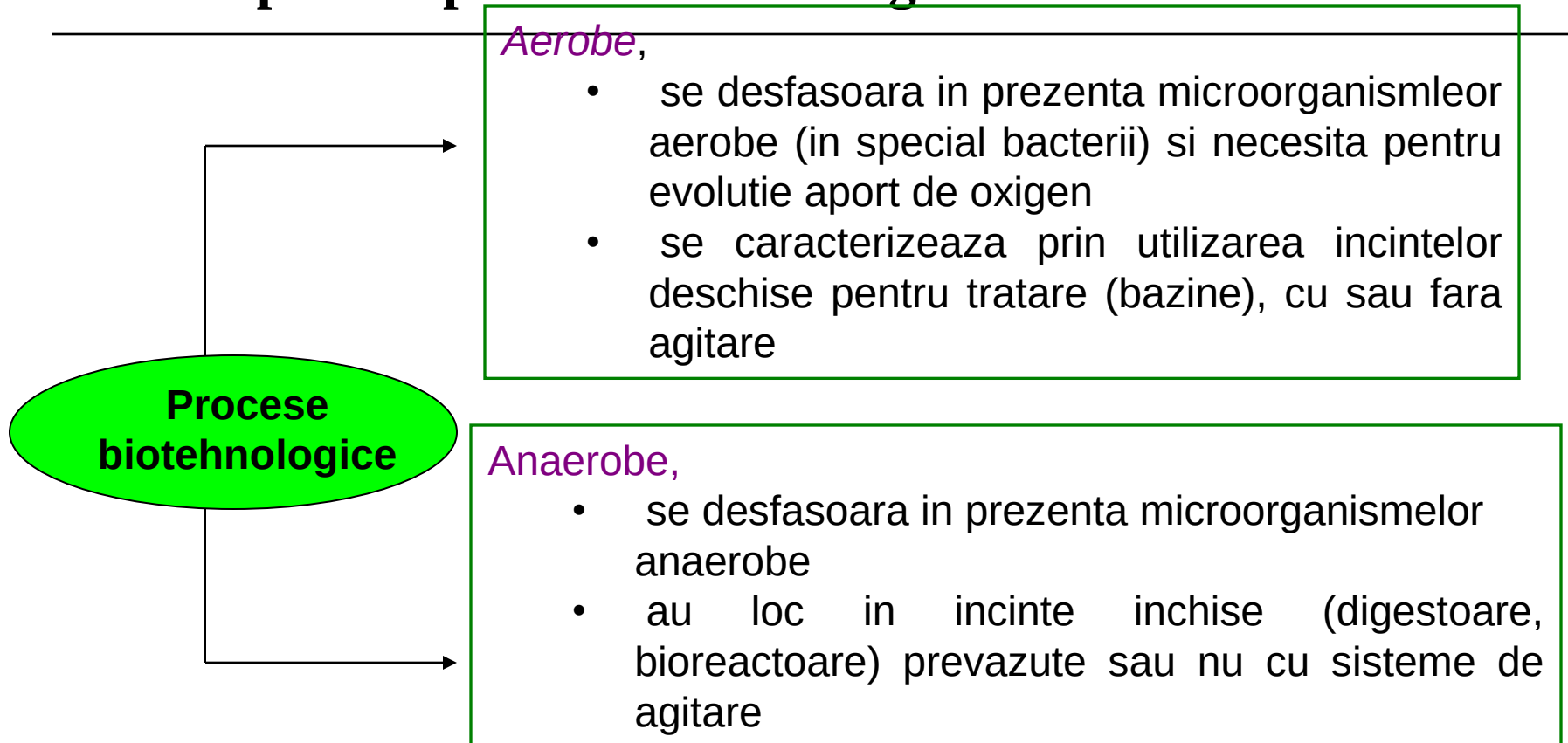
III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic



- *germicidele* – substante care distrug bacteriile prin contact
- *bacteriostaticii* – sunt compusi chimici care impiedica reproducerea celulelor, mergand pana la stingerea procesului metabolic
- *antimetabolitii* – substante chimice care distrug sau altereaza agentii metabolici sau de crestere – factori esentiali pentru viata normala a celulelor bacteriene

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.3. Tipuri de procese biotehnologice



- Aceste tipuri de procedee cunosc o serie de particularizari in functie de factorul de mediu supus tratarii: apa uzata, sol contaminat, deseuri biodegradabile 34

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.3. Tipuri de procese biotehnologice

- Alaturi de aceste doua mari categorii de procese biotehnologice, in biotratatarea factorilor de mediu se mai utilizeaza si o serie de **bioprocese speciale**, care nu se bazeaza pe procese fermentative
 - au la baza tot utilizarea *microorganismelor* sau diferite *materiale biologice* sau *naturale*, dar mecanismul procesului se bazeaza pe capacitatea acestora de a inmagazina poluanti sau de a le bloca actiunea prin diferite reactii (de complexare, schimb ionic, precipitare, descompunere)
 - microorganismele pot fi sau nu *atasate* la diferite tipuri de *suporturi solide, inerte*

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.1. Ape uzate

- **Apele uzate** = ape rezultate din activitățile industriale, agricole sau casnice încărcate cu o serie din substanțele cu care au venit în contact.

- Se deosebesc :
 - **Ape uzate menajere** – rezultate în urma activităților casnice individuale, din unități economice industriale, din institute și unități din domeniul public.
 - se diferențiază prin conținutul de poluanți (detergenți, grăsimi, agenți tensioactivi, resturi de produse alimentare, medicamente, coloranți, etc.)

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.1. Ape uzate

- **Ape uzate industriale** – ape evacuate rezultate din activitatea productivă industrială. Pot fi:
 - ape de răcire, al căror poluant principal este căldura;
 - ape de spălare, rezultate după curatarea instalației sau echipamentelor tehnologice;
 - ape de proces, care au servit ca solvent sau medii de reacție în procese tehnologice.
 - au de obicei un volum redus față de cele de răcire și spălare, dar un conținut de poluanți mult mai ridicat și periculos sau toxic.
- **Ape uzate de la unitățile agrozootehnice** – rezultate ca urmare a desfășurării unor activități productive și de exploatare/curățare hidraulică a utilajelor, incintelor și animalelor care fac obiectul domeniului zootehnic;

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.1. Ape uzate

- **Ape uzate meteorice** –rezultate ca urmare a antrenării și impurificării apei pluviale datorită contactului direct cu suprafețe de sol, canale, străzi impurificate sau”necurate”, precum și a topirii zăpezilor;
- **Ape uzate subterane** – provenite din construcții pentru drenare cu scopul de coborare a nivelului apelor subterane.

IV.1.1. Metode de caracterizare a apelor uzate

□ *Calitatea apei:*

- un ansamblu conventional de caracteristici fizice, chimice, biologice si bacteriologice, exprimate valoric, care permit incadrarea probei intr-o anumita categorie, capabila de a servi unui anumit scop

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.1. Ape uzate

- ☐ *Evaluarea calitatii apelor* se face prin intermediul a trei categorii de parametri;
 - *de baza*: T, pH, conductivitate, oxigen dizolvat, colibacili
 - *indicatori ai poluarii persistente*: Cd, Hg, compusi organo-halogenati, uleiuri minerale
 - *optionali*: carbon organic total (COT), consum biochimic de oxigen (CBO), detergenti anionici, metale grele, arsen, bor, sodiu, cianuri, uleiuri totale, streptococi
- ☐ Metodele de analiza pentru aprecierea calitatii apei se aleg in conformitate cu standardele in vigoare, in functie de:
 - sensibilitate,
 - selectivitate,
 - rapiditate,
 - grad de dificultate,
 - cost.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.2. Procedee de epurare a apelor uzate

- **Epurarea apelor uzate** = ansamblul de măsuri și procedee prin care impuritățile de natură minerală, organică și bacteriologică sunt eliminate sau reduse la limite admisibile prin lege, astfel încât aceste ape să nu afecteze caracteristicile calitative ale receptorului în care se evacuează.
- indiferent de procedeele folosite, cuprinde două mari grupe de operații:
 - reținerea substanțelor poluante sau a celor ce pot fi valorificate ulterior, având ca efect final, obținerea apei epurate ce se poate reintroduce în circuitul natural;
 - prelucrarea depunerilor rezultate din epurarea apelor.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.2. Procedee de epurare a apelor uzate

□ Clasificarea metodelor de epurare:

- *După tipul procesului și operației* care stă la baza metodei de epurare:
 - epurare mecanică
 - epurare chimică
 - epurare biologică
 - epurare avansată
- *După operațiile și procesele unitare* necesare pentru a realiza îndepărtarea poluanților:
 - **epurare primară** - folosește operații fizice pentru îndepărtarea poluanților:
 - reținerea corpurilor și suspensiilor mari (pe grătare, site),
 - separarea uleiurilor și grăsimilor prin flotare (în separatoare de grăsimi),
 - sedimentarea materialelor solide în suspensie, în deznisipatoare₄₁ și decantoare.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.2. Procedee de epurare a apelor uzate

- efluentul rezultat ca urmare a epurării primare conține suspensii fine și coloidale și materii organice în cantitate mare
- *epurare secundară*
 - folosește procese chimice și biologice pentru a îndepărta solidele în suspensie și compușii organici biodegradabili.
 - include:
 - epurarea chimică, realizată prin precipitare chimică (coagulare sau floculare), urmată de sedimentare
 - *epurarea biologică* realizată în instalații cu nămol activ, în filtre biologice sau iazuri biologice.
 - majoritatea compușilor organici sunt eliminați prin epurarea secundară, în procesele biologice.

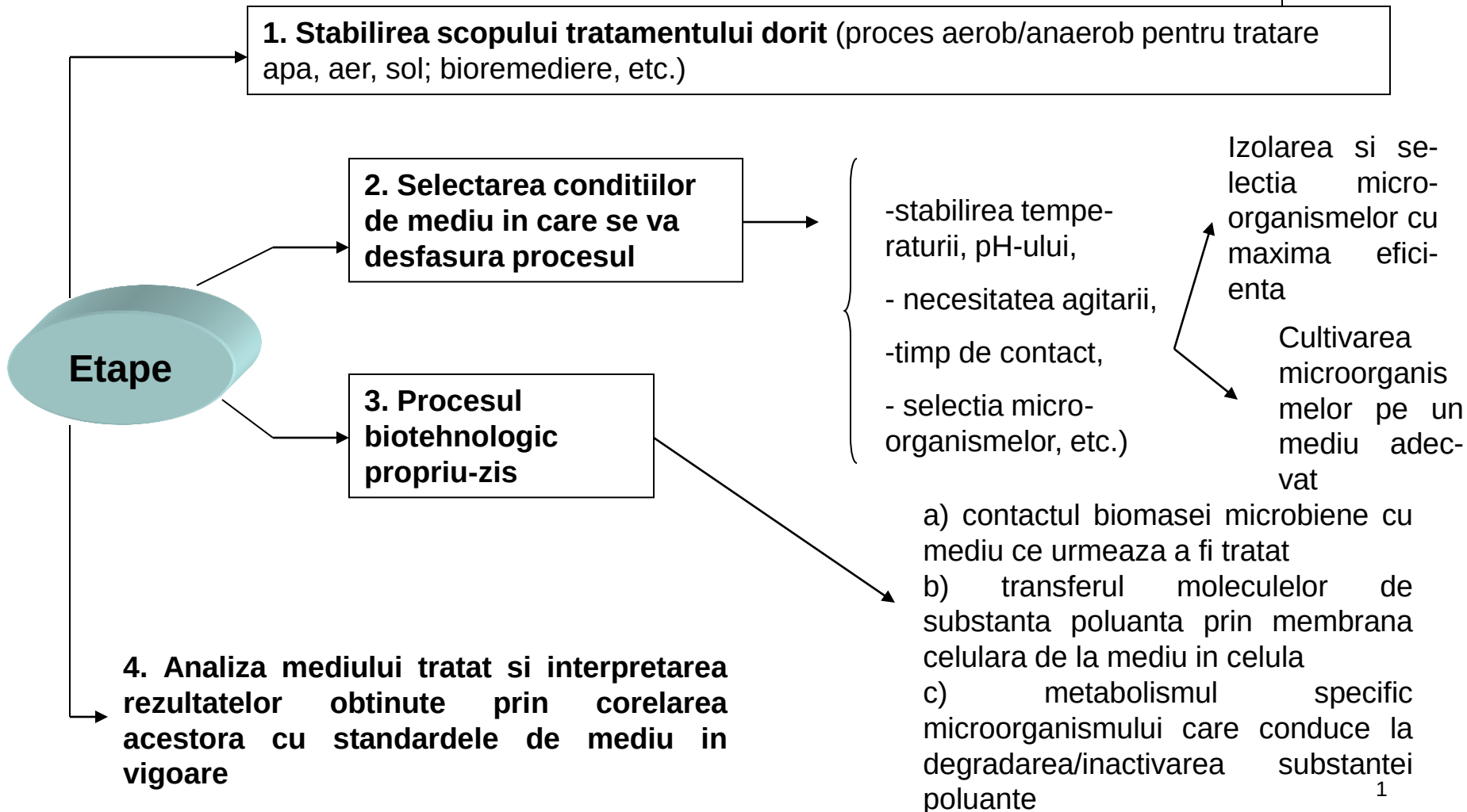
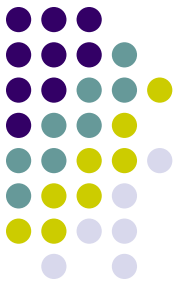
IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.2. Procedee de epurare a apelor uzate

-
- epurarea mecanică, chimică și biologică nu realizează însă eliminarea compușilor *refractari*, care, chiar și în concentrații foarte mici, au efecte negative asupra organismelor vii și asupra echilibrului ecologic în natură
 - *epurare terțiară (avansată)* are drept scop :
 - îndepărtarea compușilor refractari și mărirea gradului de epurare prin combinații de operații și procese unitare,
 - producerea apei de o calitate corespunzătoare refolosirii în scopuri industriale sau potabile și recuperarea unor materiale prețioase (solvenți, metale nobile, catalizatori),
 - *diversele procese de epurare avansată pot modifica, completa sau înlocui una sau mai multe faze ale tehnologiei clasice de epurare.*

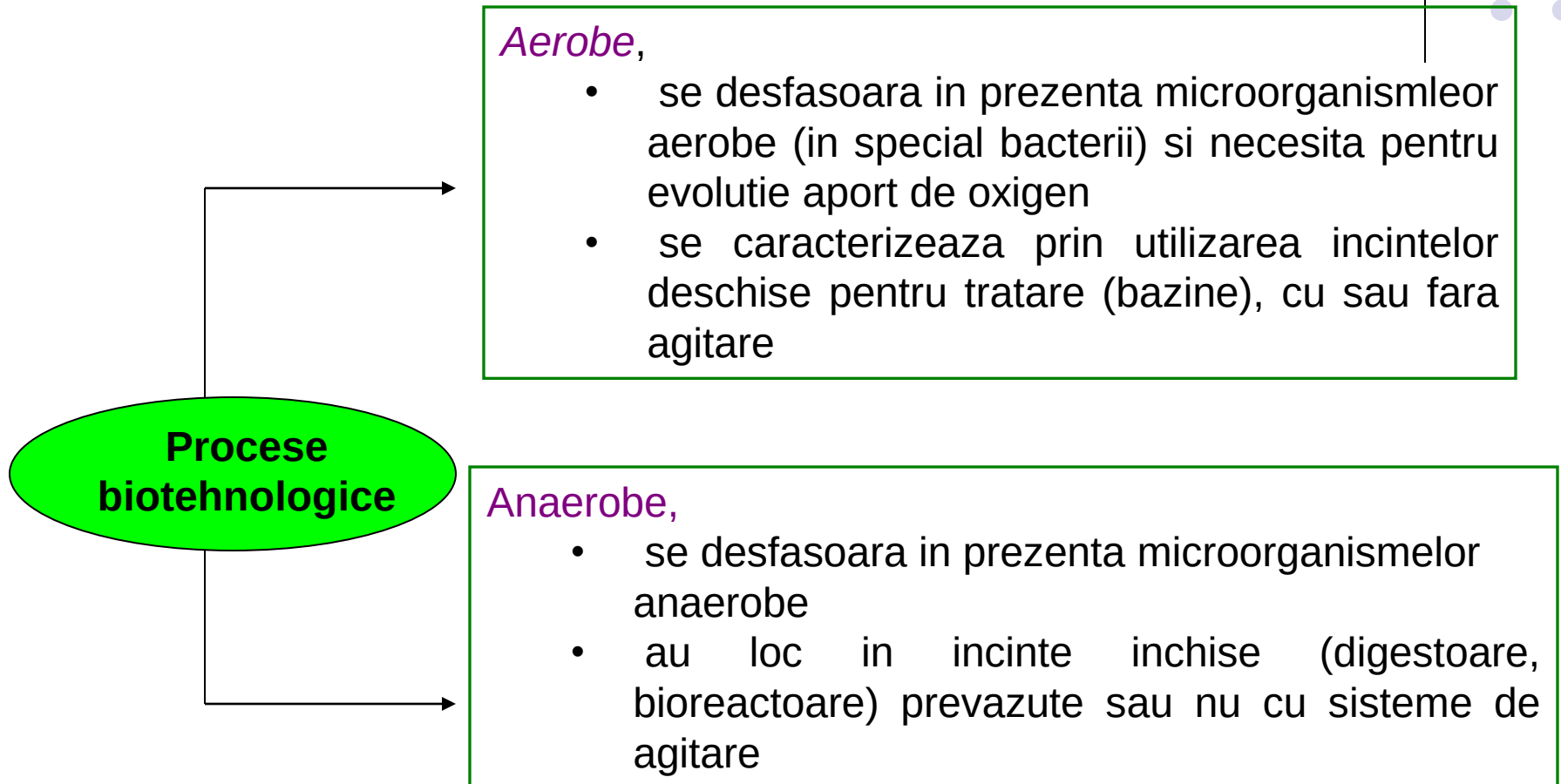
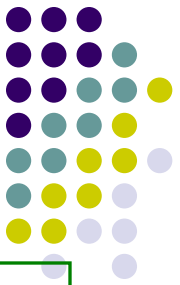
III.2. Etapele elaborarii unui proces biotehnologic

- - recapitulare curs 2



III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

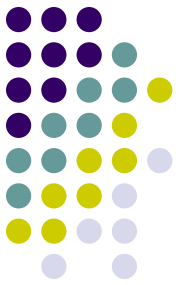
III.3. Tipuri de procese biotehnologice - recapitulare curs 2



- Aceste tipuri de procedee cunosc o serie de particularizari in functie de factorul de mediu supus tratarii: apa uzata, sol contaminat, deseuri biodegradabile ²

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.2. Procedee de epurare a apelor uzate – recapitulare curs 2



- **Epurarea apelor uzate** = ansamblul de măsuri și procedee prin care impuritățile de natură minerală, organică și bacteriologică sunt eliminate sau reduse la limite admisibile prin lege, astfel încât aceste ape să nu afecteze caracteristicile calitative ale receptorului în care se evacuează.
- indiferent de procedeele folosite, cuprinde două mari grupe de operații:
 - reținerea substanțelor poluante sau a celor ce pot fi valorificate ulterior, având ca efect final, obținerea apei epurate ce se poate reintroduce în circuitul natural;
 - prelucrarea depunerilor rezultate din epurarea apelor.

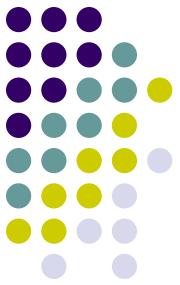
IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE



IV.2. Procedee de epurare a apelor uzate

- **Clasificarea metodelor de epurare:**
 - *După tipul procesului și operației* care stă la baza metodei de epurare:
 - epurare mecanică
 - epurare chimică
 - epurare biologică
 - epurare avansată
 - ***După operațiile și procesele unitare*** necesare pentru a realiza îndepărtarea poluanților:
 - **epurare primară** - folosește operații fizice pentru îndepărtarea poluanților:
 - reținerea corpurilor și suspensiilor mari (pe grătare, site),
 - separarea uleiurilor și grăsimilor prin flotare (în separatoare de grăsimi),
 - sedimentarea materialelor solide în suspensie, în deznisipatoare și decantoare.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE



IV.2. Procedee de epurare a apelor uzate

- efluentul rezultat ca urmare a epurării primare conține suspensii fine și coloidale și materii organice în cantitate mare
- **epurare secundară**
 - folosește procese chimice și biologice pentru a îndepărta solidele în suspensie și compușii organici biodegradabili.
 - include:
 - epurarea chimică, realizată prin precipitare chimică (coagulare sau floculare), urmată de sedimentare
 - *epurarea biologică* realizată în instalații cu nămol activ, în filtre biologice sau iazuri biologice.
 - majoritatea compușilor organici sunt eliminați prin epurarea secundară, în procesele biologice.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.2. Procedee de epurare a apelor uzate

- epurarea mecanică, chimică și biologică nu realizează însă eliminarea compușilor *refractari*, care, chiar și în concentrații foarte mici, au efecte negative asupra organismelor vii și asupra echilibrului ecologic în natură
- **epurare terțiară (avansată)** are drept scop :
 - îndepărtarea compușilor refractari și mărirea gradului de epurare prin combinații de operații și procese unitare,
 - producerea apei de o calitate corespunzătoare refolosirii în scopuri industriale sau potabile și recuperarea unor materiale prețioase (solvenți, metale nobile, catalizatori),
 - diversele procese de epurare avansată pot modifica, completa sau înlocui una sau mai multe faze ale tehnologiei clasice de epurare.



IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE



IV.3. Epurarea secundara – treapta biologica

- obiectiv:
 - indepartarea substantelor organice solubile, in stare coloidala sau de suspensii fine care nu au putut fi retinute in treapta fizica, precum si a celor adaugate special precum namolul activ
 - reducerea nutrientilor pe baza de azot si fosfor
- *se bazeaza pe activitatea metabolica a unor grupe de microorganisme care mineralizeaza substantele organice pana la CO_2 si H_2O in prezenta unor elemente nutritive*
- factori de influenta:
 - timp de contact sau timp de traversare a instalatiei tehnologice in care se desfasoara procesul biologic
 - temperatura, pH, oxigen
 - incarcarea instalatiei tehnologice cu ape uzate
 - namol, nutrienti, prezenta inhibitorilor de proces
 - conditii hidrodinamice (omogenizare si amestecare)

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

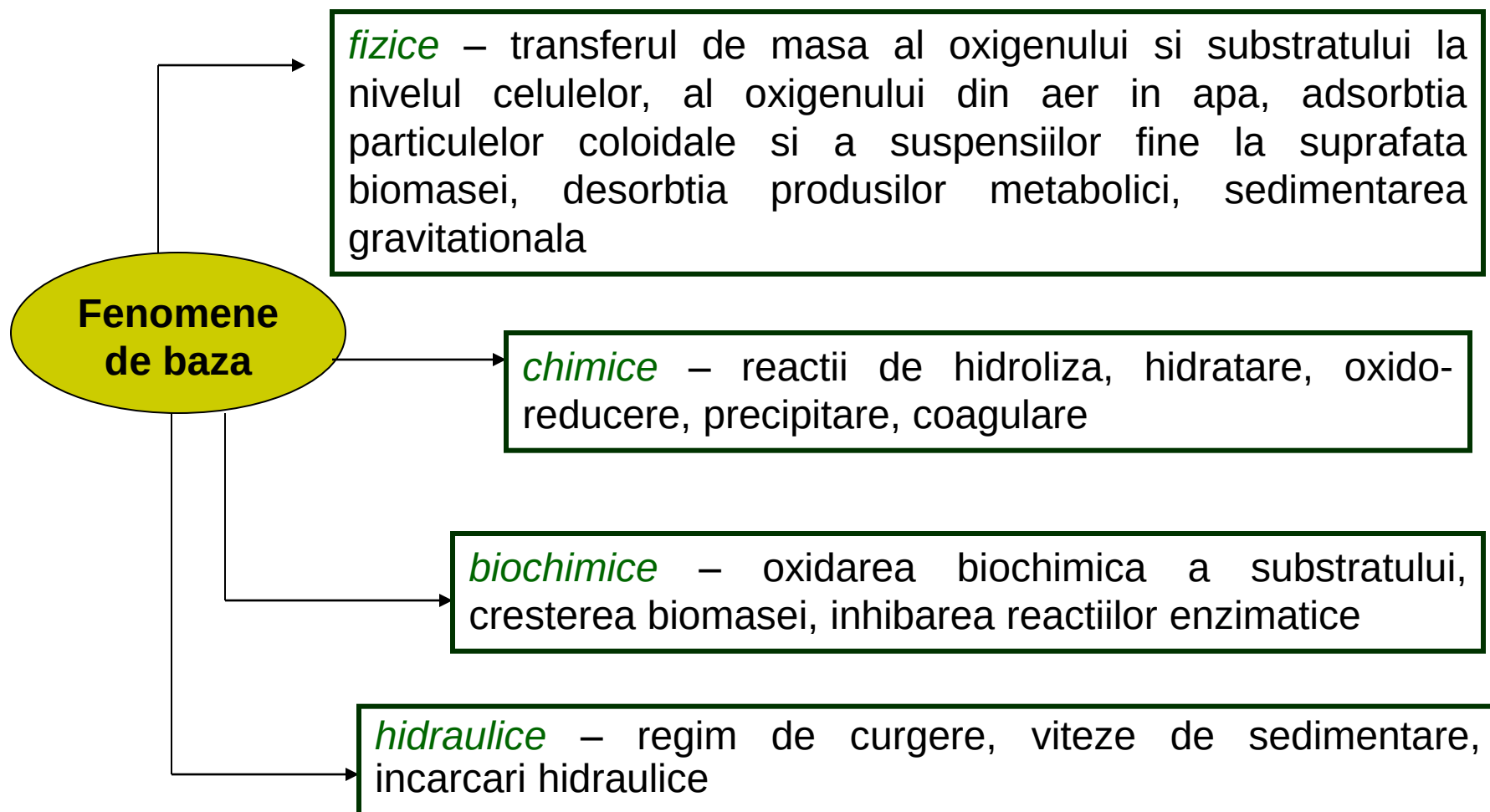


IV.3. Epurarea secundara – treapta biologica

- **procedeele biologice** sunt cele mai eficiente si economice pentru eliminarea substantelor organice poluante din apele uzate
- epurarea biologica poate fi realizata in :
 - construcții și instalații în care condițiile sunt apropiate de cele naturale (câmpuri de irigare și filtrare, iazuri biologice, etc.) – *epurare biologică naturală*. În acest caz epurarea este dependentă de încărcarea apei uzate și se caracterizează prin eficiență ridicată obținută însă într-un timp
 - *construcții și instalații în care condițiile sunt create artificial (filtre biologice și bazine cu nămol activ), fiind vorba de metode de epurare biologică artificială. Timpul de tratare în acest caz este semnificativ mărit prin aport suplimentar de oxigen și microorganisme, ceea ce conduce la crearea condițiilor favorabile desfășurării proceselor biochimice cu randamente finale ridicate.*

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

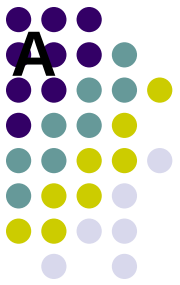
IV.3. Epurarea secundara – treapta biologica



IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.3. Epurarea secundara – treapta biologica

Dima Mihai, Epurarea apelor uzate urbane, Ed. Junimea Iasi, 1998



- Procesele de epurare biologica pot avea loc numai daca apele uzate contin suficiente substante nutritive si dispun de substante necesare sintezei organice
- Incarcarea organica a apelor uzate variaza in functie de specificul industriei si a materiilor prime folosite, acestea putand fi incadrate in una din urmatoarele categorii:
 - substante organice degradate cu usurinta de microorganisme
 - substante organice care reclama o flora selectionata, adaptata pentru indepartarea lor
 - substante rezistente la atacul microorganismelor sau care sunt degradate intr-un interval de timp mai indelungat

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4. Procedee biologice de epurare



- **substanta organica din apele uzate = substratul dezvoltarii microorganismelor**

Mecanismul procesului de epurare biologica

- la interfata **apa uzata - suprafata de contact**, se dezvolta colonii de bacterii si/sau alte tipuri de microorganisme, numite **biomasa** sistemului respectiv de epurare; poate fi reprezentata sub forma de:
 - *pojghita (membrana)* fixata pe suprafata materialului filtrant in cazul filtrelor biologice, campurilor de irigare
 - *flocoane* care plutesc in masa apei, in cazul bazinelor cu namol activat

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4. Procedee biologice de epurare



- **Indepartarea** substantelor organice se face **prin metabolism** de catre cultura mixta de microorganisme (**biomasa**)
 - eficienta este maxima atunci cand:
 - sunt asigurate toate conditiile realizarii unei suprafete de contact cat mai mari (acest tip de epurare este un fenomen de suprafata)
 - asigura transferul substantei organice din apa uzata spre biomasa pentru realizarea fenomenului ulterior de **sorbție** (adsorbție si absorbtie)
 - in cazul bazinelor cu namol activat suprafata de contact prin intermediul flocoanelor este mult mai mare decat in cazul peliculei biologice, ceea ce explica eficienta acestor procedee
 - sunt asigurati parametrii favorabili desfasurarii procesului (temperatura, O_2 , incarcare organica, etc.)

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4. Procedee biologice de epurare



- **Etapele procesului de epurare biologica:**
 - substantele organice prezente in apa uzata sunt adsorbite si concentrate la suprafata biomasei
 - prin activitatea enzimelor eliberate de celule (exoenzime) substantele sunt descompuse in unitati mici care patrund in celula microorganismelor unde sunt metabolizate
 - o parte a reactiilor de oxidare care au loc, furnizeaza energie reactiilor prin care ***se formeaza masa celulara noua***, iar ***produsii finali ai descompunerilor*** (apa, bioxid de carbon, azotati, sulfati, substante organice stabile, etc.) sunt eliberati

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

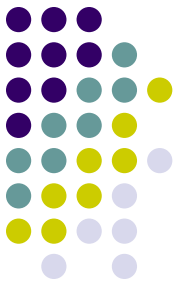
IV.4. Procedee biologice de epurare



- prin activitatea microorganismelor (care formeaza biomasa) asupra substantelor organice din apele uzate se produce:
 - eliminarea substantei organice impurificatoare
 - cresterea biomasei (grosimea membranei biologice sau volumul de flocoane) sub forma de material celular insolubil, sedimentabil
 - aceasta crestere trebuie mentinuta intre anumite limite, prin evacuarea din sistem
 - eliminarea membranei poate avea loc pe cale naturala (in cazul filtrelor biologice de mica incarcare), sau prin autocuratare controlata
 - excesul de biomasa este retinut in decantoarele secundare

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4. Procedee biologice de epurare



- in cazul bazinelor cu namol activat biomasa suplimentara este eliminata (namol activat in exces) pentru rezolvarea unor necesitati tehnologice proprii (cresterea eficientei decantoarelor primare), fie pentru stabilizarea finala in bazinele de fermentare a namolului
- eliberarea de produse reziduali (de metabolism sau din distrugerea celulelor) :
 - unii se indeparteaza usor (ex.CO₂)
 - altii raman dispersati in mediul lichid, contribuind la realizarea unei anumite valori a parametrilor CCO si CBO₅

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE



IV.4. Procedee biologice de epurare

- *Reactiile metabolice ale microorganismelor implicate in epurarea biologica pot urma simultan cele doua cai:*
 - *catabolism* sau *dezasimilatie*, in care se produce degradarea (oxidarea) substantelor organice in special pentru obtinerea energiei
 - *anabolism* sau *asimilatie*, in care se produce sinteza materialului celular, folosind energia eliberata in reactiile de oxidare
- Mineralizarea substantelor organice se face prin consum de oxigen, motiv pentru care cantitatea acestuia in apele uzate se exprima prin necesarul de oxigen pentru producerea reactiilor chimice si biochimice (CCO sau/si CBO₅)

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4. Procedee biologice de epurare



IV.4.1. EPURAREA BIOLOGICA NATURALA (Autoepurarea)

- Se bazeaza pe ***capacitatea naturala de autoepurare organica*** a apelor, avand la baza o suma de procese fizice, chimice, biologice si biochimice prin care se reduce treptat cantitatea de poluanti deversati in rauri sau lacuri:
 - bacteriile autotrofe consuma substantele anorganice
 - bacteriile heterotrofe consuma substatele organice
 - impreuna, cele doua tipuri de *bacterii* constituie *hrana* pentru *protozoare* (ciliate, flagelate, etc.), care pot consuma si direct substanta organica nevie
 - *protozoarele* devin mai departe, *hrana* pentru *viermi*, *rotifere*, *larve*, *moluste*, care sunt consumate de *pesti*
 - macrovertebratele contribuie si mai mult la epurarea apelor, prin alte mecanisme proprii:
 - *filtreaza apa*
 - *aereaza si afaneaza mëlul si il stabilizeaza*

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE



IV.4.1. Epurarea biologica naturala

- plantele clorofiliene produc oxigen, consuma CO_2 si saruri minerale si devin hrana pentru fitofage; uneori extrag substante organice din apa
- macrofitele sunt adevarate filtre biologice
- o serie de plante adsorb metale grele contribuind la detoxifierea respectiv dezactivarea apei, daca nu se depaseste o anumita concentratie
- Procedetul asigura un grad inalt de epurare de pana la 95-99%
- Este recomandat acolo unde emisarul impune evacuarea unei ape curate, sau in acele cazuri in care aceasta metoda se dovedeste avantajoasa din punct de vedere tehnic si economic
- Se realizeaza:
 - pe campuri de irigare
 - filtre de nisip
 - iazuri biologice

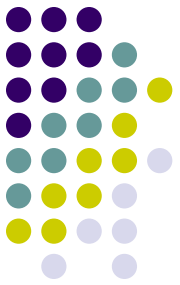
IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE



IV.4.1. Epurarea biologica naturala

- Metoda nu este foarte raspandita in practica deoarece procesul nu poate fi reglat cu usurinta in functie de variatia calitatii apelor uzate
- Se desfasoara in absenta oricaror forme de energie produse de om, in schimb foloseste:
 - energia gravitationala la infiltrarea apei in sol (campuri de irigatii, de infiltratie),
 - energia solara si eoliana la iazurile biologice
- **Fiecare curs natural prezinta o anumita limita a posibilitatilor de autocuratare**
 - la depasirea acesteia pot apare modificari bruste ireversibile iar fluxul de apa devine mort

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

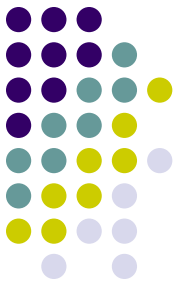


IV.4.1. Epurarea biologica naturala

- **Factorii** care influențează procesul de **autoepurare** pot interveni simultan sau într-o anume succesiune și sunt:
 - *de natură fizică* (sedimentarea, temperatura, lumina, curgerea apei);
 - *de natură chimică* (oxigenul, bioxidul de carbon, alți compuși chimici);
 - *de natură biologică* (bacteriile autotrofe sau heterotrofe care consumă substanțele minerale sau organice drept sursă de hrană și energie, protozoare, macrovertebrate și plante clorofilene).

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.2. Epurarea biologica artificiala



- Se poate realiza prin:
 - **Procedee aerobe:**
 - *cu biomasa in suspensie* (epurarea in iazuri biologice, epurarea cu namol activ)
 - *cu biomasa imobilizata* (filtre biologice, bioareactoare)
 - **Procedee anaerobe:**
 - *cu biomasa in suspensie* (in bioeactoare anaerobe)
 - *cu biomasa imobilizata* (filtre anaerobe)

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE



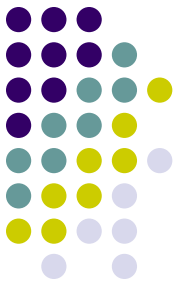
IV.4.3. Procedee aerobe

IV.4.3.1. Procedee aerobe cu biomasa in suspensie

- Epurarea cu namol activ
- Epurarea in bioreactoare de tip secvential
- ***Epurarea cu namol activ*** (dezvoltata din 1941 in Anglia)
 - are la bază faptul că prin aerarea unei ape uzate cu o puternică încărcătură organică se obțin flocoane de culoare galben-brun până la brun-negru (în intervale de timp de la câteva zile la câteva săptămâni) care se vor depune sub formă de nămol activ atunci când se oprește aerarea și agitarea.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3. Procedee aerobe



- Microorganismele principale reponsabile de descompunerea substanțelor organice și de obținerea de flocoane cu dimensiuni ce asigură o sedimentare eficienta sunt e bacteriile aerobe sau facultativ aerobe din familiile *Pseudomonas*, *Zoogloea*, *Mycobacterium*, *Nitrobacter*, *Nitrosomonas*.
- la procesul de metabolizarea completă a materiei organice participă toate tipurile de microorganisme:
 - protozoarele vor consuma bacteriile dispersate, nefloculate prezente în masa apoasă, iar rotiferele vor consuma flocoanele biologice nesedimentate.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE



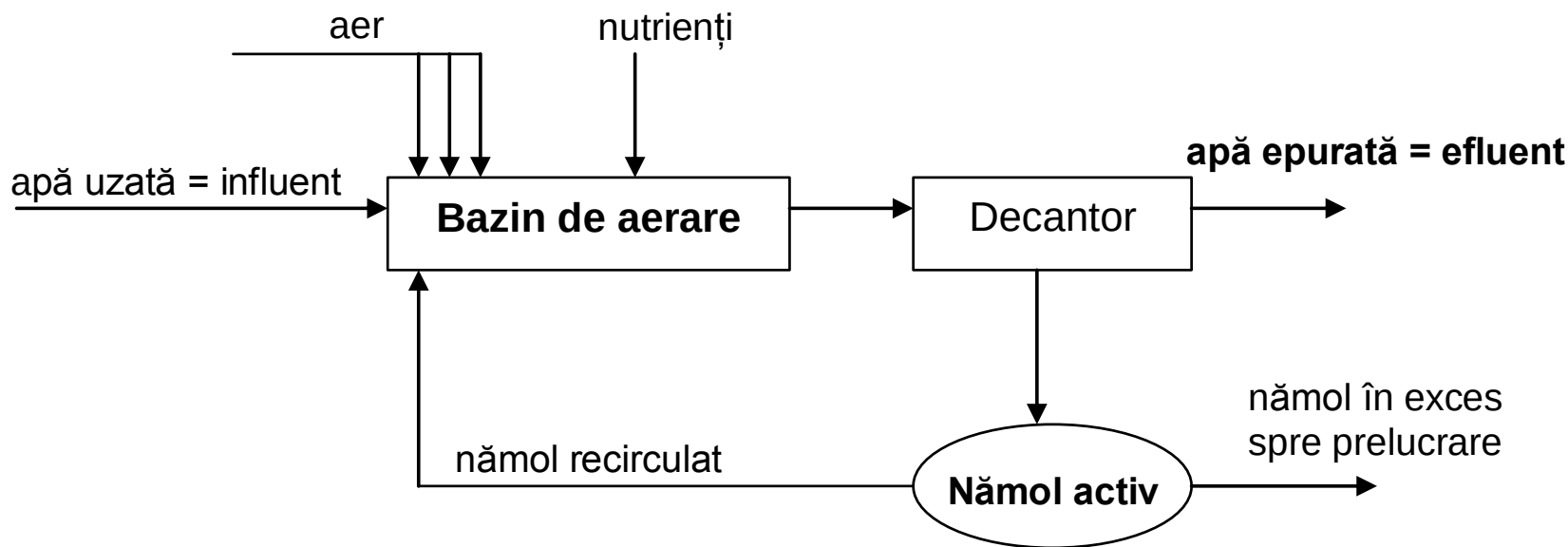
IV.4.3.1. Procedee aerobe cu biomasa in suspensie

- in bazinul cu namol activ bacteriile aerobe sau facultativ aerobe utilizeaza o parte din materialul organic pentru obtinerea energiei, care va fi ulterior folosita pentru cresterea masei microbiene
- utilizarea bacteriilor:
 - imprima o viteza mare procesului de epurare si
 - formarea unor flocoane cu dimensiuni care asigura o sedimentare eficienta in bazinul de decantare
- varianta s-a diversificat in timp, ca mod de operare, urmarindu-se o distributie uniforma a oxigenului necesar procesului, a namoului recirculat sau a apei uzate pe toata lungimea reactorului
- *rezultatul este limpezirea efluentului*



IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.1. Procedee aerobe cu biomasa in suspensie



- are loc un proces de descompunere a substanțelor organice poluante de către microorganisme și sintetizarea unui material celular nou, care se separară prin decantare sub forma unui nou nămol activ

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.1. Procedee aerobe cu biomasa in suspensie



- Avantaje:
 - Procedeu curat care conduce la un efluent neputrescibil
 - Reducerea mirosurilor emanate in procesul tehnologic
 - Grad de nitrificare controlabil
 - Eficienta ridicata; poate atinge 90% pentru CBO_5 si suspensii decantabile
 - Cost redus al investitiei
- Dezavantaje
 - Necesita personal calificat, supraveghere atenta si dirijare permanenta
 - Rezulta cantitati mari de namol
 - Este sensibil la compozitia si concentratia influentului
 - Costuri ridicate de exploatare

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE



IV.4.3.1. Procedee aerobe cu biomasa in suspensie

- Variante tehnologice:
 - *in regim continuu cu recirculare*
 - *in regim discontinuu*
- Elementul principal este **bazinul de aerare**, unde se formeaza si intretine namolul activ
- Daca apa cu incarcare organica este aerata, dupa un interval de timp (de la 3-6 zile la cateva saptamani) se formeaza flocoane galben-brun pana la brun-negru, care sedimenteaza in momentul intreruperii oxigenarii si agitarii
- In bazinul de aerare in prezenta oxigenului si a nutrientilor se desfasoara procesul biochimic de degradare a substantelor organice → un material celular nou care se separa gravitational in decantoarele secundare

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.1. Procedee aerobe cu biomasa in suspensie



- o parte din namol se recircula in bazinul de aerare, astfel incat aici concentratia in namol este relativ constanta
- iar o alta parte este evacuata la depozitul de namol
- In bazinul de aerare cultura de microorganisme se mentine printr-un aport permanent de aer si oxigen

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE



IV.4.3.1. Procedee aerobe cu biomasa in suspensie

- Epurarea cu namol activat presupune urmatoarele etape:
 - Preepurarea mecanica a apei uzate (influentului) in decantorul primar
 - Contactarea namolului cu apa uzata in prezenta nutrientilor (N si P)
 - Omogenizarea si amestecarea continua a amestecului polifazic pentru
 - reducerea gradientilor de concentratie
 - realizarea contactului necesar mineralizarii materiei organice
 - Separarea apei epurare (efluent) de namolul activ prin sedimentarea acestuia in decantorul secundar
 - Recircularea unei parti din namol din decantorul secundar in bazinul de aerare
 - Evacuarea namolului in exces



IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.1. Procedee aerobe cu biomasa in suspensie

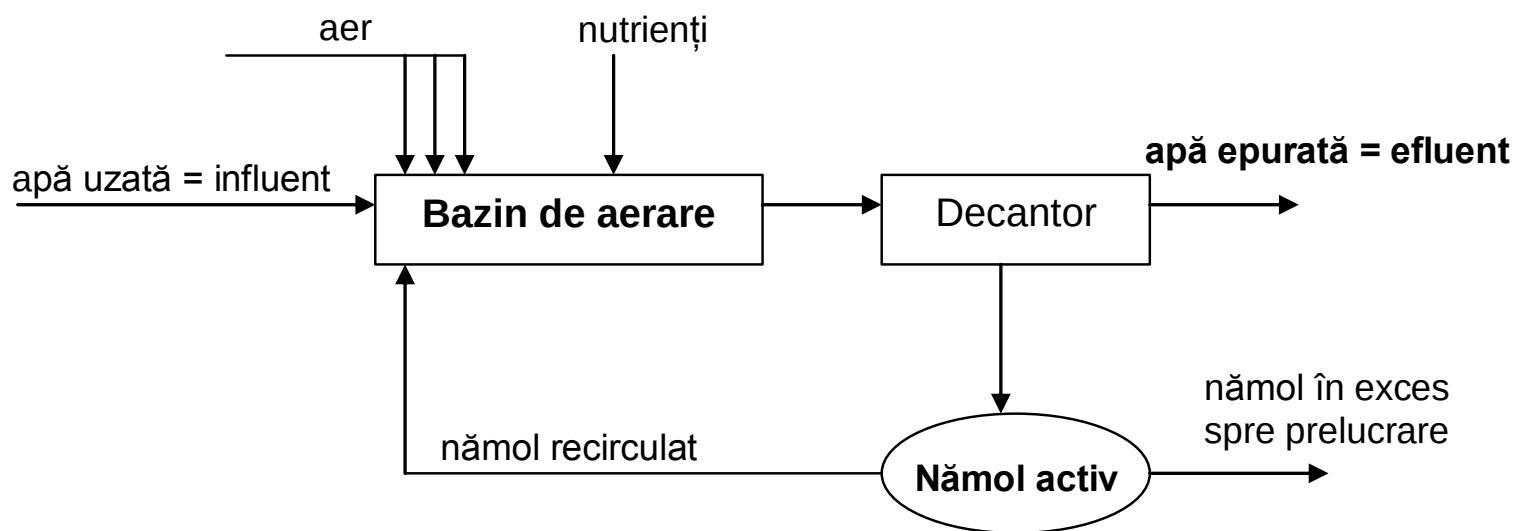
- Agenti de inhibare ai procesului
 - Petrol, crom
 - Arsen, cianuri
 - Detergenti
- Compozitia amestecului polifazic din bazinul de aerare:
 - suspensii solide anorganice inerte care nu au fost retinute in decantorul primar
 - suspensii solide inerte rezultate prin moartea microorganismelor
 - substante organice poluante
 - materii organice nedegradate care provin din moartea microorganismelor
 - biomasa activa

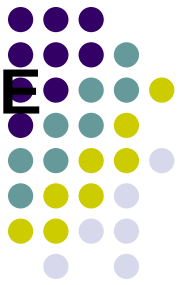
IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.1. Procedee aerobe cu biomasa în suspensie

- În funcție de modul de alimentare cu apă uzată sau namol recirculat sau mod de aerare există mai multe variante.

A. Instalatia de epurare cu namol activ, varianta conventionala





IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.1. Procedee aerobe cu biomasa in suspensie

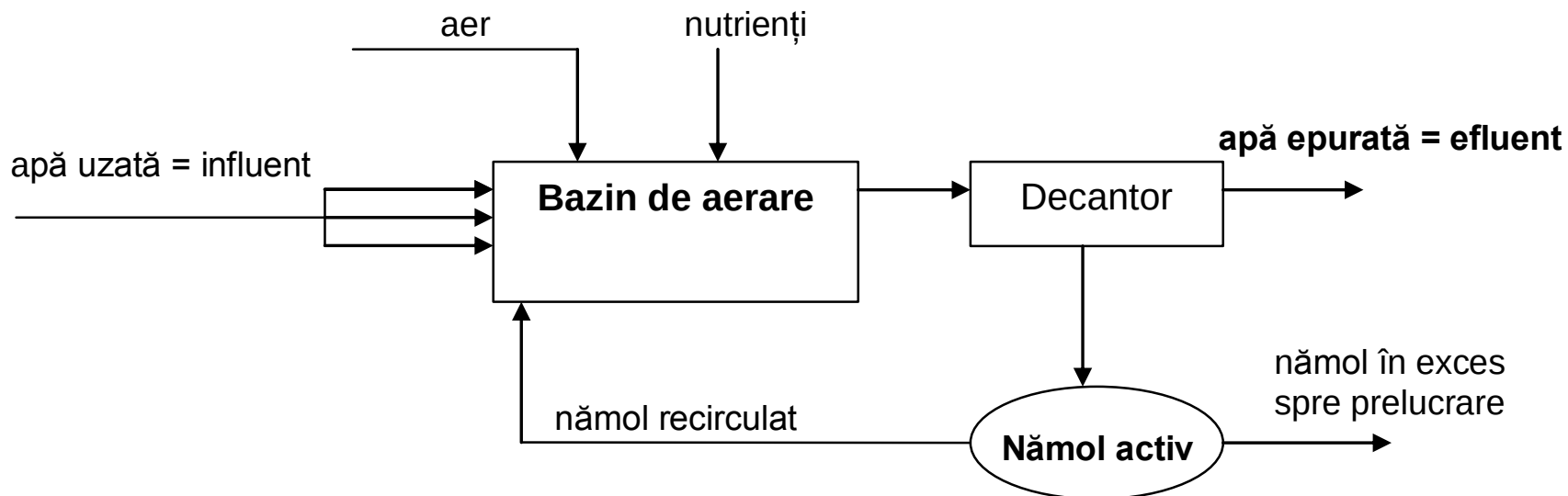
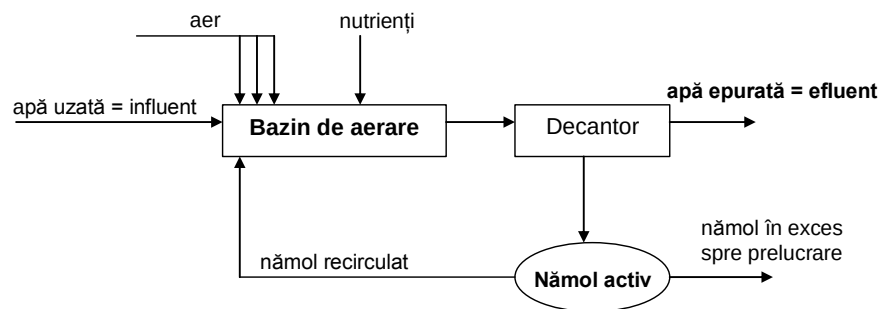
- Apa vine direct in contact cu namolul recirculat in zona de admisie in bazin
- Amestecarea este continua pentru omogenizarea amestecului polifazic si mentinerea flocoanelor de namol activ in suspensie

B. Varianta cu distributia incarcarii organice din apa in trepte

- apa uzata se alimenteaza in mai multe puncte de-a lungul bazinului, ceea ce contribuie la diminuarea variatiei concentratiei impuritatilor din apa uzata asupra namolului activ
- flocoanele de namol sunt mai uniform hranite, scade necesarul de oxigen
- se realizeaza o reducere a volumului bazinului biologic cu 25-30%

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

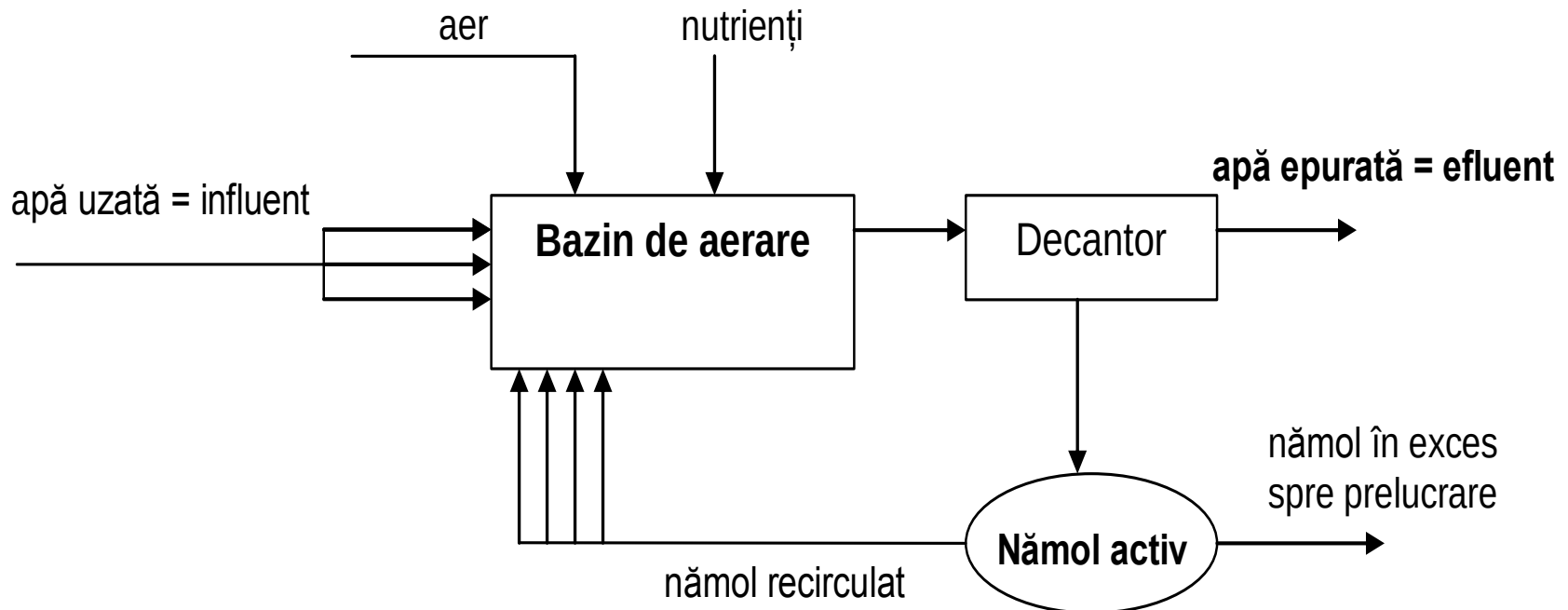
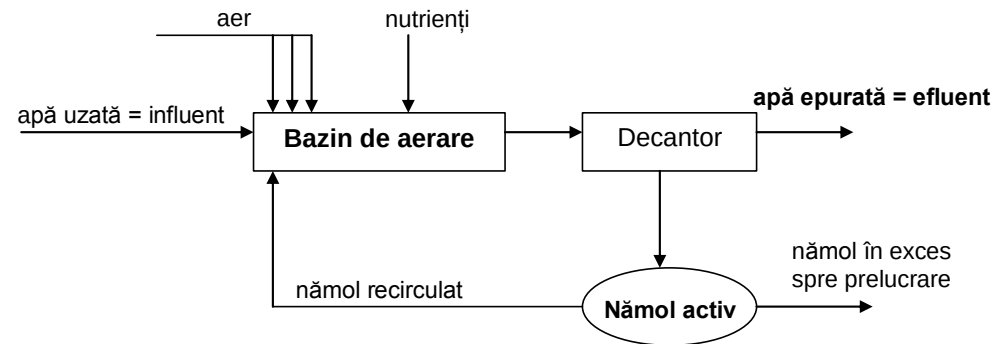
IV.4.3.1. Procedee aerobe cu biomasa in suspensie





C. Varianta cu distributia in trepte a incarcarii organice din apa si a namolului recirculat

- se realizeaza o distributie aproape egala a impuritatilor din apa si a namolului in intregul volum al bazinului de aerare
- se realizeaza o omogenizare a amestecului polifazic



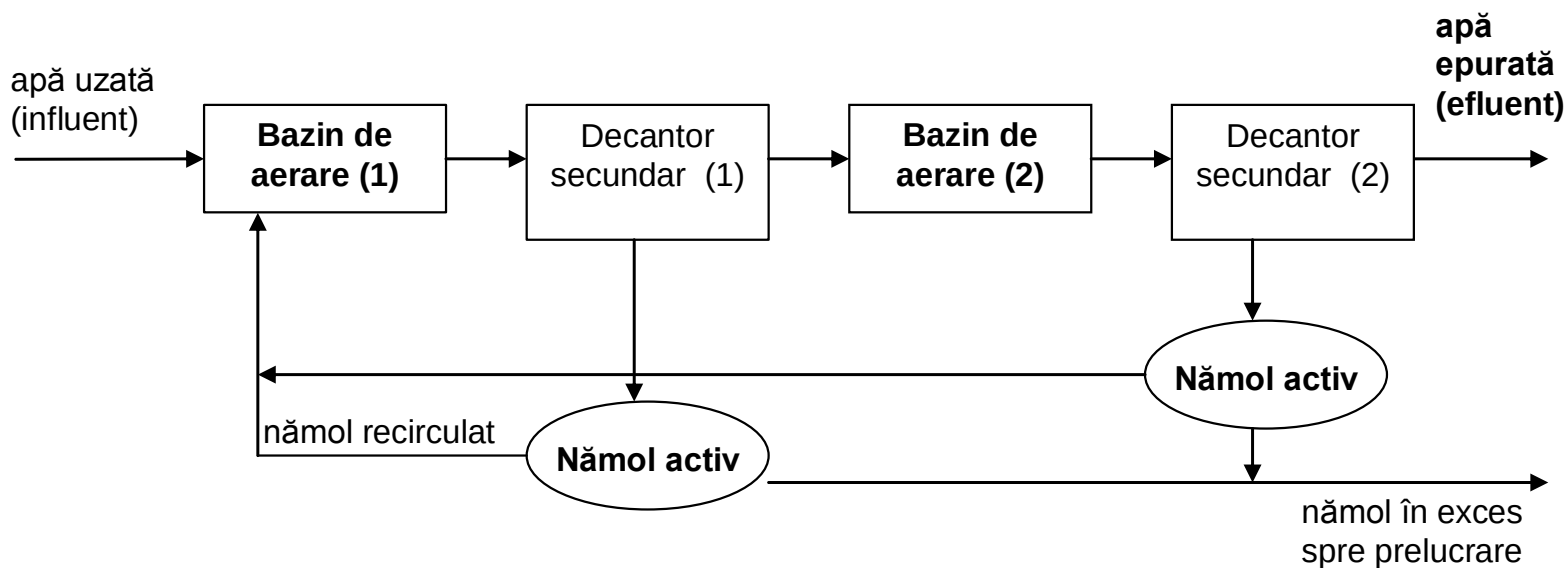
IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.1. Procedee aerobe cu biomasa in suspensie



D. Varianta epurarii in doua trepte

- apa trece printr-o pereche de bazine de aerare si decantoare secundare

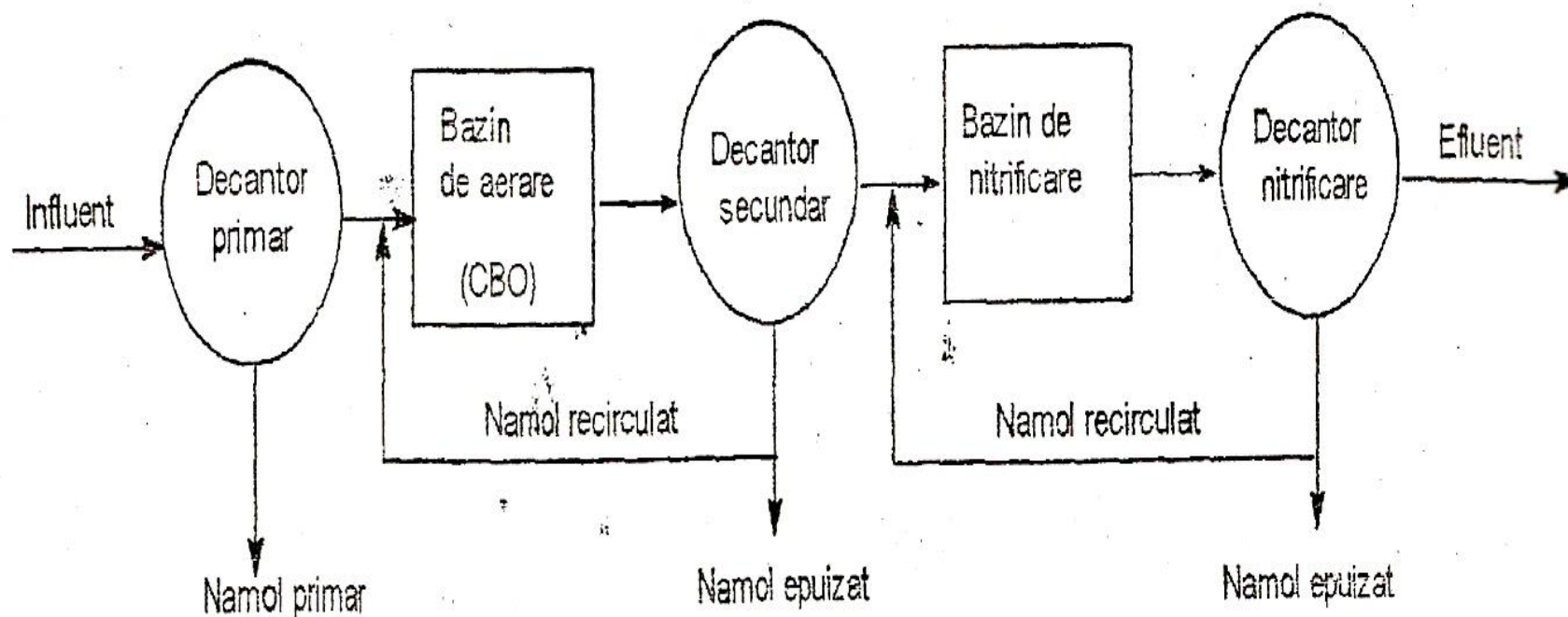


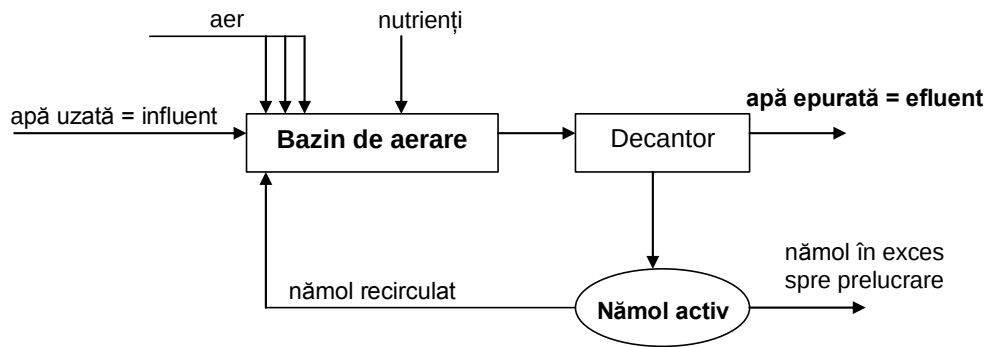
IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.1. Procedee aerobe cu biomasa in suspensie

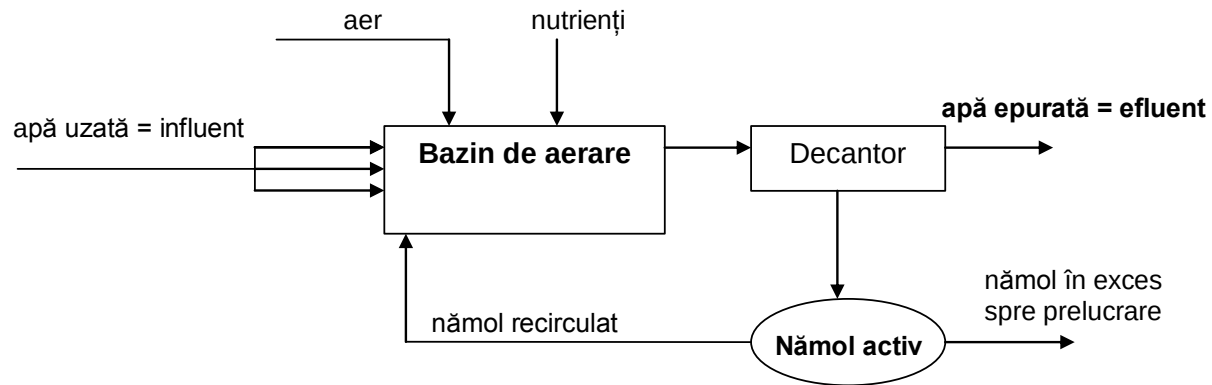
E. Varianta cu oxidare si nitrificare in doua trepte

- in prima treapta se reduce CBO-ul (bazin similar celui din varianta conventionala) iar in a doua treapta are loc nitrificarea

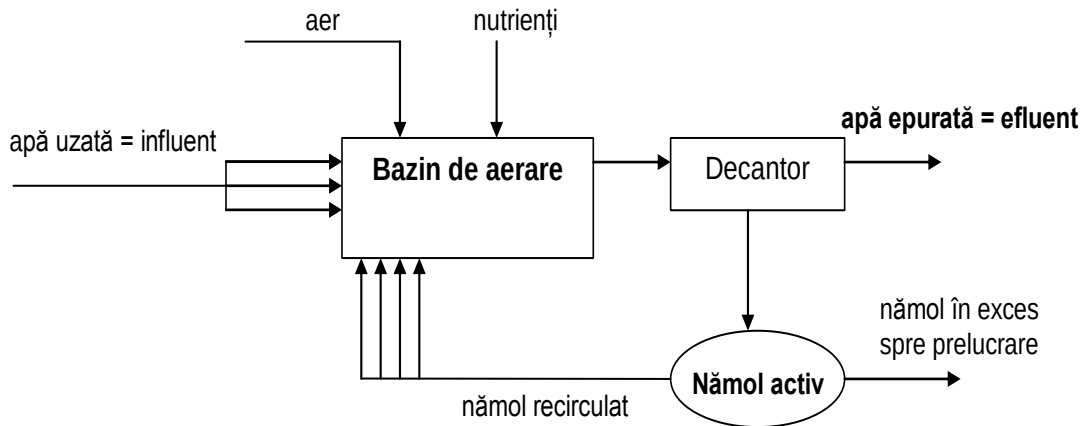




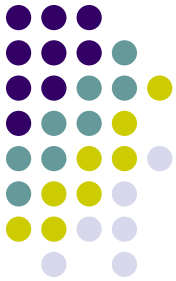
A



B

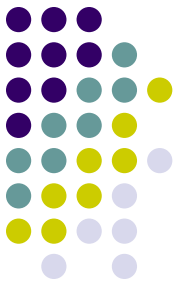


C



IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

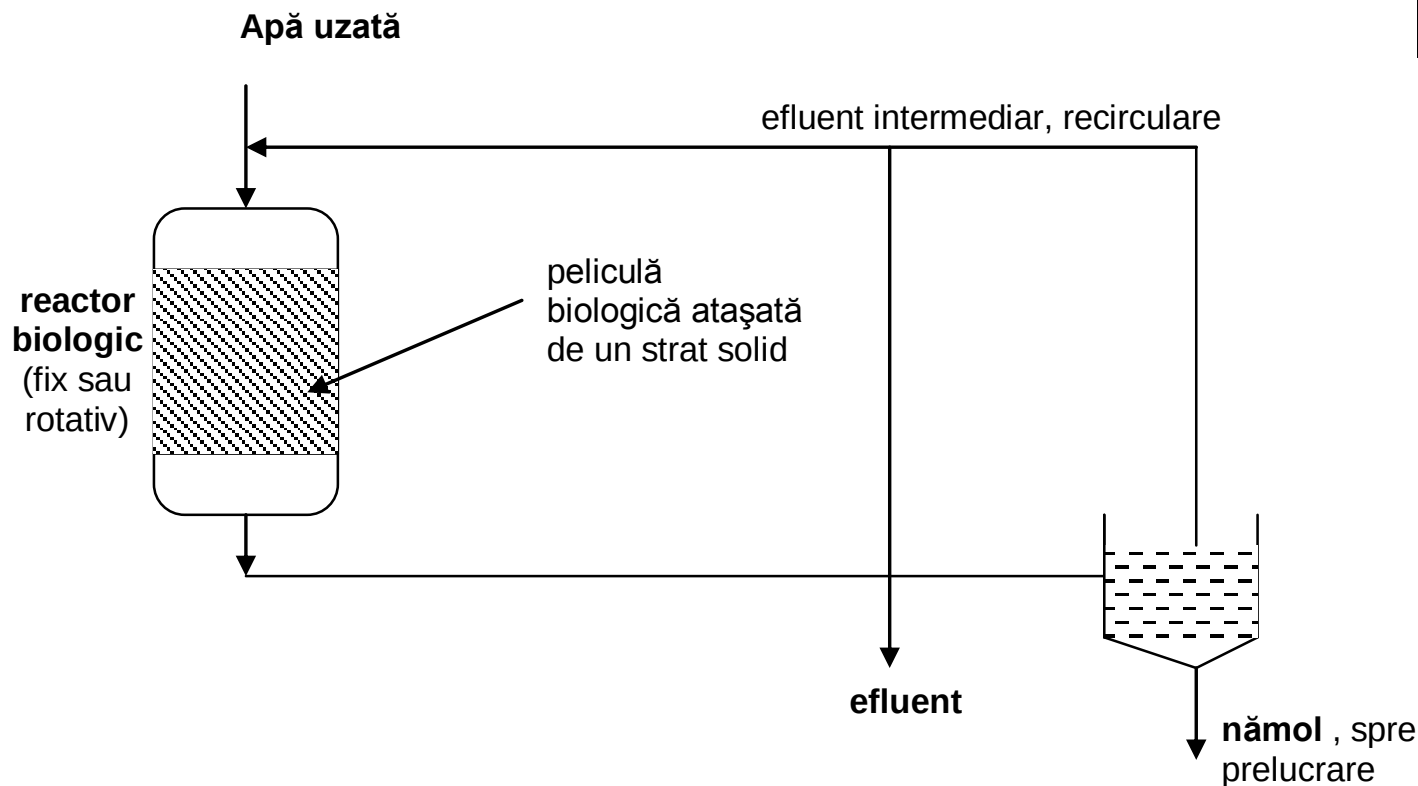
IV.4.3.2. Procedee aerobe cu biomasa imobilizata



- se bazeaza pe *abilitatea microorganismelor de a se atasa pe suprafete solide , crescand sub forma unor biofilme*
- aceasta capacitate a fost exploatata pentru proiectarea reactoarelor biologice
- În funcție de poziția suportului cu microorganisme din reactorul biologic, aceste procedeele pot fi realizate:
 - *în regim static*, când apa uzată străbate biomasa atașată unui suport fix. Se utilizează în acest scop filtre biologice.
 - *în regim dinamic*, când biomasa se deplasează către masa apei uzate fiind dispusă pe echipamente dinamice, rotative (biodisc, biotambur).

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.2. Procedee aerobe cu biomasa immobilizata

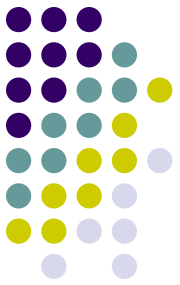


Componemtele unei instalatii de epurare aerobă a apelor uzate cu peliculă biologică:

- reactor biologic, decantor, rezervoare de depozitare nămol și efluent, circuite și pompe de recirculare, conducte de evacuare.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.2. Procedee aerobe cu biomasa immobilizata



- Indiferent de tipul de bioreactor elementul esențial îl reprezintă *filmul biologic* (pelicula biologica)
 - este reprezentată de un strat subțire, cu aspect mucilaginos, format din microorganismele atașate la suprafețe solide, inerte și cu granulație diferită.
 - are capacitatea de a crește odată cu înaintarea apei uzate de-a lungul său, după care, la anumite intervale de timp, se desprinde de pe umplutură și ajunge cu efluentul în decantor, de unde va fi înlăturată.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.2. Procedee aerobe cu biomasa imobilizata

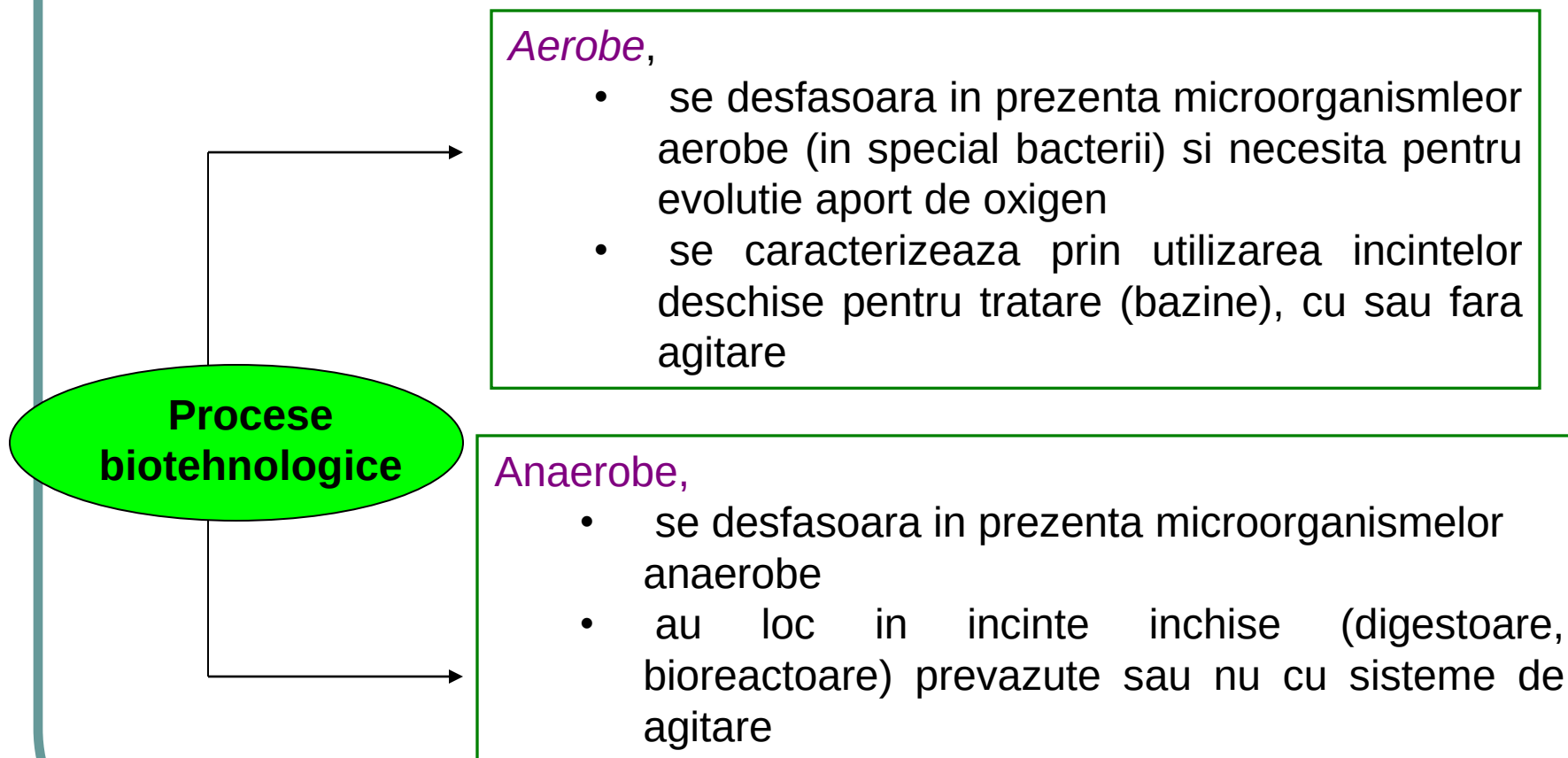


Mecanismul procesului în pelicula biologică:

- De-a lungul peliculei biologice formate pe suportul solid, se deplasează în echi- sau contracurent *un curent de aer* (necesar menținerii unei anumite concentrații în oxigen pentru desfășurarea proceselor aerobe) și *apa uzată*.
- La interfața dintre acestea, precum și în interiorul filmului biologic au loc o serie de *proces fizice, chimice și biologice*, dependente de condițiile de mediu (temperatură, oxigen dizolvat), care asigură metabolizarea compușilor organici și în final epurarea apei uzate:
 - transferul de oxigen spre pelicula biologică pentru asigurarea condițiilor aerobe,
 - difuzia și adsorbția compușilor organici din apa uzată în filmul biologic,
 - procese metabolice aerobe/eventual parțial anaerobe (la contactul dintre biofilm și suportul solid) a acestor substanțe,
 - difuzia în mediu lichid și gazos a produșilor rezultați în urma metabolismului microbial.

III. BIOTEHNOLOGIA IN PROTECTIA MEDIULUI

III.3. Tipuri de procese biotehnologice – curs 3



Aceste tipuri de procedee cunosc o serie de particularizari in functie de factorul de mediu supus tratarii: apa uzata, sol contaminat, deseuri biodegradabile

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.2. Epurarea biologica artificiala – curs 3

- Se poate realiza prin:
 - **Procedee aerobe:**
 - *cu biomasa in suspensie* (epurarea in iazuri biologice, epurarea cu namol activ)
 - *cu biomasa imobilizata* (filtre biologice, bioareactoare)
 - **Procedee anaerobe:**
 - *cu biomasa in suspensie* (epurarea in autoclave de fermentatie, bioreactoare anaerobe)
 - *cu biomasa imobilizata* (filtre anaerobe)

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

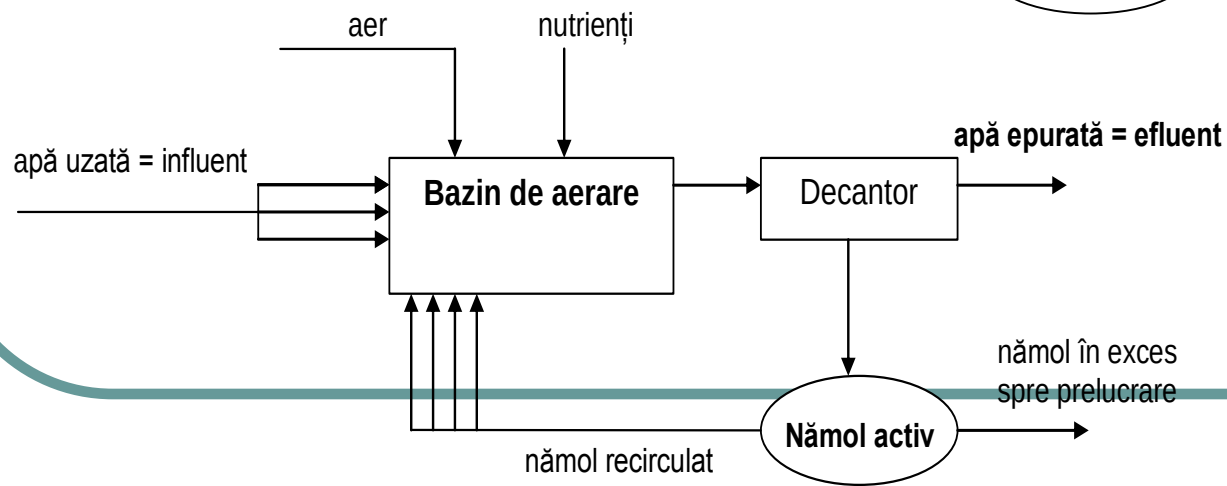
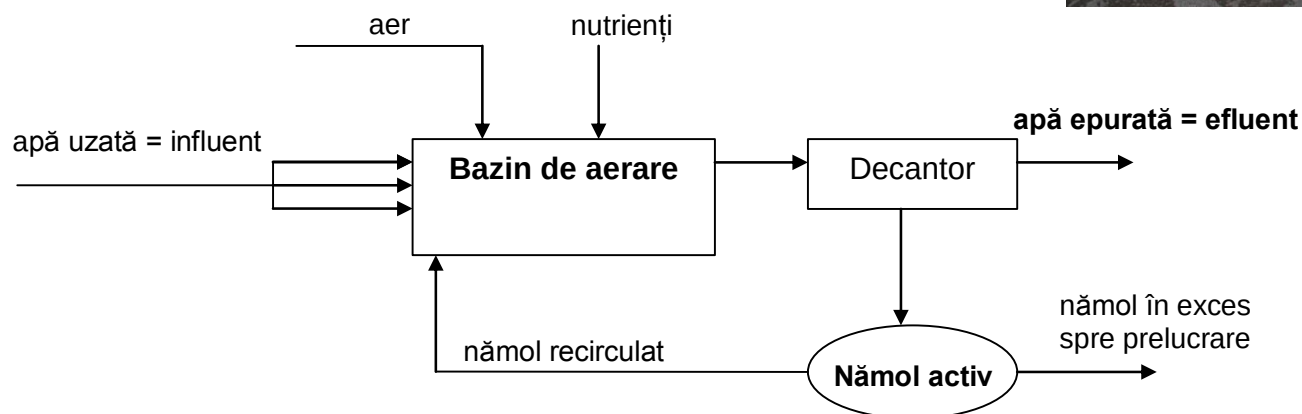
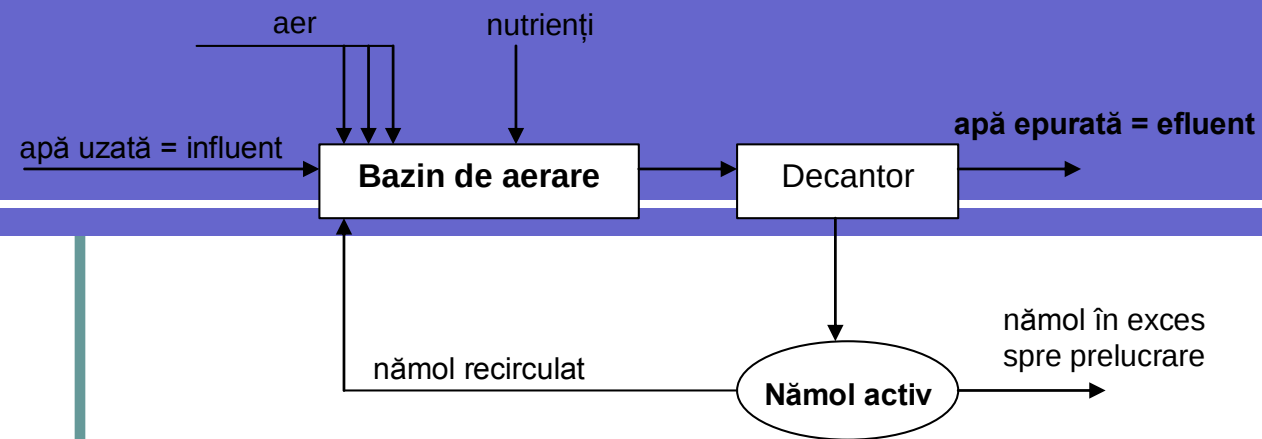
IV.4.3. Procedee aerobe - curs 3

IV.4.3.1. Procedee aerobe cu biomasa in suspensie

- **Epurarea cu namol activ**
- Epurarea in bioreactoare de tip secvential

Epurarea cu namol activ (dezvoltata din 1941 in Anglia)

- Variante tehnologice:
 - *in regim continuu cu recirculare*
 - *in regim discontinuu*
- Elementul principal este ***bazinul de aerare***, unde se formeaza si intretine namolul activ
- Daca apa cu incarcare organica este aerata, dupa un interval de timp (de la 3-6 zile la cateva saptamani) se formeaza flocoane galben-brun pana la brun-negru, care sedimenteaza in momentul intreruperii oxigenarii si agitarii



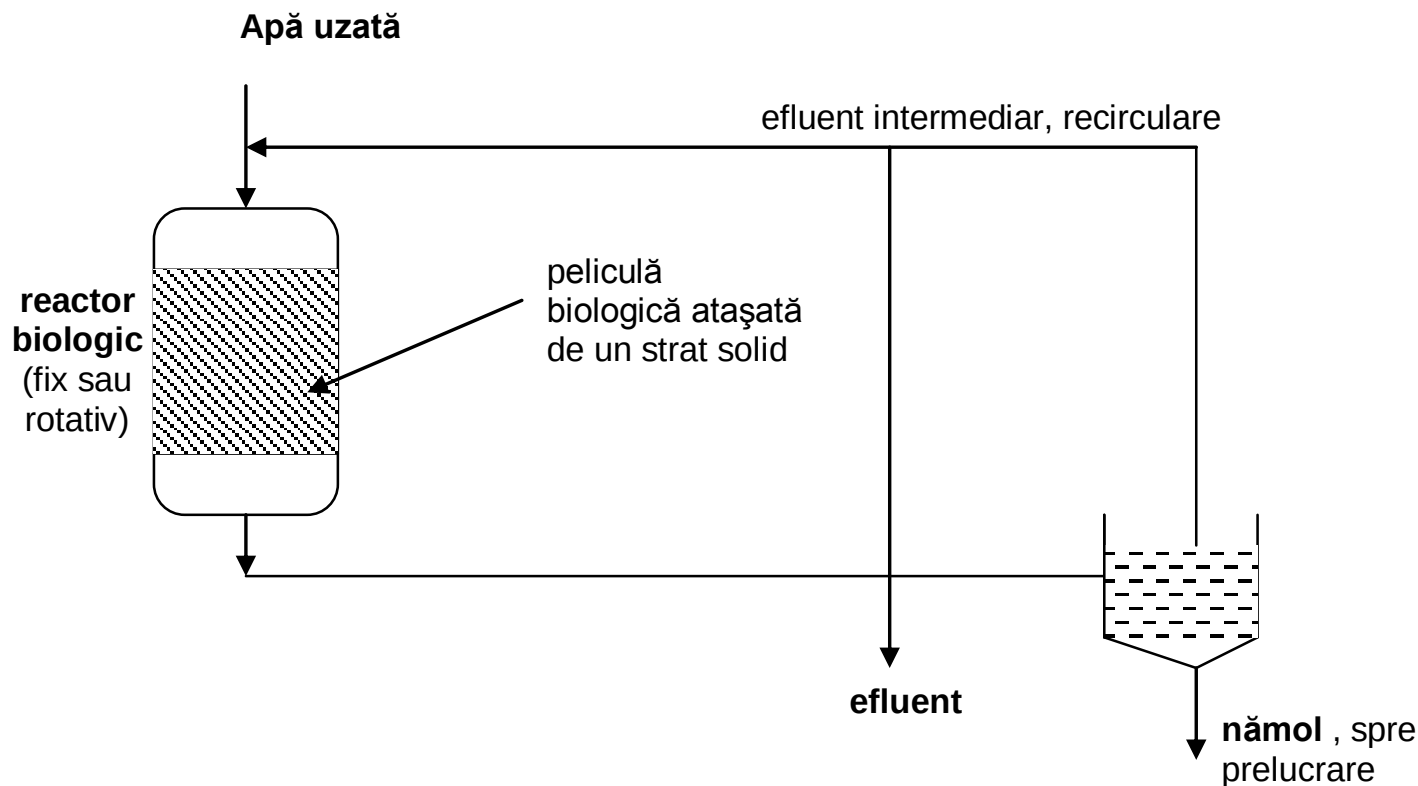
IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.2. Procedee aerobe cu biomasa immobilizata - curs 3

- se bazeaza pe *abilitatea microorganismelor de a se atasa pe suprafete solide , crescand sub forma unor biofilme*
- aceasta capacitate a fost exploatata pentru proiectarea reactoarelor biologice
- În funcție de poziția suportului cu microorganisme din reactorul biologic, aceste procedeele pot fi realizate:
 - *în regim static*, când apa uzată străbate biomasa atașată unui suport fix. Se utilizează în acest scop filtre biologice.
 - *în regim dinamic*, când biomasa se deplasează către masa apei uzate fiind dispusă pe echipamente dinamice, rotative (biodisc, biotambur).

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.2. Procedee aerobe cu biomasa immobilizata- curs 3



Componemtele unei instalatii de epurare aerobă a apelor uzate cu peliculă biologică:

- reactor biologic, decantor, rezervoare de depozitare nămol și efluent, circuite și pompe de recirculare, conducte de evacuare.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

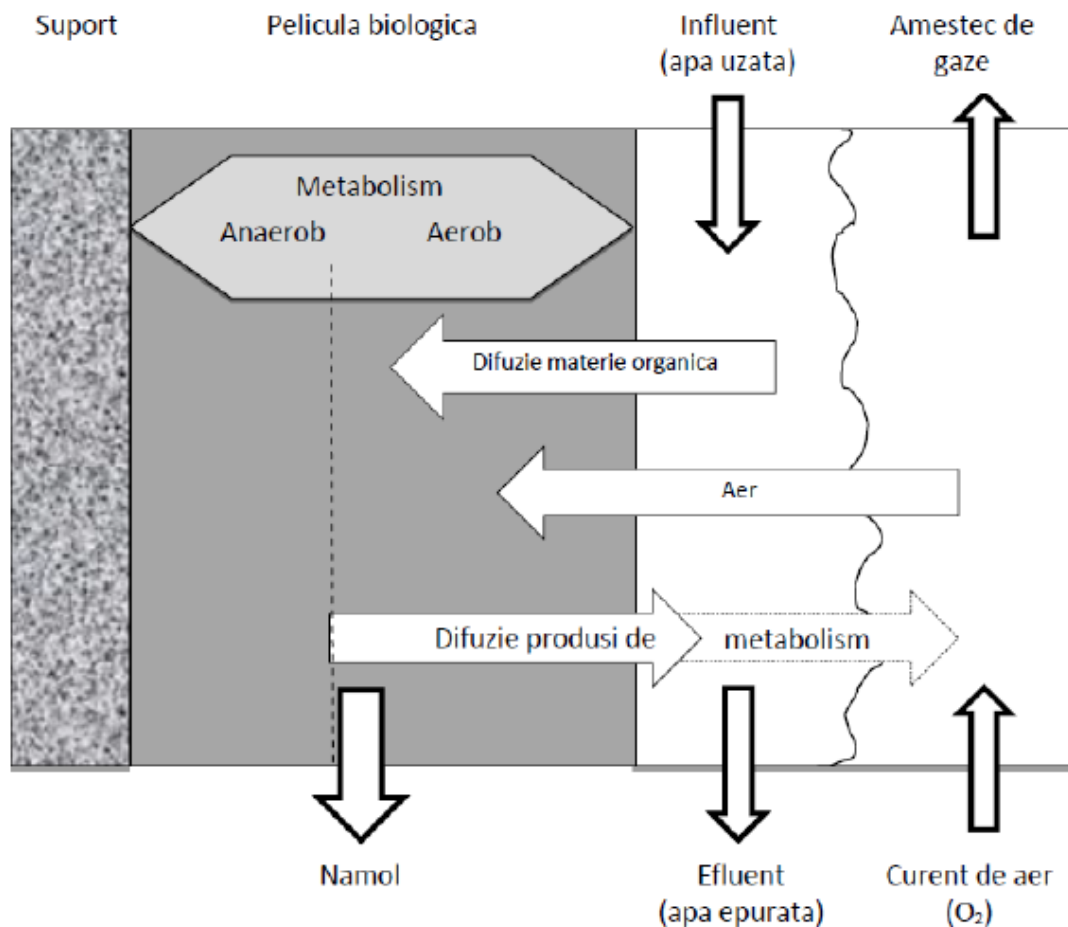
IV.4.3.2. Procedee aerobe cu biomasa imobilizata- curs 3

- Indiferent de tipul de bioreactor elementul esențial îl reprezintă *filmul biologic* (pelicula biologica)
 - este reprezentată de un strat subțire, cu aspect mucilaginos, format din microorganismele atașate la suprafețe solide, inerte și cu granulație diferită.
 - are capacitatea de a crește odată cu înaintarea apei uzate de-a lungul său, după care, la anumite intervale de timp, se desprinde de pe umplutură și ajunge cu efluentul în decantor, de unde va fi înlăturată.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.2. Procedee aerobe cu biomasa immobilizata – curs 3

Procese fizice
chimice și
biologice care
intervin în
epurarea
aerobă cu
peliculă
biologică



IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.2. Procedee aerobe cu biomasa imobilizata

- Variante tehnologice ale procedeului de epurare aerobă cu microorganisme imobilizate:
 - functie de forma de prezentare a suportului solid pe care se imobilizează materialul biologic (strat, disc, tambur, etc.),
 - functie de modalitatea de mișcare a acestuia (strat fix, strat fluidizat sau dispozitive rotative),
 - functie de aportul de aer (O_2) necesar dezvoltării populației microbiene aerobe:
 - insuflare de aer în echi – sau contracurent cu fluxul de apă cu ajutorul unor duze fixe sau rotative, sau ventilatoare,
 - contact direct cu aerul datorită mișcării de rotație a suportului solid cu pelicula biologică atașată.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.2. Procedee aerobe cu biomasa imobilizata

- *Epurarea aerobă cu ajutorul filtrelor biologice*
- *Epurarea aerobă în bioreactoare rotative*

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

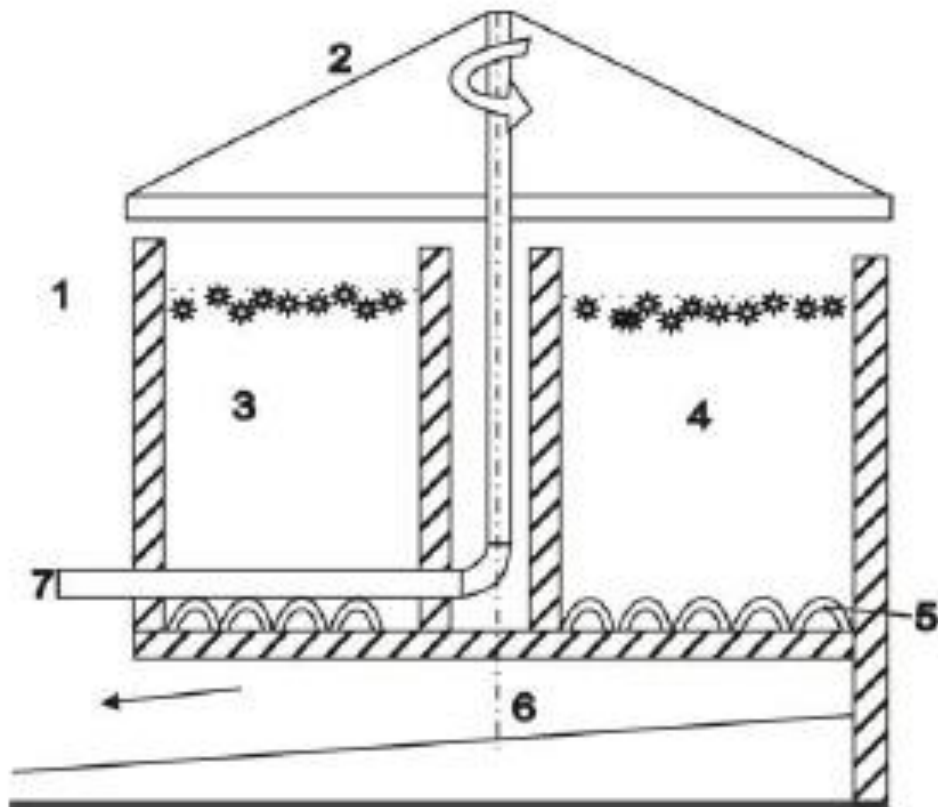
IV.4.3.2. Procedee aerobe cu biomasa imobilizata

A. *Epurarea aeroba cu ajutorul filtrelor biologice* (filtru microbian)

- Sunt reactoare în **strat fix** sau **fluidizat**, prin care aerul circulă în contracurent cu apa uzată.
- Materialul suport inert, formata din materiale cu granulație mare (zgura, cocs, materiale plastice), este depus pe un suport.
- Microorganismele se fixeaza si se dezvoltă pe materialul suport sub forma unui strat mucilaginos consumand poluantii organici din apa uzata = biofilm

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.2. Procedee aerobe cu biomasa imobilizata



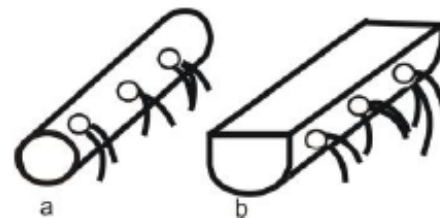
Schema unui filtru biologic

1 – construcție din beton; 2 – distri-buitor rotativ; 3 – material de umplu-tură; 4 – material de rezistență; 5 – tu-buri drenaj; 6 – canal de evacuare; 7 – conductă admisie apă brută

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.2. Procedee aerobe cu biomasa imobilizata

- Pentru a asigura atât o dispersare cât mai uniformă a fazei lichide în interiorul biofiltrului, cât și a facilita circulația aerului pentru oxigenare, pot fi utilizate diferite echipamente de distribuție:
 - fixe, reprezentate de conducte perforate atașate la sistemul de alimentare cu apă uzată sau duze (sprinklere) amplasate deasupra stratului solid;



- mobile, care execută o mișcare de rotație sau de dute-vino deasupra stratului fix, echipamente specifice biofiltrelor de dimensiuni mari.

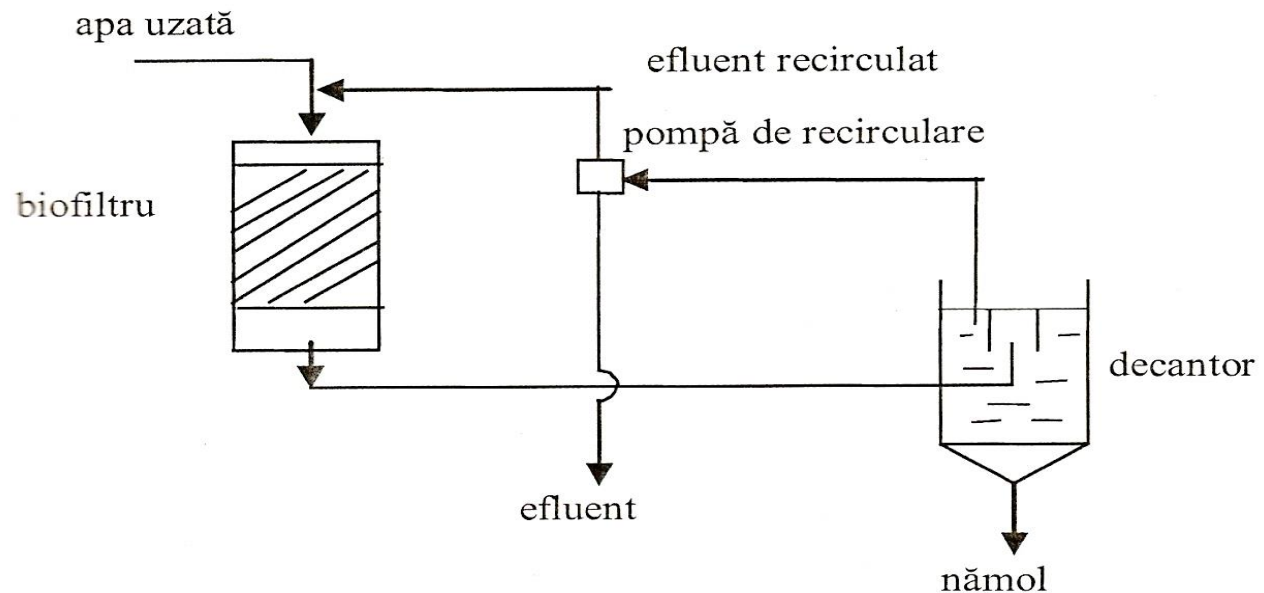
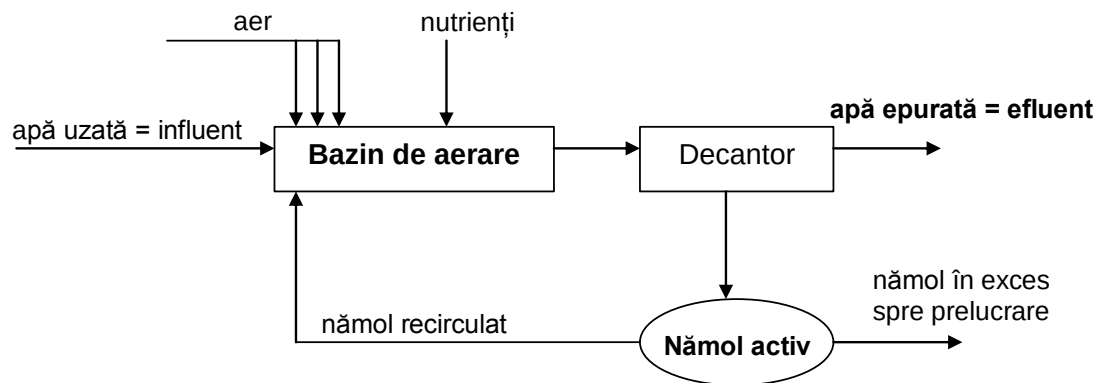
IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.2. Procedee aerobe cu biomasa immobilizata

- conditia aeroba este asigurata prin aspirarea aerului pe la partea inferioara a biofiltrului, prin orificii practice in stratul de solid
- sistemul poate fi prevazut cu ventilatoare pentru a asigura circulatia aerului prin stratul solid, mai ales in perioada calda cand diferenta mica de temperatura nu asigura aerisirea naturala

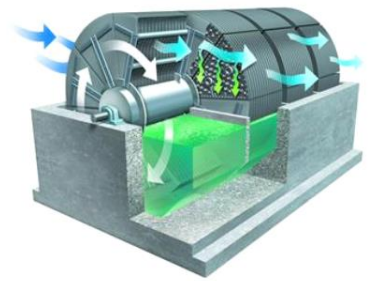
IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.2. Procedee aerobe cu biomasa imobilizata



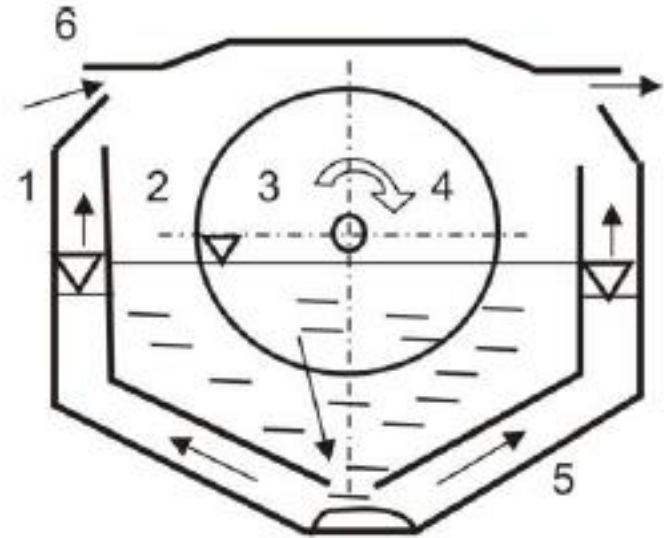
IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.3.2. Procedee aerobe cu biomasa imobilizata



• *Epurarea in bioreactoare rotative*

- sunt echipamente la care suportul solid se prezintă sub forma unui tambur/disc cu suprafață specifică mare, confecționat din materiale plastice poroase, imersat până sub ax într-o cuvă prin care circulă continuu apa uzată ce trebuie epurată.
- este menținut mecanic într-o mișcare de rotație lentă, mișcare ce asigură ca la fiecare rotație, elementele suprafeței suportului patrund in apa si apoi revin in aer:
 - se asigura contactul peliculei biologice, formate la suprafata suportului atat cu poluantii din apa uzata cat si cu oxigenul atmosferic



Echipament de epurare biologică cu discuri și peliculă biologică

1 – construcție metalică; 2 – cuvă interioară; 3 – set discuri; 4 – arbore; 5 – depozit de nămol; 6 – admisie aer.

IV. BIOTEHNOLOGII DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.4. Procedee anaerobe

- ***Epurarea anaeroba***
 - presupune descompunerea compusilor organici **in absenta oxigenului molecular**
 - in urma acestui proces substratul (impuritati organice din apele uzate) este convertit in absenta aerului la o varietate de compusi finali, dintre care importanti sunt **CH₄** si **CO₂**

Materie organica $\xrightarrow{\text{digestie anaeroba}}$ CH₄ + CO₂ + H₂ + NH₃ + H₂S + namol

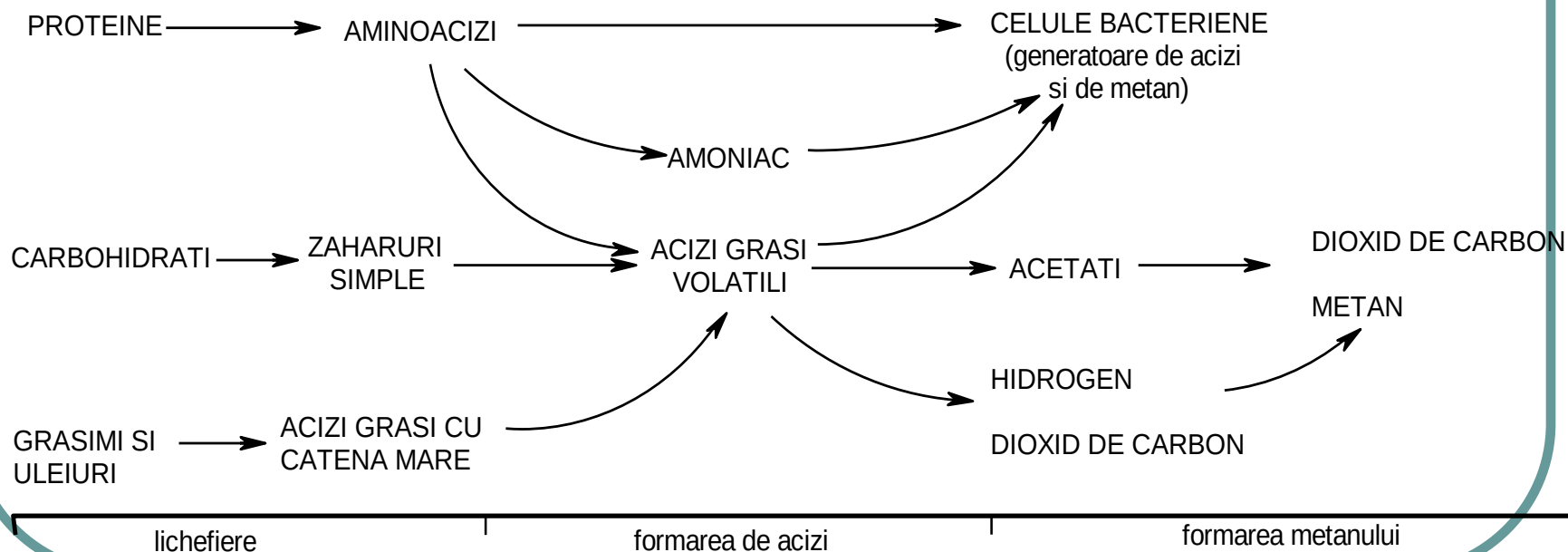
- transformările care au loc decurg in trei etape:
 - Hidroliza/ Lichefierea
 - Formarea acizilor
 - Formarea metanului.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.4. Procedee anaerobe

- principali compuşii intermediari formaţi în timpul descompunerii anaerobe a proteinelor, carbohidraţilor şi a lipidelor, precum şi descrierea reacţiilor care au loc în fiecare din cele trei etape sunt prezentate schematizat mai jos:

Substante organice



IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.4. Procedee anaerobe

- **Hidroliza**

- legăturile polimerilor organici sunt rupte de enzimele hidrolitice (*hidrolaze*) formându-se compuși organici simpli, solubili în apă. Acești compuși simpli (monomeri) sunt disponibili oricărei bacterii acidogene ca sursa de energie.

- **Acidogeneza (formarea acizilor)**

- are loc fermentarea compusilor rezultati in prima treapta cu formare de intermediari mic-moleculari: acizi organici, CO_2 si H_2
- principalii acizi produși sunt: acidul acetic, acidul propionic, acidul butiric și acidul lactic.
- dar, se mai poate produce si etanol, metanol, dioxid de carbon, hidrogen
- fiecare acid se formează sub acțiunea metabolică a unei bacterii specifice.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.4. Procedee anaerobe

- **Metanogeneza (formarea metanului)**
 - presupune transformarea compusilor rezultati anterior in produsi finali simpli, in principal CH_4 si CO_2
 - bacteriile metanogene, care intervin in aceasta etapa, folosesc acid acetic, metanol sau dioxid de carbon și hidrogen pentru a produce metan.
 - acidul acetic sau acetatii sunt cel mai important substrat pentru formarea metanului.
 - 70% din cantitatea de metan produsă în această etapă provine din acid acetic, restul de 30% provine din folosirea ca substrat a dioxidului de carbon și a hidrogenului.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.4. Procedee anaerobe

- procedeele folosite in epurarea anaeroba se clasifica in:
 - *procedee cu biomasa in suspensie*
 - *procedee cu biomasa depusa pe suporturi*
- **Avantaje** fata de epurarea aeroba:
 - cantitatea de biomasa produsa in timpul procesului este mult mai mica (5-20 ori) → spatii mici de epurare si conditii usoare de vehiculare a biomasei
 - necesarul de nutrienti este mai mic (5-20 ori)
 - lipsa mirosului specific datorita lucrului in spatiu inchis
 - nu consuma energie prin aerare
 - produce cantitati semnificative de metan

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.4. Procedee anaerobe

- **Dezavantaje:**
 - creșterea microorganismelor anaerobe este foarte lentă, procesul per ansamblu fiind lung
 - stabilitatea proceselor este mai redusă decât a celor aerobe
 - mecanismul de degradare este puțin cunoscut

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.4. Procedee anaerobe

Parametri operaționali care influenteaza procesul:

- temperatura prezintă două intervale care asigură o biodegradare completă la metan: unul mezofilic (25 – 40 °C) și unul termofilic (50-65°C);
- pH-ul trebuie menținut în intervalul 6,6 – 7,6;
- concentrația în nutrienți se apreciază prin valoarea raportului C/ N care trebuie să fie de 25-35;
- timp de staționare în bioreactor;
- gradul de încărcare a bioreactorului;
- încărcarea cu microorganisme și tipul de microorganisme;
- prezența compușilor toxici care inhibă procesul (de exemplu, NH_3 , S^{2-} , Ca^{2+} , magneziu, potasiu, sodiu, cupru, fier, crom, nichel, etc. pot avea influență inhibitoare dacă sunt în concentrații prea mari).

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.4. Procedee anaerobe

- **Etapele procesului**
 - *acetogenă*: microorganismele anaerobe metabolizează materia organică complexă, cu obținerea de compuși organici mai simpli (acizi, aldehide, cetone) prin intermediul enzimelor extracelulare secretate de către aceste microorganisme.
 - *metanogenă*: sub acțiunea bacteriilor metanogene se produce scindarea substanțelor organice simple, obținute în etapa anterioară, cu obținerea de apă și un maestec gazos compus în principal din metan, alături de oxizi de sulf, bioxid de carbon, etc.
- produsul principal al degradării anaerobe îl reprezintă amestecul de gaze (*biogaz*), a cărui cantitate și calitate depinde de compoziția apei uzate și de natura microorganismelor, alături de cantități mai mici de *namol*.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.4. Procedee anaerobe

IV.4.4.1. Procedee de epurare anaeroba cu biomasa în suspensie – Epurarea în reactoare anaerobe

- Elementul principal al instalației = **bioreactorul** în care se realizează contactarea apei uzate cu biomasa menținută în suspensie.
 - este un echipament închis, pentru a asigura absența aerului,
 - este prevăzut cu serpentine interioare prin care circulă apă caldă, în vederea asigurării temperaturii optime desfășurării procesului.
- Îmbunătățirea performanțelor bioreactorului au urmărit optimizarea condițiilor de desfășurare a procesului:
 - asigurarea unui contact cât mai intim a biomasei cu apa uzată, prin intermediul unor dispozitive de agitare,
 - evacuarea nămolului la intervale de timp exact calculate astfel încât să nu fie împiedicată evoluția procesului,
 - menținerea și reglarea corectă a temperaturii optime specifice procesului anaerob respectiv.
- Au fost fabricate diferite tipuri de bioreactoare pentru digestia anaerobă a apelor uzate

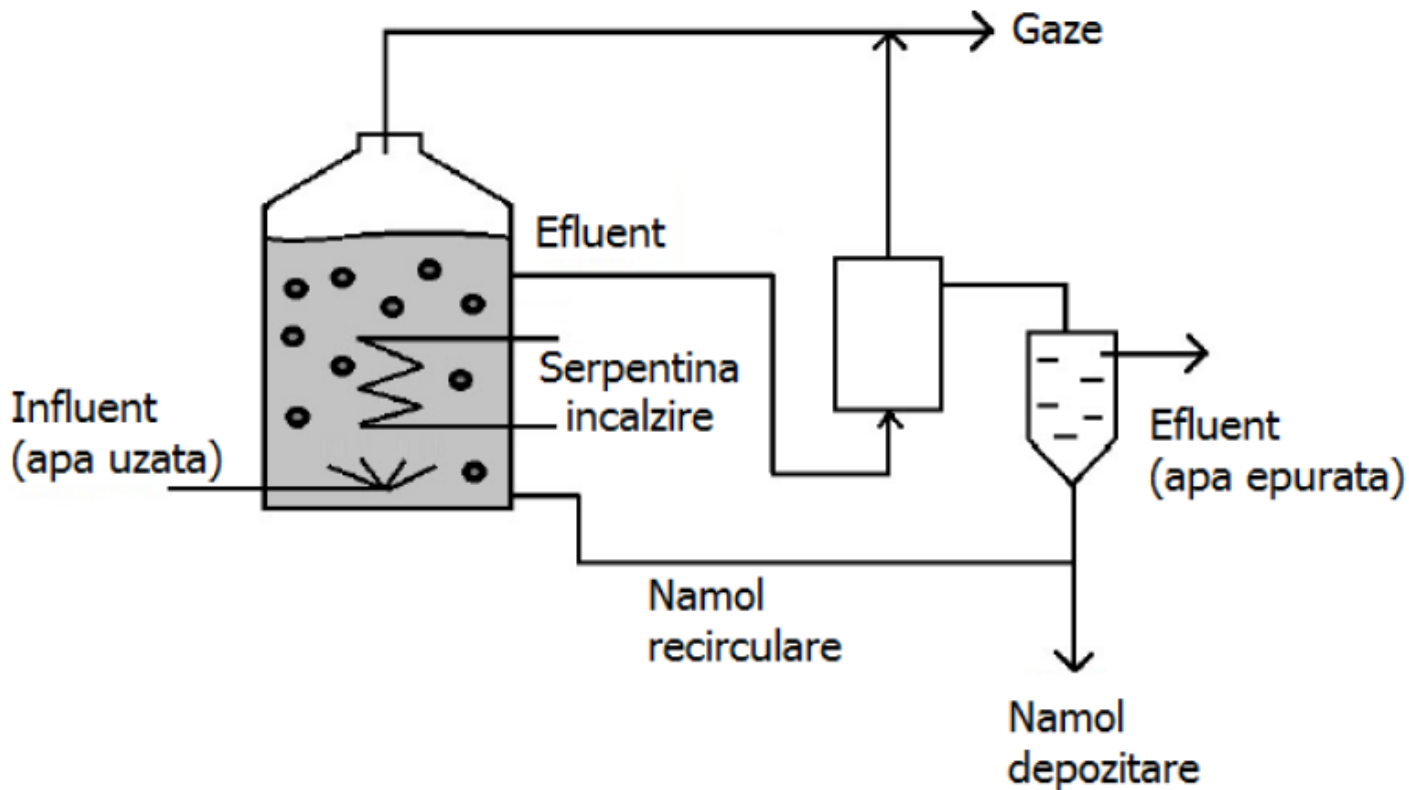
IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.4.1. Procedee de epurare anaeroba cu biomasa in suspensie

- necesita asigurarea unei temperaturi constante pentru a realiza fermentarea in conditii optime
 - incalzirea se face:
 - cu apa calda care circula prin serpentine interioare
 - cu vapori de apa care condenseaza intr-un tub central
 - prin intermediul unor schimbatoare de caldura externe
- Procedetul se aplica:
 - pentru epurarea apelor puternic poluate (din zootehnie, industria alimentara, industria textila si a pielariei, unele ape din industria chimica)
 - fermentarea namolului de la epurarea in bazine aerate cu namol activ

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.4.1. Procedee de epurare anaeroba cu biomasa în suspensie



Instalatie pentru epurarea anaerobaa uzate în bioreactor cu biomasaîn suspensie

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

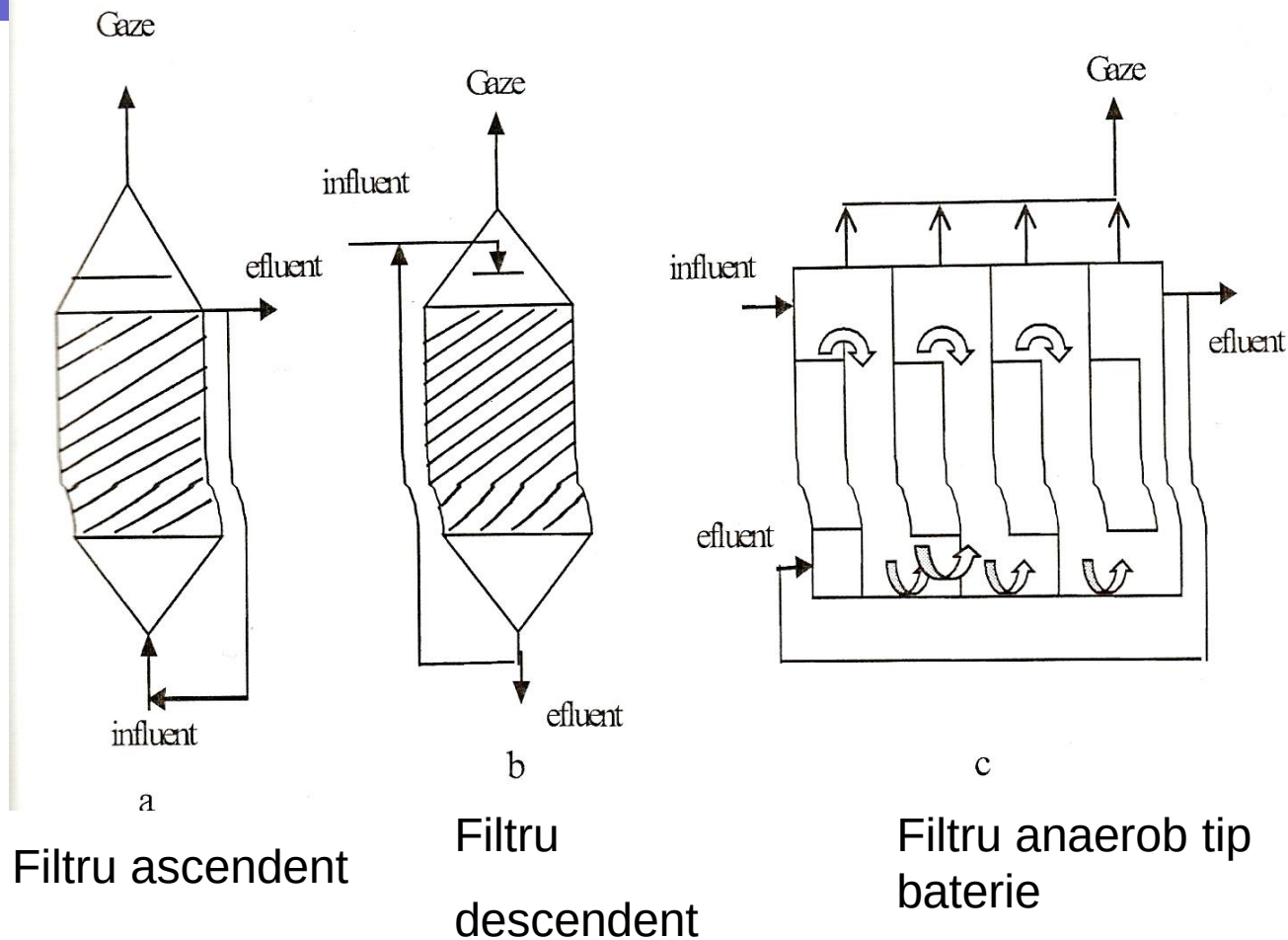
IV.4.4.2. Procedee de epurare anaeroba cu biomasa imobilizata

B. Procedee de epurare anaerobă cu biomasă imobilizată

- În funcție de dispunerea biomasei, aceste procedeele pot fi:
 - cu biomasa în strat fix (biofiltre);
 - cu biomasa în strat fluidizat (bioreactoare)
- *biofiltrele anaerobe* constau dintr-o coloana cu umplutura prin care influentul circula de regula de jos în sus și vine în contact cu biomasa anaeroba care este depusă pe materialul de umplutura
- această metoda se utilizează la tratarea apelor uzate cu încărcatura organică scăzută, la temperatura mediului ambiant
- există și biofiltre la care circulația influentului este de sus în jos
- În cazul apelor uzate cu o încărcătură organică mai mare se pot utiliza baterii de filtre pentru a asigura o eficiență ridicată procesului de epurare.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.4.2. Procedee de epurare anaeroba cu biomasa imobilizata



IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.4.4.2. Procedee de epurare anaeroba cu biomasa imobilizata

B. Epurarea in bioreactoare biologice cu biomasa imobilizată

- *biomasa se imobilizeaza pe suporturi solide inerte (materiale anorganice naturale sau sintetice, schimbători de ioni, materiale plastice)*
- *biomasa este menținută în suspensie în reactorul în care se introduce apa uzată, care circulă ascendent.*
- *biomasa eventual antrenată de efluent trebuie recuperată și reintrodusă în reactor pentru a menține constantă concentrația în microorganisme.*
 - *o solutie este utilizarea reactoarelor cu strat fluidizat prevazute cu sisteme de sedimentare gravitacionala interna sau externa*
- *procedeul se pretează la epurarea apelor uzate cu o **puternică încărcătură organică**, deoarece biomasa este formată dintr-o populație variată de microorganisme. trebuie recuperata biomasa care ar putea fi antrenata de mediul din reactor, deoarece este in cantitate foarte mica.*

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.5. BIOSORBȚIA ÎN EPURAREA APELOR UZATE

- este un process fizico-chimic care bazându-se pe capacitatea microorganismelor de a modifica mobilitatea și speciația unor ioni metalici/anioni anorganici, respectiv de a reține prin legături intra și extracelulare compușii chimici anorganici, urmărește reținerea unor poluanți chimici (anorganici și organici) pentru epurarea apelor uzate.
- reprezintă unul dintre *bioprocesele fizico-chimice* implicate în realizarea epurării prin procese biologice.
- Avantaje:
 - costuri mici;
 - eliminarea riscului ecologic la recuperarea speciilor de risc ecologic;
 - posibilitatea tratării unui volum mare de apă uzată conținând cantități mici și variabile de contaminanți;
 - suporturile naturale, generate de plante, ciuperci, alge, microorganisme din sol sau ape sunt biodegradabile, fiind integrabile în ciclurile carbonului și compatibile cu procesele de autoreglare a mediului.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.5. BIOSORBȚIA ÎN EPURAREA APELOR UZATE

Natura si mecanismul procesului de biosorbție

- Natura procesului de biosorbție depinde de tipul de biomasă utilizată (vie sau moartă):
 - *biomasa moartă* determină un proces de *biosorbție*, caracterizat prin reversibilitate, realizat prin mecanisme clasice de adsorbție/absorbție/schimb ionic cu viteze relative mari și fără a genera produși secundari toxici. Procesul nu necesită adăos de nutrienți și se desfășoară într-o singură fază nefiind controlată de metabolismul organismului.
 - *biomasa vie* induce un proces de *bioacumulare*, proces activ în două stadii, parțial reversibil, care se caracterizează în principal printr-o acumulare intracelulară a poluantului, care depășește stadiul de biosorbție deoarece specia chimică este de cele mai multe ori metabolizată de celulă cu formarea de compuși potențial toxici. Viteza de desfășurare a acestui proces este mai mică și este controlată de metabolismul celular

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.5. BIOSORBȚIA ÎN EPURAREA APELOR UZATE

- Tipul de mecanism care determină reținerea speciei chimice poluante (anorganică sau organică) prezente în apa uzată depinde de tipul acesteia și de caracteristicile materialului adsorbant.
 - reținerea este un proces complex care implică mecanisme de adsorbție, absorbție, schimb ionic, precipitare, complexare de suprafață sau legături fizice slabe.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.5. BIOSORBȚIA ÎN EPURAREA APELOR UZATE

Materiale cu proprietăți adsorbante

- o gamă extrem de vastă de materiale sintetice sau neconvenționale, care pot fi la rândul lor sintetice, naturale sau biologice.
- Alegerea unui anumit tip de adsorbant se face în funcție de tipul și concentrația poluantului, precum și de caracteristicile de performanță ale materialului:
 - porozitate,
 - suprafața specifică,
 - grupe funcționale,
 - selectivitate,
 - capacitate mare de sorbție,
 - toleranță la încărcarea apei uzate,
 - rezistență mecanică,
 - posibilități de regenerare accesibile,
 - stabilitate fizico-chimică și biologică.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.5. BIOSORBȚIA ÎN EPURAREA APELOR UZATE

- Materialele neconvenționale:
 - naturale: turbă, cărbune; mușchi, rumeguș, fibre textile naturale (câneapă, in, bumbac, lână), deșeuri agricole sau agroindustriale
 - sintetice: deșeuri industriale, polielectroliți, cărbune activ.
- De un real interes în ultimul timp se bucură **biomasa**, care include:
 - *fitomasa*, cum ar fi biomasa ligno-celulozică din plantele lemnoase;
 - *biomasa acvatică*;
 - *biomasa din deșeuri agricole*,
 - *biomasa menajeră* utilizată și în tehnologiile de producere a biogazului;
 - *biomasa microbială* rezultată din industria alimentară sau farmaceutică;
- diferite tipuri de *microorganisme* ușor de obținut în cantitățile necesare.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.5. BIOSORBȚIA ÎN EPURAREA APELOR UZATE

● Biosorbentii

- rezultatul convertirii biomasei intr-o forma mai usor de utilizat, care contribuie in final la eficientizarea procesului de separare a biomasei incarcate cu metal din solutie.
- imobilizarea biomasei se poate face pe diferite tipuri de suporturi, cu forme si porozitati variate.
- biomasa imobilizata este de perspectiva ca material de umplutura pentru coloane cromatografice utilizate si pentru depoluarea apelor uzate.
- sunt eficienti pentru indepartarea ionilor metalici din medii apoase, in prezenta compusilor organici sau a unor saruri dizolvate, considerate otravuri pentru rasinile schimbatoare de ioni.
- au proprietati sorbtive superioare fata de cele conventionale, cu aplicabilitate indeosebi in **epurarea finala** a efluentilor.

IV. BIOTEHNOLOGII SI BIOPROCESE DE EPURARE A APELOR UZATE

IV.6 Bioprocese de epurare a apelor poluate cu metale grele

- Avantaje:
 - posibilitatea reutilizarii biosorbentului → reducerea costurilor
 - posibilitatea valorificării unor deseuri industriale, eliminând necesitatea depozitării lor (biomasa din industria alimentară sau farmaceutică)
- biosorbentii elimină selectiv ioni ai metalelor grele din ape care conțin concentrații mari de $K(I)$, $Na(I)$, $Ca(II)$, $Mg(II)$, precum și anionii Cl^- și SO_4^{2-}
- eficiența biosorbentilor în procesul de depoluare a efluenților din industria extractivă a uraniului a fost apreciată comparativ cu un etalon de rășină IRA-400. Astfel, tabletele de *A. niger* adsorb, la $pH=4$, de 14 ori mai mult uraniu, iar biomasa de *Rhizopus arrhizus* reține de 4 ori mai mult uraniu decât rășina.

V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE



- **Depoluarea biologică** (*biofiltrarea*) a fluxurilor gazoase se bazează pe degradarea într-un mediu umed a unor poluanți cu ajutorul *bacteriilor aerobe* fixate pe un suport solid
 - produsul final al descompunerii biologice este, în cazul ideal, CO_2 , H_2O și biomasa microbiană
- Populația bacteriană are rolul de a transforma poluanții în compusi mai puțin poluanți sau chiar nepoluanți
- Aceste tratamente sunt limitate pentru concentrații ale poluanților sub $1,5 \text{ g/m}^3$, eficacitatea de epurare a emisiilor poluante fiind de 90-99% pentru debite de $4000\text{-}100.000 \text{ m}^3/\text{h}$

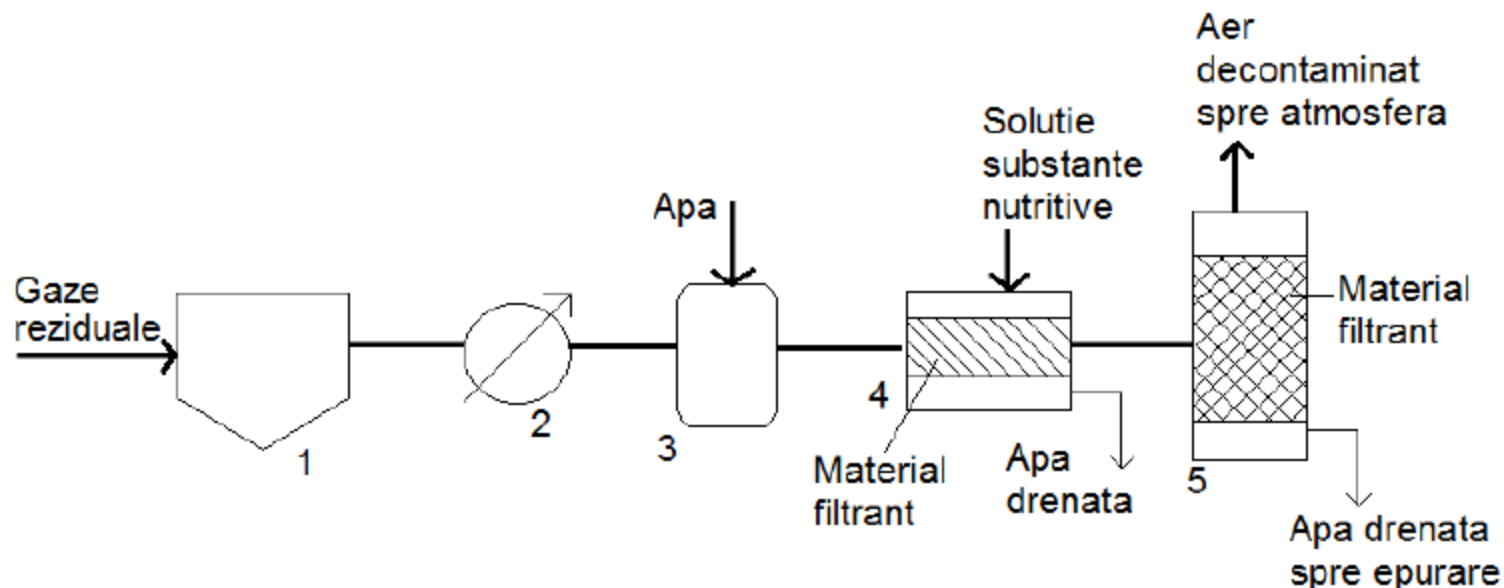
V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE

- **Principiul tehnicilor de biofiltrare:**
 - adsorbția substantelor poluante pe suprafața unui material suport
 - descompunerea acestora cu ajutorul microorganismelor dispuse sub formă de biofilm pe suprafața suport.
- Metoda este adecvată pentru compuși cu solubilitate bună în apă
- Pentru o activitate microbiană eficientă trebuie ca în stratul de filtrare să fie asigurate condițiile de mediu pentru dezvoltarea acestora: umiditate, pH, temperatura, conținut de substanțe nutritive
 - înainte de introducerea în biofiltre gazul rezidual se supune, în funcție de caracteristicile sale fizico-chimice, unui tratament preliminar

V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE

- Elementele unei **instalatii de biofiltrare** (se aseamana cu bioreactoarele cu film fix, cu microorganisme atasate pe suport):
 - **sistem de conditionare preliminara a gazului rezidual**: reglarea temperaturii si umiditatii (**fig.**)
 - dispozitiv de distributie a gazului brut pentru asigurarea unei curgeri uniforme prin stratul filtrant
 - material-suport pe care se distribuie uniform materialul filtrant
 - asigura suportul structural si nutrimentele esentiale pentru cresterea si multiplicarea microorganismelor
 - structura poroasa confera o suprafata optima de contact
 - este reprezentat de:
 - materiale naturale: turba, scoarta de copac, compost
 - materiale sintetice (zeoliti)
 - materiale organice (polimeri)
 - materiale minerale (pietris)

V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE



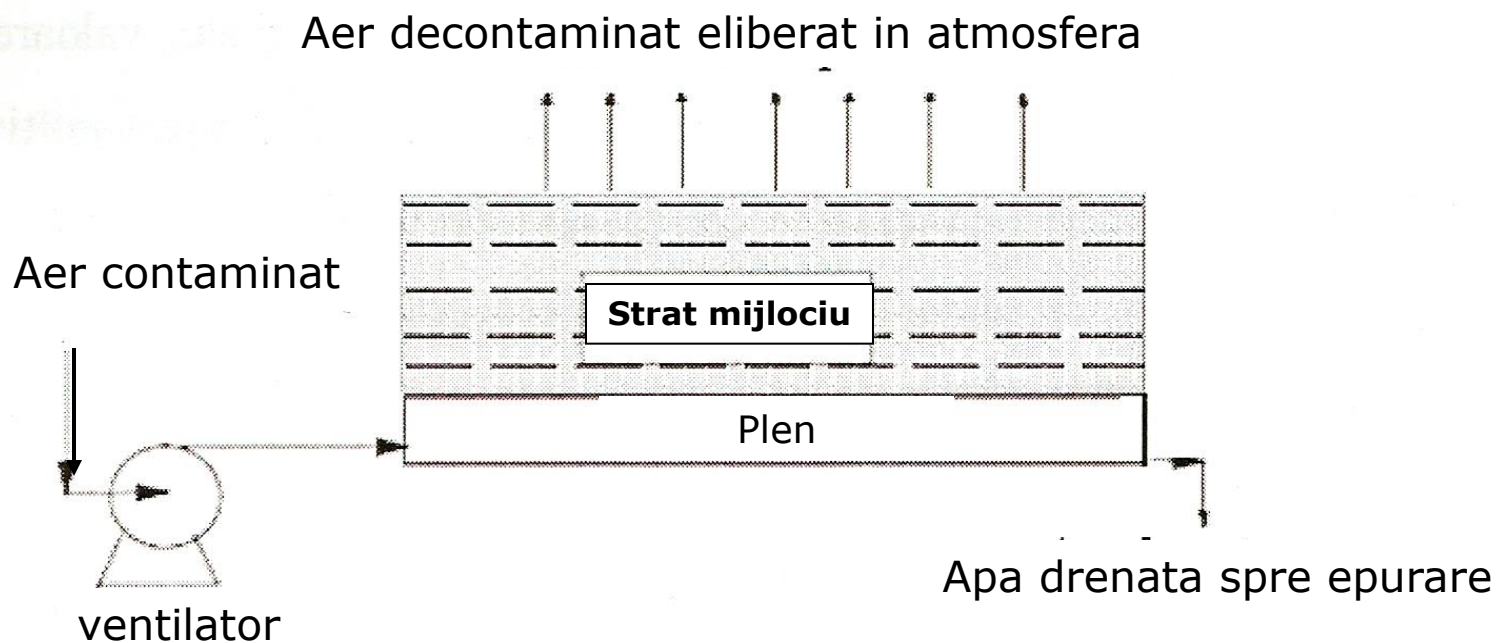
Schema generală a unei instalații de biofiltrare a gazelor reziduale.

1 - filtru pentru particule solide; **2** - schimbător de căldură pentru reglarea temperaturii; **3** - dispozitiv de reglare preliminară a umidității; **4** - sistem de îmbogățire cu substanțe nutritive și reglarea umidității; **5** - biofiltru pentru tratarea gazului rezidual

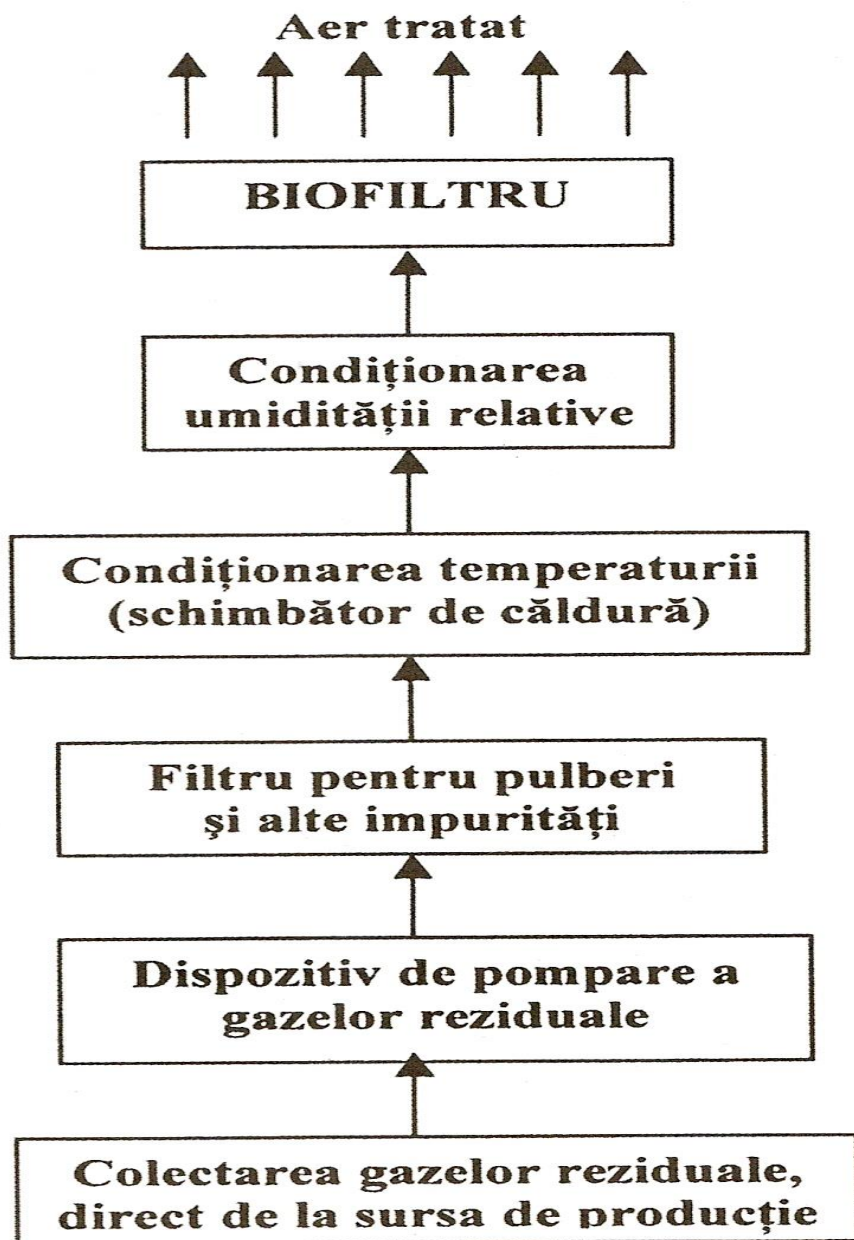
V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE

- stratul filtrant
- **filtru biologic (fig.):**
 - alcatuit dintr-o carcasa cilindrica sau cu sectiune dreptunghiulara,
 - confectionat din cherestea, fibra de sticla sau material plastic,
 - contine la partea inferioara:
 - un plen inchis,
 - un raft perforat de sprijin pentru a permite aerului de la plen sa patrunda in stratul mijlociu pentru a intra in contact cu populatia microbiana ce se dezvolta in stratul filtrant sub forma de biofilm
 - unul sau mai multe straturi de material filtrant in partea superioara a raftului de sprijin

V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE



Schema de principiu a unui biofiltru



Principalele etape ale procesului de biofiltrare

(fig.) sunt:

1. colectarea gazelor reziduale brute din zona de productie sau de procesare
2. transportul gazelor prin rețeaua de conducte, cu ajutorul unui dispozitiv special de pompare
3. pretratarea gazelor reziduale pentru indepartarea pulberilor si a particulelor de impuritati diverse
4. ajustarea temperaturii la valorile optime
5. descompunerea substantelor poluante cu ajutorul microorganismelor fixate pe biofiltru

V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE

- Eficienta biofiltrului este proportionala cu:
 - calitatea materialului filtrant
 - conditiile in care se desfasoara procesul (distributie uniforma a aerului, grad de umidificare, sistem de drenaj)
- Mediile nutritive sunt obtinute din materii prime de inalta calitate, care garanteaza eficienta de aprovizionare cu substante nutritive a microorganismelor (bacterii) pentru o perioada mai lunga de timp
- **Factorii** care influenteaza procesul de biofiltrare sunt:
 - ***temperatura***: 30 - 41⁰C;
 - daca gazele reziduale sunt prea calde ele vor fi trecute prin umidificatoare pentru racire. Simultan se imbunatateste si umiditatea

V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE

- fluxurile gazoase reci inhiba activitatea microbiana motiv pentru care ele trebuie incalzite
- **umiditatea:**
 - cresterea umiditatii se face trecand emisiile printr-un *umidificator*
 - umiditatea pentru stratul filtrant: 40-60%
 - trebuie luat in considerare faptul ca in urma proceselor biologice rezulta apa care se acumuleaza in strat.
 - de aceea trebuie prevazut un spatiu, in camera de distributie a aerului, pentru ca apa sa fie colectata si indepartata periodic

V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE

- *asigurarea nutrientilor*
- *pH-ul*
 - corectarea se face prin intermediul unor tuburi de stropire montate in peretii stratului filtrant
 - cand pH-ul scade se introduce NaCO_3 anhidru
- **Avantajele** biofiltrelor
 - costuri de instalare scazute
 - costuri de exploatare scazute:
 - energie electrica pentru suflante
 - manopera pentru verificarea procesului
 - costul nutrientilor
 - randamente bune de depoluare a fluxurilor gazoase care contin aldehide, acizi organici, dioxid de sulf, hidrogen sulfurat

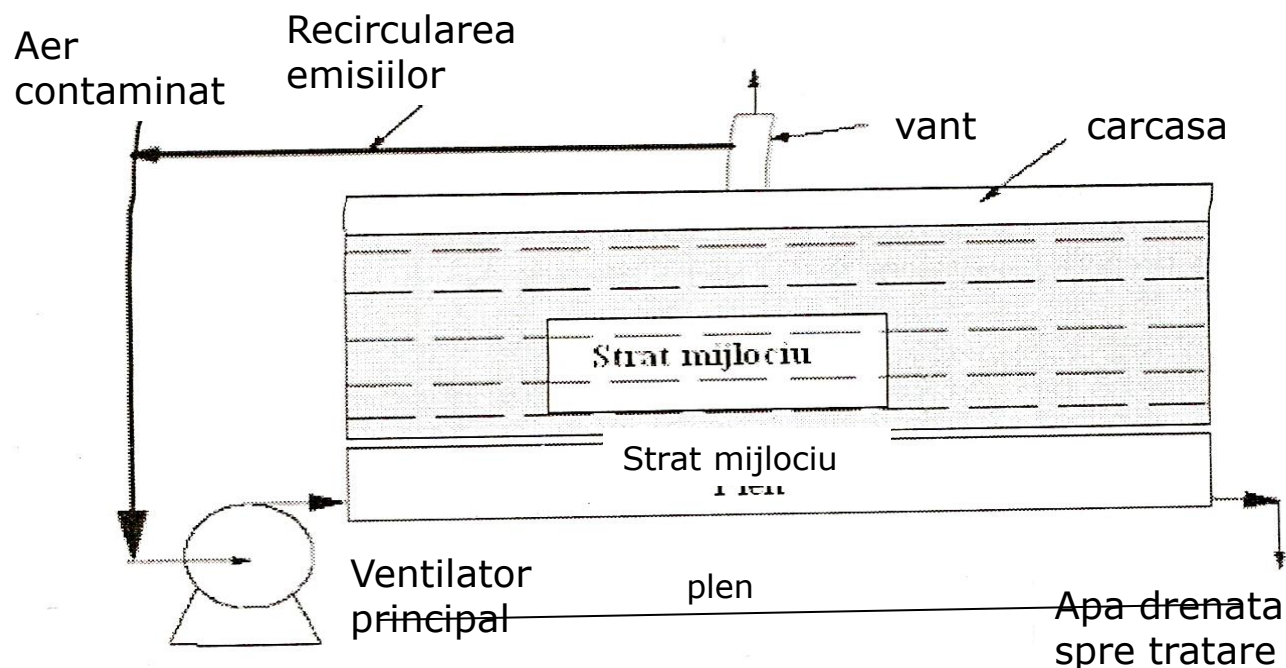
V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE

- **Dezavantajele** biofiltrelor

- Spatiu relativ mare pentru amplasare
- Lipsa de oxigen sau de substante nutritive poate duce la formarea de zone anaerobe sau la inactivarea/ moartea bacteriilor
- Microorganismele sunt specializate in descompunerea anumitor substante si de aceea sunt necesare perioade de modificare
- Datorita produselor secundare rezultate din descompunere trebuie inlocuite filtrele
- Stratul natural trebuie inlocuit o data la 2-5 ani, operatie care dureaza 2-6 saptamani
- Este dificila prelevarea de mostre reprezentative pentru controlul emisiilor (datorita constructiei)

V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE

- Pentru creșterea timpului de contact a gazelor cu populația microbiană au fost introduse trasee pentru recircularea emisiilor



V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE

- Biofiltrele pot fi amplasate in baterii cu dispunere verticala sau orizontala



Material de baza cu
biofilm

Gaz
brut

Apa curata

Gaz
epurat

Sectiune printr-un sistem de biofiltrare

chimicala

Solutie
nutritiva

Recipient de circulare
Fluid de irigare

Apa
uzata

V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE

- Alte variante tehnologice de purificare a gazelor reziduale prin metode biologice:

1. *Spalatoare Biologice = absorbere*

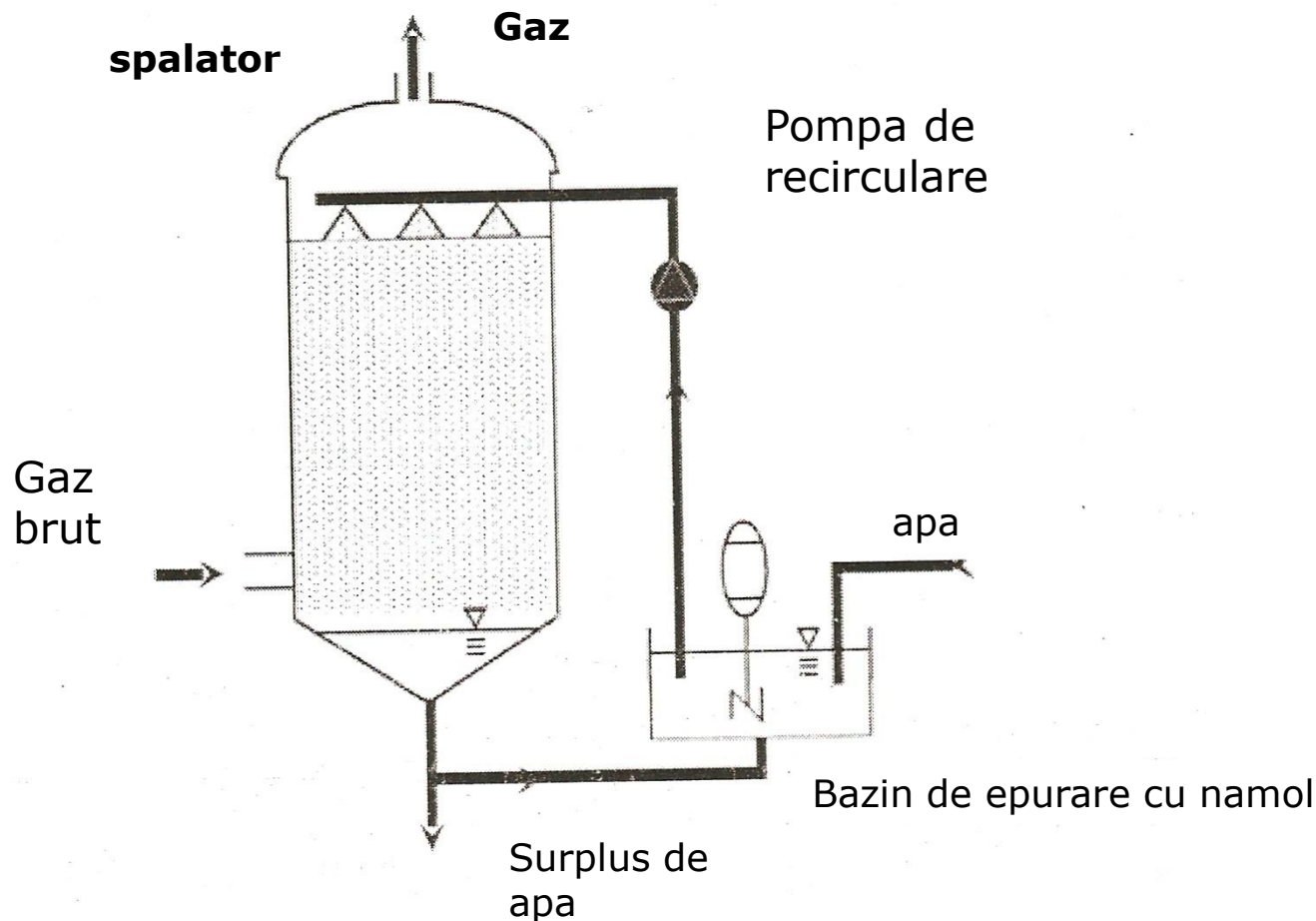
- Se utilizeaza in special pentru eliminarea emisiilor purtatoare de mirosuri si COV (compusi organici volatili)
- in *absorbere* in care mediul absorbant este adus in contact cu amestecul de gaze supus procesului de purificare
 - substantele absorbite din fluxul gazos sunt descompuse de catre microorganisme
- in functie de principiul de functionare se deosebesc doua tipuri :

V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE

1.1. Spalatoare Biologice prin metoda cu namol activ

- Microorganismele sunt distribuite fin in apa de spalare
- Prin spalator curge un lichid de spalare adecvat in contracurent cu gazul rezidual
- Trebuie realizata o suprafata cat mai mare de contact intre cele doua faze, folosind:
 - spalatoare cu corpuri de umplere
 - spalatoare cu coloane cu talere
 - spalatoare cu pulverizare sau ajutaje
- Microorganismele din apa de spalare preiau substantele poluante si formeaza impreuna un namol activ
- Regenerarea lichidului de spalare are loc intr-un bazin de epurare cu namol activ
- Se aplica pentru procese de descompunere relativ lente

V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE



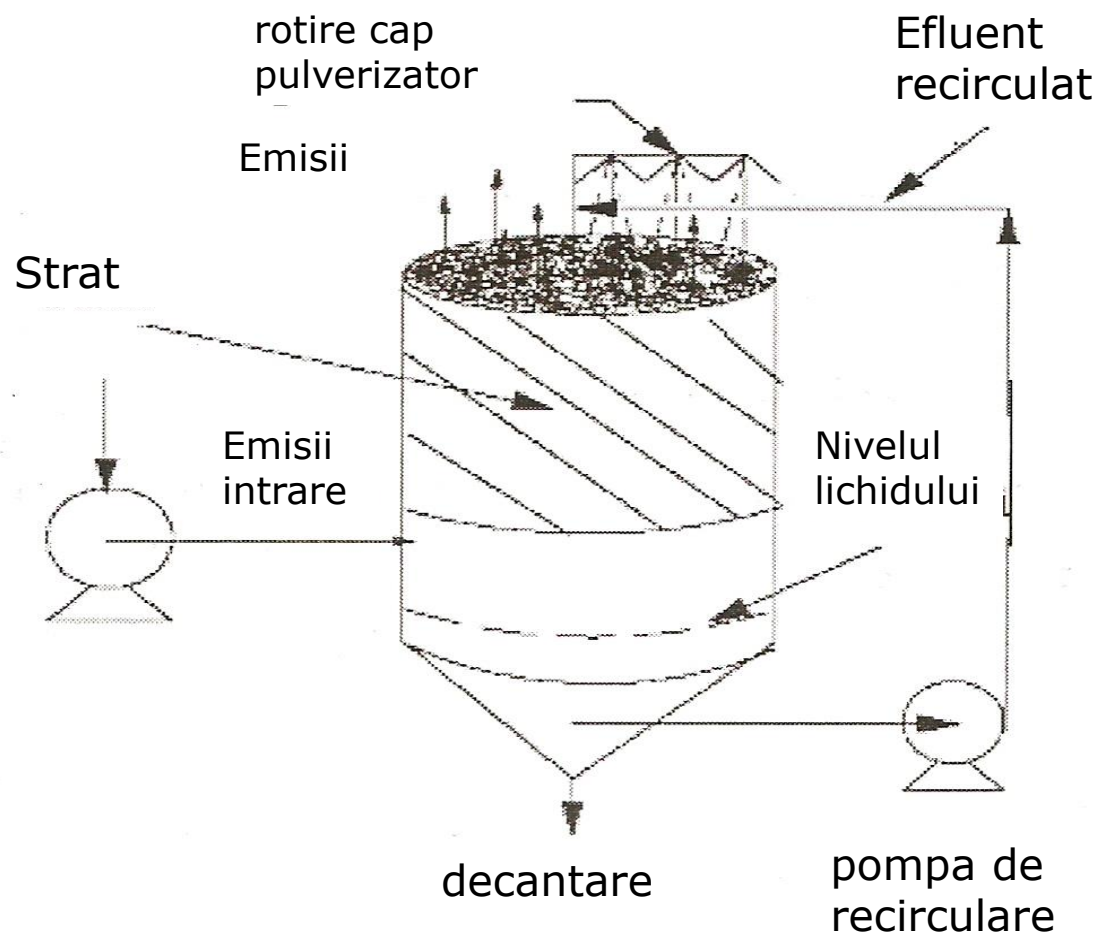
Spalator cu namol activ

V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE

1.2. Spalatoare Biologice prin metoda cu percolare continua

- Coloniile de microorganisme sunt depuse pe instalatii sau pe particule de umplere (spume poliuretane)
- Mediul absorbant (apa) care curge peste aceasta asigura microorganismelor necesarul de oxigen si substante nutritive, asigurandu-se astfel si regenerarea substratului
- Lichidele de spalare regenerate sunt repompate catre spalator
- Substantele separate servesc ca substrat nutritiv pentru microorganisme
- In functie de compozitia gazului rezidual se poate proceda la o absorbtie in doua trepte:
 - o treapta alcalina (pH=7-9)
 - o treapta acida (pH= 4-7)

V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE



**Schema
unui
spalator
biologic
cu
percolare
continua**

V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE

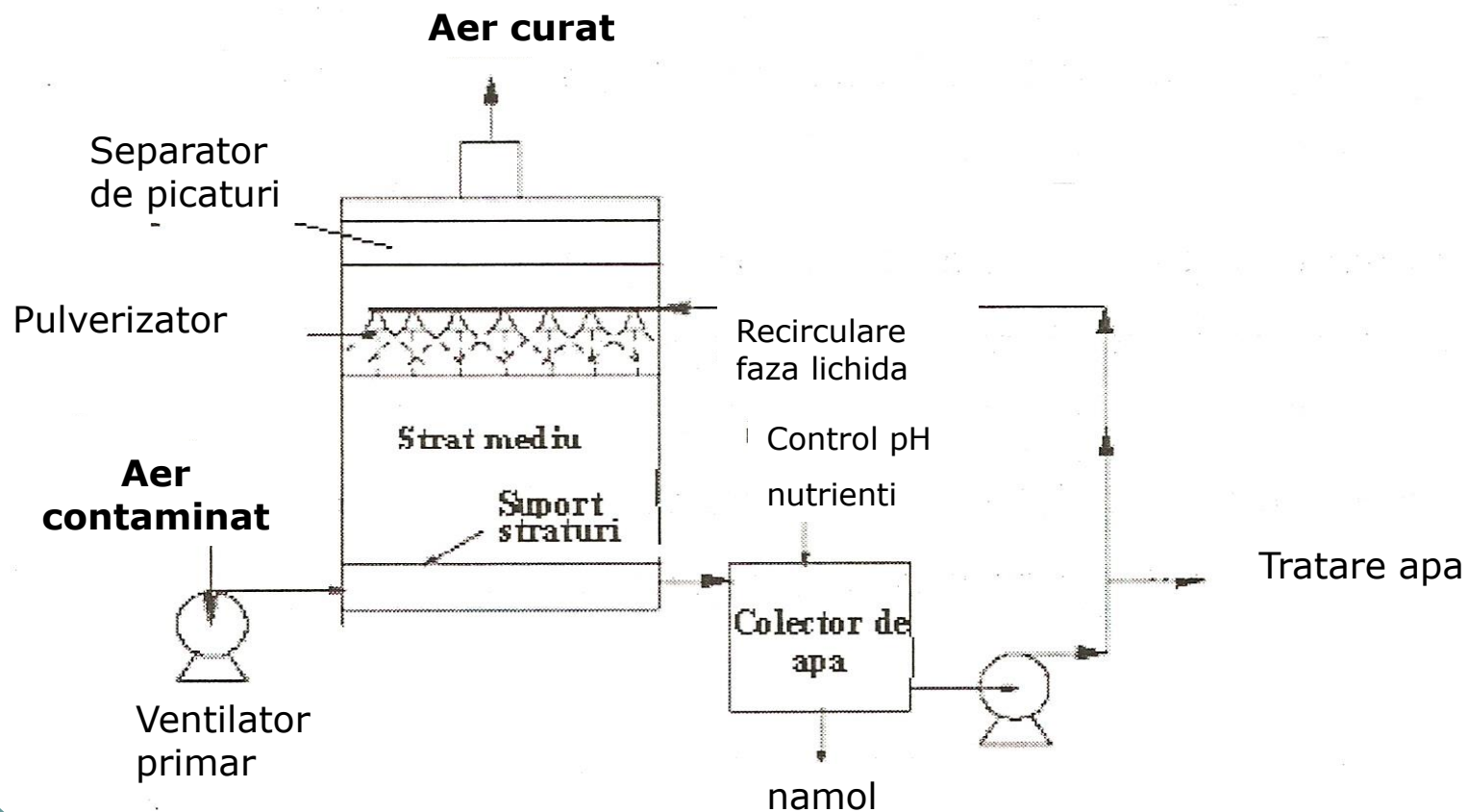
- **Substante tratabile** prin descompunere biologica:
 - Alcool (etanol, metanol, izopropanol)
 - Fenoli
 - Glicoli (etilen glicol)
 - Esteri (metil-esterul acidului acetic)
 - Cetone (acetona, metil-etil-cetona)
 - Aldehyde: formaldehida
 - Benzen, toluen, stiren, solvenți clorurati
- Descompunerea depinde de:
 - concentrația în compusi organici volatili din gazul rezidual
 - conținutul de O_2 , valoarea pH-ului, T, raportul P/N în lichidul de spălare
 - gradul de încărcare a lichidului de spălare cu COV
 - concentrația microorganismelor și capacitatea acestora de adaptare la COV ce trebuie degradați

V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE

2. Bioscrubere

- Reprezinta o varianta imbunatatita a biofiltrelor cu percolare, incercand sa :
 - imbunatateasca absorbtia poluantilor in lichid
 - mareasca timpul de contact dintre faze pentru a creste eficienta procesului
- Aceste cerinte se pot realiza prin:
 - inundarea umpluturii coloanei cu faza lichida
 - scurgerea de faza lichida este colectata intr-un rezervor cu apa inainte de a fi recirculata in bioscruer
 - inundarea creste abilitatea fazei lichide de a prelucra poluantii
 - colectorul de apa joaca rol de rezervor pentru faza lichida si acorda timp de reactie suplimentar pentru degradarea poluantilor de catre microorganisme

V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE



V. BIOPROCESE DE DEPOLUARE A GAZELOR REZIDUALE INDUSTRIALE

- **Avantaje bioscruber:**
 - Nu necesita pretratarea gazelor (umidificare, desprafuire)
 - Poate trata emisii de gaze care contin particule solide
 - Controlul pH-ului si a nutrientilor se poate face automat
 - Este aplicabil emisiilor gazoase care produc in urma biodegradarii produse cu caracter acid
- **Dezavantaje:**
 - Instalarea este mai scumpa, implicand si echipament chimic
 - Concentratiile prea mari de nutrienti pot determina cresterea accentuata a biomasei microbiene care duce la blocarea bioscruberului
 - Costuri de proiectare mari

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

+ Bibliografie:

Neag Gh., *Depoluarea solurilor si apelor subterane*, Ed. Casa Cartii de Stiinta, Cluj Napoca, 1997

- ⊙ **Solul** - un sistem complex si dinamic a carui vulnerabilitate depinde de:
 - caracteristicile sale specifice: umiditate, aciditate, argilozitate, etc.
 - capacitatea de a immagazina sau de a filtra poluantii
- ⊙ Principalele **surse de poluare a solului** sunt:
 - reziduurile industriale si urbane
 - produsele fitosanitare
- ⊙ Fiecarui **tip de sol** ii este proprie o **distributie specifica** de profil a **microorganismelor**, iar compozitia lor pe specii reflecta insusirile mai importante ale solului, dintre care:
 - rezerva de substanta organica
 - cantitatea si calitatea humusului
 - continutul de elemente nutritive
 - reactia solului
 - asigurarea cu apa
 - gradul de aeratie

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

- ◉ **Microorganismele contribuie** la transformarea substantelor in procesul de formare a solului prin:
 - transformarea substantele organice
 - formarea diferitor saruri simple din combinatiile minerale si organice
 - participarea la descompunerea mineralelor din sol, la migrarea si acumularea produsilor de pedogeneza
 - influentarea desfasurarii si a naturii proceselor biochimice, nutritive, oxidoreducatoare, de aeratie a solului, conditiile de reactie alcalino-acida
- ◉ Functie de principiile tehnice generale de depoluare se disting urmatoarele grupe de metode:
 - **Fizice** - bazate pe
 - **imobilizarea fizica** a poluantilor, prin izolare (etansare, blocare hidraulica), sau prin stabilizare
 - **extractia fizica** prin excavare, pompare, spalare, flotatie, extractie cu gaze sub vid (venting), injectie cu aer cu presiune

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

- **Chimice**

- aplicate pentru distrugerea, separarea, neutralizarea sau transformarea poluantilor in urma unor reactii chimice specifice: extractia chimica, oxidarea, reducerea, decolorarea, precipitarea, etc

- **Biologice**

- care se bazeaza pe *actiunea microorganismelor* ce au capacitatea de a transforma poluantii organici in principal in CO₂, H₂O si biomasa sau de a imobiliza poluantii prin legare in fractiunea humica a solului
- degradarea se realizeaza, de regula, in *conditii aerobe* si mai rar anaerobe
- pentru eficientizarea proceselor este esentiala optimizarea conditiilor de dezvoltare a microorganismelor (aport de oxigen, pH, umiditate, temperatura, etc.)
- stimularea activitatii biologice se poate realiza prin omogenizarea solului, aerare activa, umidificare sau uscare, incalzire, adaugare de nutrienti sau substraturi, inoculare cu microorganisme

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

- necesita un aport de energie mult mai scazut decat procedeele termice sau fizico-chimice, dar necesita *perioade de tratare mai indelungate*
- ◉ Indiferent de tipul metodei de tratare, in **functie de locul de aplicare** se deosebesc:
 - *procedee “ex situ”*, care necesita excavarea solului contaminat urmata de tratarea acestuia, fie pe loc (remediere on-site), fie intr-o instalatie externa de tratare a solului (remediere off-site)
 - *procedee “in situ”* – aplicabile direct pe portiunea contaminata
- ◉ Datele de literatura structureaza **metodele de biodepoluare** a solului in:
 - **Metode de biodegradare** – categoria cea mai aplicata
 - **Metode de biolixiviere**
 - **Metode de bioacumulare**

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

- ⊙ In cazul **compusilor anorganici biodegradarea** are aplicatii restranse comparativ cu:
 - **biolixivierea** – pentru extractia metalelor grele din mediul contaminat
 - **bioacumularea** – pentru imobilizarea poluantilor in mediul contaminat –
 - procedee care nu presupun biodegradarea poluantului ci blocarea efectului poluant, respectiv concentrarea poluantilor prin separare
- ⊙ Indiferent de natura poluantilor si de tipul metodei biologice propusa pentru depoluare, aceste metode trebuie sa raspunda la doua **cerinte** majore:
 - produsele adaugate ca stimulatori in procesul de biodegradare trebuie sa fie puse in contact intim cu mediul poluat
 - dezvoltarea biomasei si transformarea compusilor poluanti trebuie urmarite cu rigurozitate, atentie fiind acordata si subproduselor rezultate in urma tratarii biologice

VI. METODE DE BIODROPOLUARE A SOLULUI

- ⊙ **Factorii principali** responsabili de eficienta proceselor de biodecontaminare a solurilor sunt:
 - biodegradabilitatea poluantilor
 - tipul microorganismelor utilizate
 - alegerea oxidantului si a substantelor nutritive
 - caracteristicile mediului supus depoluarii (T, pH, umiditate, parametri fizici)

VI. 1. Metode de biodegradare

- ⊙ Se bazeaza pe prezenta in mediul subteran a unor microorganisme (*Pseudomonas*, *Bacillus*, *Flavobacterium* – bacterii; *Trichoderma*, *Penicillium*, *Aspergillus* – fungicide) capabile sa biodegradeze cea mai mare parte a poluantilor organici
- ⊙ Se dezvolta dupa o reactie in lant, in care compusii carbonici sunt transformati prin degradare succesiva in molecule din ce in ce mai putin complexe, pana la obtinerea unor **subproduse simple (apa, CO₂, etc.)**.

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

- ◉ Sunt adecvate pentru:
 - hc. petroliere (motorina, combustibil lichid ușor, benzina, petrol lampant, benzen toluen, xilen)
 - deseuri de la exploatarea titeiului, namolurile și reziduuri uleioase;
 - produse și reziduuri organice din industria chimică
 - compusi organici halogenati, incluzând solventii alifatici și aromatici
 - compusi complecși de tipul hc. aromatice policiclice și pesticide
 - nitrati și sulfati
- ◉ *Nu se aplica în cazul produsilor anorganici*
- ◉ sunt tehnici destructive orientate spre stimularea înmulțirii microorganismelor folosind contaminanții drept sursă de hrană și energie
- ◉ asigurarea condițiilor favorabile dezvoltării microorganismelor presupune de fapt asigurarea necesarului de oxigen, nutrienți și umiditate, precum și un control riguros al temperaturii și pH-ului
- ◉ costurile realizării practice sunt mici
- ◉ nu implică o tratare suplimentară a reziduurilor

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

A. **BIODEGRADAREA *in situ* (BIOAERARE)**

- ⊙ Avantajul major = solul poate fi tratat fara a fi necesara excavarea si transportul, ceea ce diminueaza costurile
- ⊙ Necesita intervale de timp mai lungi pentru realizare, iar eficacitatea procesului se controleaza mai greu
- ⊙ Rezultatele sunt neuniforme datorita variabilitatii caracteristicilor solurilor si acviferelor
- ⊙ Necesita initial o caracterizare amanuntita a solului si a contaminantilor

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

- ⊙ Principalii **parametri** care **influențează direct viteza** cu care **microorganismele degradează** contaminanții sunt:
 - natura și concentrația contaminanților
 - aportul de oxigen și nutrienți
 - umiditate, temperatură, pH
 - inocularea suplimentară a solului
 - o serie de parametri ai solului:
 - prezența compusilor argiloși sau humici determină variații în performanțele procesului
- ⊙ Aprecierea eficienței bioremedierii se face pe baza caracterizarilor statistice a solului “înainte” și “după” tratamentul aplicat

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

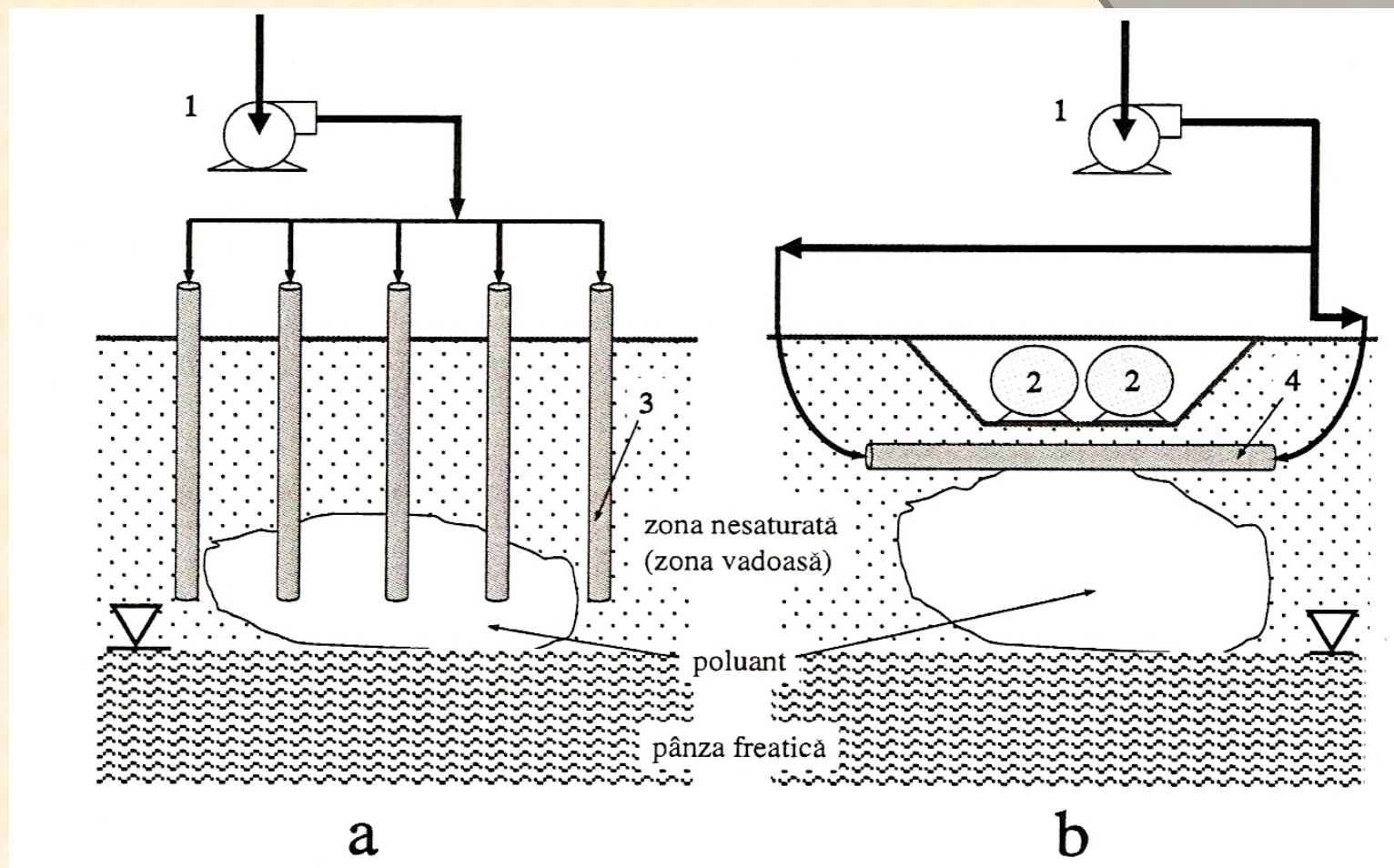
- ⊙ Este recomandata:
 - in special in cazul unor extensii importante ale poluarii, atat in profunzime, cat si lateral
 - pentru depoluarea solului situat sub cladiri
- ⊙ Este o metoda pretentioasa, care impune :
 - cunoasterea exacta a sistemului hidrogeologic (permeabilitate, eterogenitate, etc.),
 - stapanirea procesului biologic,
 - cunoasterea parametrilor chimici caracteristici zonei poluate
- ⊙ Exista mai multe variante care au la baza acelasi principiu:
 - introducerea in miezul zonei contaminate a nutrientilor si oxigenului pentru a crea conditii favorabile biodegradarii poluantilor organici
 - procedeul clasic presupune injectarea in subsol a apei in care au fost dizolvati nutrienti, ceea ce accelereaza reactia aeroba

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

- Se utilizeaza in general, flora bacteriana autohtona, specifica zonei contaminate
- Injectarea oxigenul in solul contaminat se face prin puturi verticale sau orizontale
- Procesul de bioaerare:
 - accelereaza degradarea, dar
 - poate deplasa poluantii volatili prin solul activat
- Eficienta este realizata daca:
 - aerul este capabil sa traverseze solul intr-o cantitate suficienta pentru a mentine conditiile aerobe (respectiv min. 25 O₂ in sol)
 - in sol sunt prezente concentratii corespunzatoare de populatii bacteriene apte de a degrada poluantii organici (min. 10⁵UFC/g sol, optim 10⁷UFC/g sol)
- Dureaza mult (curatarea unui sit putand fi realizata in 6 luni - 5 ani)
- Costurile aferente tehnologiei se ridica la 30-100 \$/m³ de sol tratat

BIOAERAREA



a) injectie verticala; b) injectie orizontala

1-compresor; 2- sursa de poluanti (rezervor de combustibil); 3-puturi verticale; 4- conducte de injectie

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

- ◉ ***Factori limitativi*** pentru bioaerare:
 - Conditii hidrogeologice improprii (panza freatica foarte apropiata de suprafata, permeabilitate redusa a solului)
 - Umiditate foarte scazuta (sub 2% masic → activitate microbiana inhibata)
 - Umiditate prea ridicata a solului → reduce permeabilitatea aerului si scade rata de transfer a oxigenului
 - Temperaturi scazute
- ◉ Este eficienta pentru soluri contaminate cu:
 - produse petroliere
 - solventi neclorurati
 - anumite pesticide
 - conservanti pentru lemn, etc.
- ◉ Este aplicabila pe termen mediu si lung, rezultate vizibile obtinandu-se in luni pana la ani

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

B. BIOREMEDIEREA *ex situ*

- ⊙ Se caracterizeaza prin aceea ca solul este mutat din amplasamentul sau initial, fie intr-o instalatie adecvata, fie in alta parte a aceluasi sit
- ⊙ Avantaje:
 - Optimizarea procesului
 - Control mai bun al procesului
 - Monitorizare mai simpla
 - Adaosul de microorganisme este mai usor de realizat si mai sigur
- ⊙ Se practica in cazul poluarilor localizate, in zone in care concentratia poluantilor este relativ ridicata, iar adancimea la care se gasesc nu e prea mare
- ⊙ Dezavantaje:
 - Costuri suplimentare implicate de excavare si transport
 - Riscul raspandirii poluantilor
 - Poluarea secundara generata de mutarea solului

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

B1. BIODEGRADAREA IN VRAC

- ⊙ Reunește ca principiu mai multe metode de biodecontaminare, cele mai importante fiind:
 - *Compostarea*
 - Metoda “land farming”
 - Metoda “biopile”
- ⊙ Principiul general:
 - excavarea solului poluat și dispunerea acestuia în vecinătatea locului de excavare, în condiții tehnice care favorizează biodegradarea aerobă naturală
- ⊙ Condiții de realizare: aerare, umiditate, aport de nutrienți
- ⊙ Sursa de microorganisme:
 - flora bacteriană prezentă în sol
 - sau se poate proceda și la un adăos suplimentar

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

COMPOSTAREA (a se vedea si Valorificarea deseurilor biodegradabile cap.VII)

- ⦿ Cea mai veche si mai simpla tehnica de biodegradare in vrac
- ⦿ Este un proces biologic controlat prin intermediul caruia o serie de contaminanti organici sunt transformati aerob sau anaerob de catre microorganisme in produse netoxice
- ⦿ Metodologie :
 - Solul contaminat este excavat si amestecat cu materiale organice grosiere (paie, resturi vegetale, gunoi de grajd, dejectii,etc.) care indeplinesc un rol nutritiv si favorizeaza aerarea
 - Materialul rezultat prin amestecare este dispus pe sol, in vecinatate, in gramezi regulate cu o circumferinta de cativa metri si inaltime de aprox. 1m.
 - In cazul unei clime umede conditiile naturale sunt suficiente pentru asigurarea unei umiditati adecvate

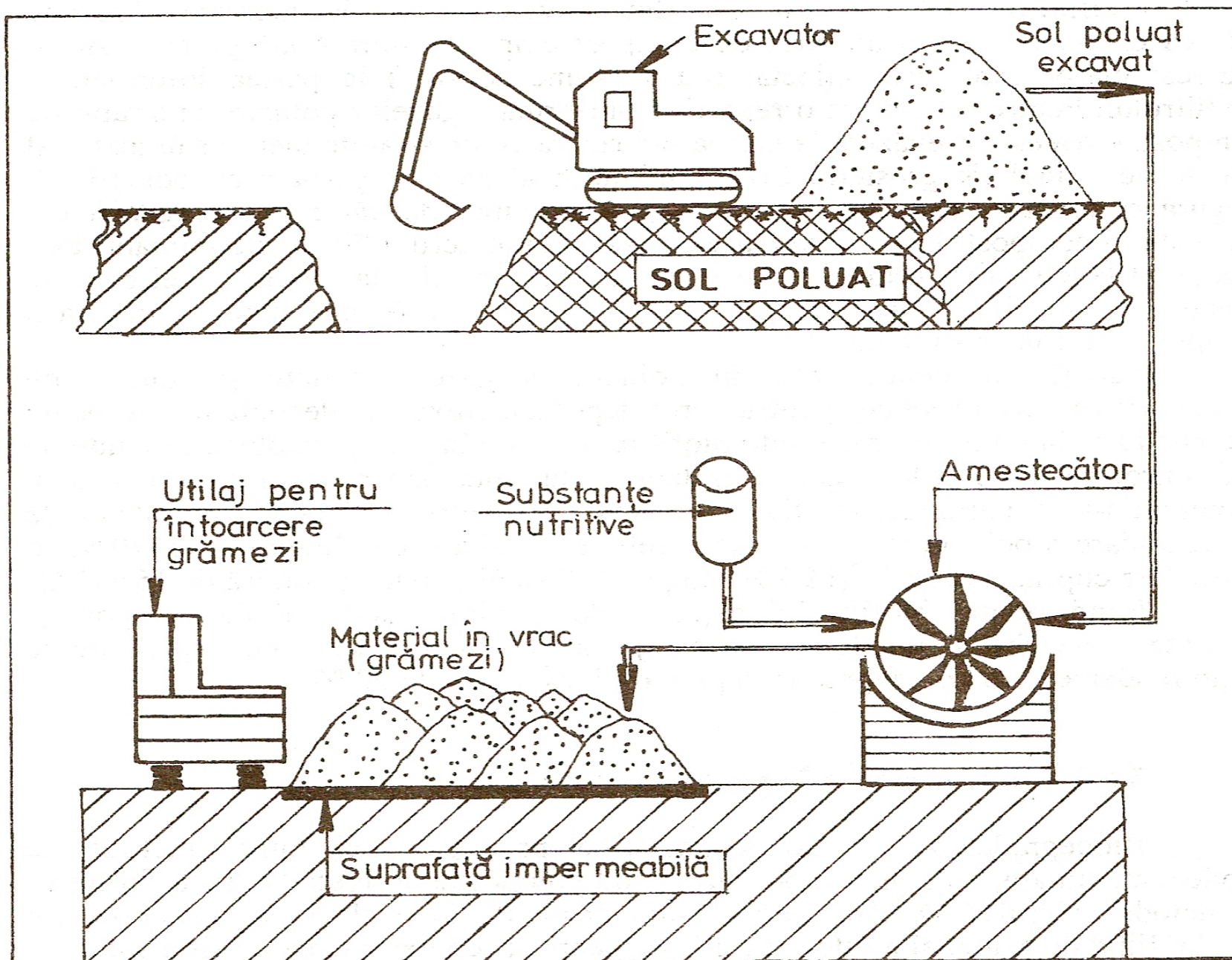


Fig. 5.6.8. Schema compactării

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

- ◉ Exista trei variante tehnologice:
 - *compostarea in movile statice aerate:*
 - compostul este cladit in movile si aerat prin intermediul unor suflante sau al unor pompe de vid
 - *compostarea in reactoare cu agitare mecanica:*
 - compostul este introdus intr-un vas de reactie in care este amestecat si aerat
 - *compostarea in movile lungi:*
 - compostul este cladit in movile lungi, fiind periodic amestecat cu echipamente mobile
 - *este cea mai ieftina alternativa de compostare*

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

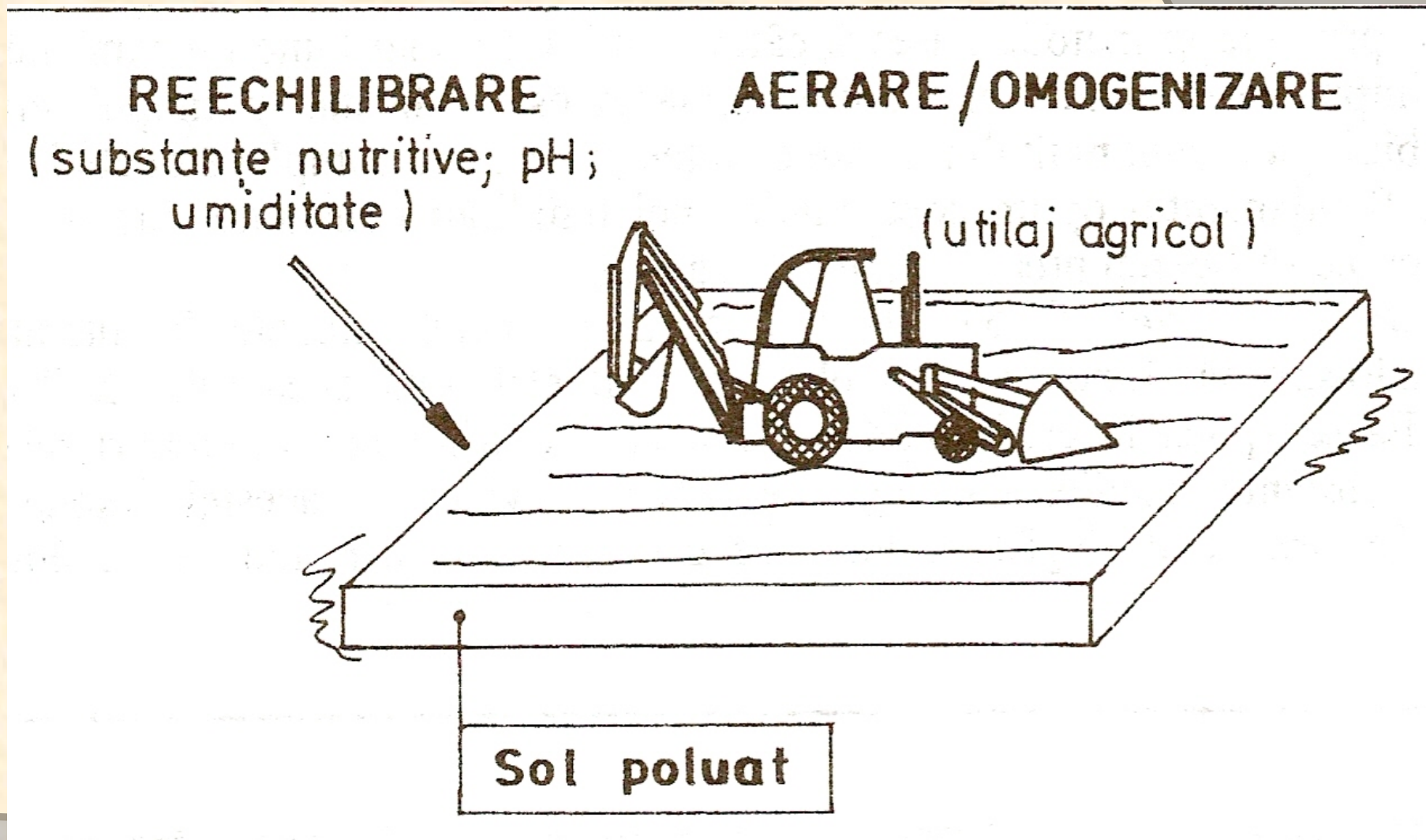
VI. 1. Metode de biodegradare

METODA “Land Farming”

- ⊙ tratarea solului contaminat prin executarea unor lucrari cu specific agricol
- ⊙ **Protocol de lucru:**
 - Dupa excavare solul poluat este depus pe o suprafata plana si impermeabila situata in zone pre-urbane sau industriale, intr-un strat cu grosimi de cativa centimetri, astfel incat sa poata fi lucrat cu utilaje agricole
 - Solul se trateaza apoi cu ingrasaminte sau cu gunoi de grajd
 - Aportul de fertilizanti amelioreaza echilibrul nutrienti – sursa de carbon (poluant), iar in cazul gunoiului de grajd creste cantitatea de microorganisme disponibile
 - La intervale regulate de timp solul este sapat si intors, in vederea aerarii si omogenizarii
 - In timpul procesului se pot administra din nou fertilizanti pentru completarea necesarului sau pot fi insamantate leguminoase care au rolul de a fixa azotul atmosferic ceea ce le confera calitatea de “ingrasamant verde”

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare



VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

- Stadiul degradării poluanților și condițiile de desfășurare ale procesului sunt urmărite prin analize de laborator
- Permite biodegradarea hidrocarburilor volatile
- Procesul durează câteva luni
- Cele mai bune randamente se obțin vara

METODA “BIOPILE”

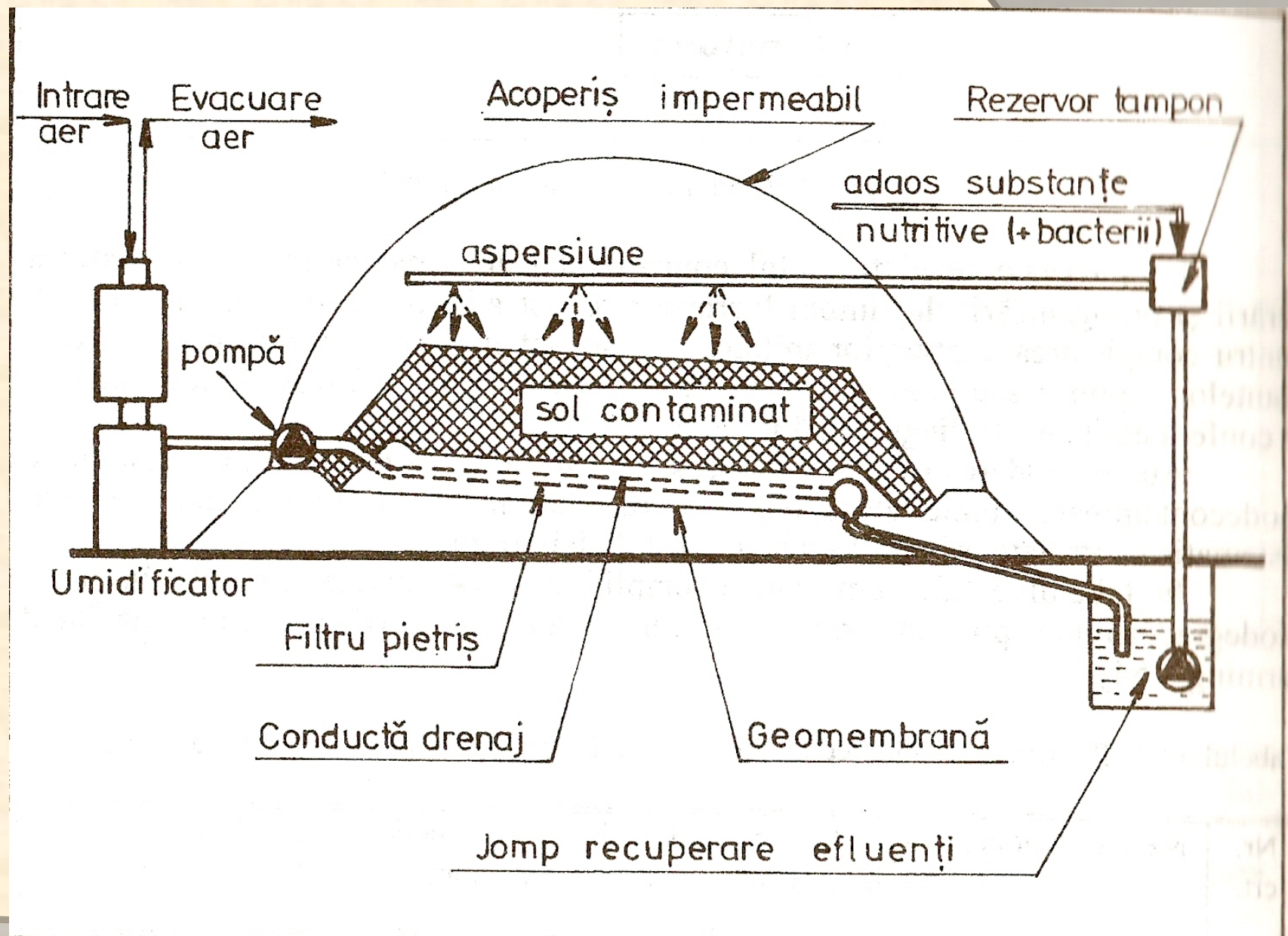
- Se aplică în cazul solurilor cu conținut relativ ridicat de substanțe volatile
- Aplicabilitate extinsă are în țările unde legislația interzice depoluarea în aer liber (ex. Quebec)
- **Protocol:**
 - Excavarea solului contaminat și depunerea lui în gramada

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

- Pentru a evita migrarea in mediul inconjurator a poluantilor gazoni sau lichizi prezenti in solul contaminat, atat intrarile cat si iesirile fazelor gazoase si lichide sunt strict controlate = depunerea solului pe o suprafata impermeabila, in panta si acoperirea gramezii cu o membrana cu rol in retinerea gazelor in interiorul incintei : “**biopile**”
- Aerarea solului se face cu un sistem de conducte instalate la baza gramezii, intr-un strat permeabil format din pietris
- Deasupra gramezii, sub membrana impermeabila, se monteaza un dispozitiv de aspersiune pentru a umecta solul si eventual pentru administrarea nutrientilor si a microorganismelor
- In jurul gramezii este o rigola pentru a colecta efluentii lichizi care se scurg din gramada si a-i directiona spre re-administrarea deasupra gramezii

METODA "BIOPILE"



VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

- Initial se procedeaza la aspirarea si tratarea gazelor existente in gramada de sol poluat intr-un biofiltru inainte de a fi evacuate in atmosfera (se recupereaza substantele volatile)
- Cand se constata epuizarea substantelor volatile din gazele aspirate se trece la operatia de aerare a gramezii, schimbând sensul aerului: de la exterior la interior → intensificarea procesului de biodegradare
- Substantele nutritive si microorganismele necesare procesului de decontaminare pot fi amestecate cu solul poluat si inainte de a fi depus acesta in gramada;
- ◉ Trebuie urmariti permanent si reglati o serie de parametri: *pH, temperatura, umiditate, continut de poluanti in gazele evacuate*

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

- Se fac in permanenta analize pe probe de sol:
 - initial de la 80-120mg hc aromatice policiclice/kg sol dupa 9 luni de biodegradare s-a ajuns la o concentratie de aprox. 20 mg/kg sol
 - de la 3000 mg ulei mineral/kg sol initial, dupa 7 luni de biodegradare s-a ajuns la o concentratie de 80-120 mg/kg

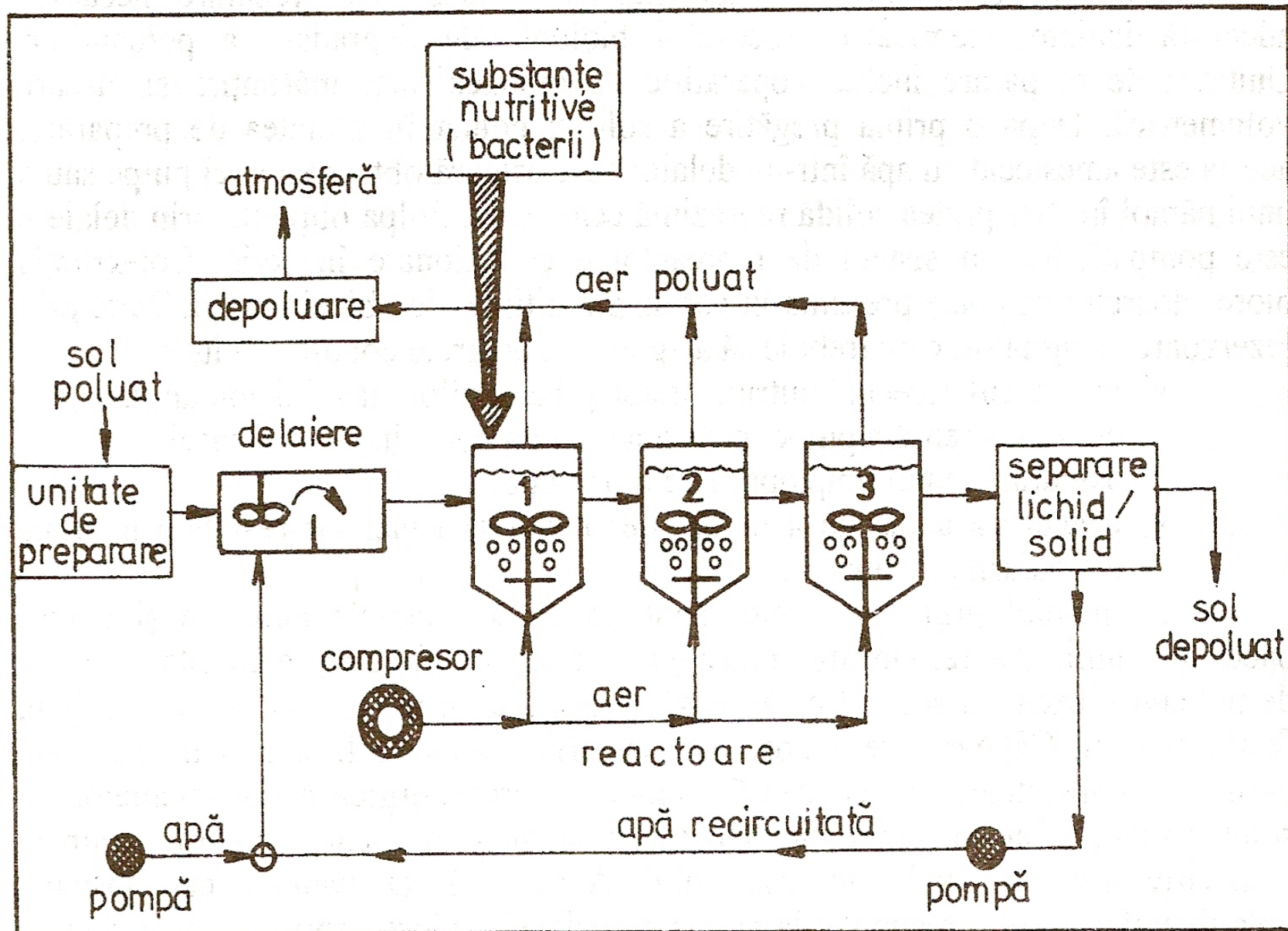
C. BIOREACTORUL

- Principiul:
 - Biodecontaminarea pe sit a solului in instalatii special formate din reactoare biologice (cuve inchise, bazine, coloane)
- Etape:
 - Pregatirea initiala a materialului supus prelucrarii:
 - omogenizare, maruntire si clasare volumetrica
 - Amestecarea solului pregatit mecanic cu apa (delaiere) pentru obtinerea unui namol cu 30% solid

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

- Pomparea namolului într-un sistem de bioreactoare legate în serie;
 - bioreactorul se prezintă sub formă de rezervoare cu agitator care trebuie să asigure:
 - amestecarea corectă a nutrienților, microorganismelor și a solului contaminat
 - aerarea intensă a namolului pentru a stimula dezvoltarea biomasei
 - asigurarea unui timp optim pentru bioreacție
 - evacuarea adecvată a namolului depoluat și a gazelor rezultate
- La nivelul primului bioreactor sunt dozate substanțele nutritive și uneori bacteriile suplimentare când este necesar;
- În bioreactoare se reglează pH-ul, temperatura, diluția și timpul de bioreacție
- Biodegradarea poluanților se face în trepte succesive utilizând un număr adecvat de bioreactoare aranjate în serie și un sistem de conducte de legătură



VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

- Namolul decontaminat din ultimul reactor este supus operației de separare lichid/solid
- Solul decontaminat poate fi depus în golul excavat, iar apa rezultată este re-folosită la obținerea namolului
- Metoda se recomandă pentru decontaminarea solurilor cu conținut ridicat de poluanți organici
- Rezultate privind decontaminarea unui sol în bioreactoare

Poluant	Concentrația inițială [mg/kg]	Gradul de depoluare [%]	Timpul de tratare [zile]
Compuși organici volatili	500	99	10
Fenantren (HAP)	46	58	10
Carbon organic (total)	159000	27	10

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

D. BIOVENTINGUL și BIOSPARGINGUL

- ⊙ Sunt metode de biodecontaminare rezultate din asocierea metodelor biologice cu metodele fizice de extracție a poluanților sub acțiunea dinamică a curenților de aer
- ⊙ ***Se aplica in situ***
- ⊙ Prin aerarea forțată a mediului contaminat se asigură atât mobilizarea poluanților volatili cât și stimularea proceselor de biodegradare, pe baza dezvoltării biomasei din subsol
- ⊙ Stabilirea unui raport optim C – N - P în mediul contaminat se realizează prin aportul de substanțe nutritive care se dozează în apă, după care se administrează:
 - prin aspersiune (la suprafața solului) sau
 - prin injecție în foraje practicate în amonte de zona contaminată

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

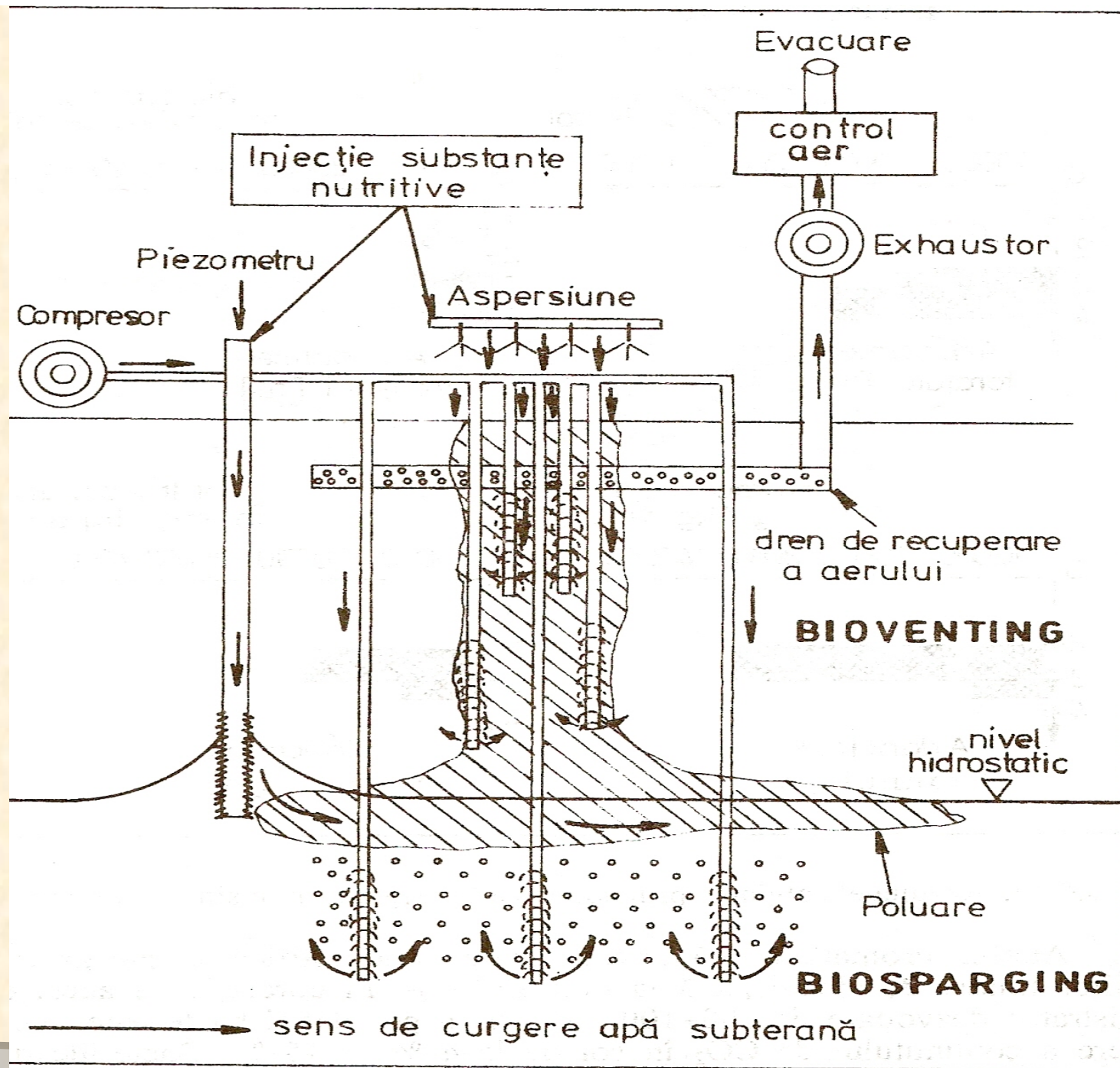
VI. 1. Metode de biodegradare

- ◎ **Biospargingul** se realizeaza prin injectie de aer in centrul zonei contaminate, utilizand o retea de foraje speciale
 - aerul injectat vaporizeaza poluantii dizolvati in apa sau retinuti de capilaritatea porilor, mobilizandu-i spre suprafata
 - in drumul ascendent poluantii fin dispersati sunt degradati de biomasa stimulata prin aerare si aport de nutrienti
- ◎ **Bioventingul** consta in extractia sub vid a poluantilor volatili, prin crearea unui curent de aer care favorizeaza biodegradarea
 - recuperarea gazelor din mediul subteran este posibila cu ajutorul unui dren amplasat aproape de suprafata si racordat la un ventilator
 - debitul de injectie/extractie se mentine la valori necesare producerii biodegradarii poluantilor
 - se impune un control riguros al gazelor evacuate in atmosfera

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 1. Metode de biodegradare

- ⊙ Instalatiile de bioventing-biosparging se dimensioneaza pentru capacitati mici de aspiratie:
 - pentru a mentine poluantul un timp mai indeungat in zona de biodegradare
 - reducerii ponderii operatiilor fizice in proces
- ⊙ Aceste procedee se utilizeaza pe scara larga pentru decontaminarea solurilor sau apelor subterane **poluate cu hidrocarburi petroliere**
 - in SUA se aplica curent pentru decontaminarea terenurilor aferente aviatiei militare si depozitelor de carburanti pentru armata
- ⊙ Randamentul de degradare a poluantilor depaseste 90%, valori atinse in perioade cateva saptamani



VI. METODE DE BIODROPOLUARE A SOLULUI

VI. 2. Biolixivierea (lixiviere bacteriana, biosolubilizare)

- ⊙ consta in extractia prin **biosolubilizare** cu ajutorul bacteriilor a elementelor metalice din solul contaminat
- ⊙ comparativ cu metodele de biodegradare acest procedeu **nu** conduce **la distrugerea poluantilor** ci doar **favorizeaza separarea** lor de mediul contaminat
- ⊙ a fost practicata initial pentru extractia metalelor din minereuri
 - **biosolubilizarea** - ansamblul modalitatilor tehnice si tehnologice, care conduc la eliberarea metalelor din zacaminte, din depozite de steril sau soluri contaminate si recuperarea lor cu ajutorul unor specii de microorganisme inalt specializate pentru acumularea acestora
 - **biomineritul** – complex de aplicatii biologice destinate recuperarii metalelor din zacamintele epuizate, prin extractia acestora cu ajutorul microorganismelor specializate, in locul tehnologiilor conventionale (Cu – primul metal extras cu ajutorul microorganismelor)

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 2. Biolixivierea (lesiere bacteriana, biosolubilizare)

- cuprinde doua tipuri de procese, realizate prin actiunea specifica a unor populatii de microorganisme
 - biosolubilizarea sau biolesierea
 - biooxidarea
- cele mai cunoscute bacterii: *Thiobacillus ferrooxidans*, *Thiobacillus thiooxidans*, *Ferroobacillus ferrooxidans*
 - se adapteaza relativ usor la mediu
 - pot rezista in conditiile unor concentratii foarte ridicate de ioni metalici
 - trebuie sa fie autotrofe, respectiv sa aiba capacitatea de a sintetiza molecule organice nutritive din surse anorganice, fie prin chemosinteza, fie prin fotosinteza, in functie de conditiile de mediu

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 2. Biolixivierea (lesiere bacteriana, biosolubilizare)

- trebuie sa fie termofile – sa poata supravietui la temperaturi ridicate
- trebuie sa fie acidofile sau alcalofile
- sa aiba proprietatea de a forma biofilme, respectiv sa fie capabile sa adere la suprafata corpurilor solide
- ◉ poate fi aplicata ca metoda singulara de decontaminare sau in asociere cu metodele de solubilizare chimica
- ◉ Principiul:
 - actiunea unor bacterii prezente in apele de mina, care au proprietatea de a **oxida metalele, aducandu-le in forme usor solubile** (U la U^{6+} , Fe^{2+} la Fe^{3+} , S^{2-} la SO_4^{2-})

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 2. Biolixivierea (lesiere bacteriana, biosolubilizare)

- **Elemente cheie** pentru asigurarea **eficientei procedeului** sunt:
 - după excavare solul poluat se depune pe o suprafață nivelată, înclinată, acoperită cu folie impermeabilă peste care s-a așezat un strat protector de pietriș
 - gramada de sol poluat nu trebuie tasată
 - gramada de sol va avea o înălțime de la câțiva metri (în cazul solurilor argiloase prin care soluția percolează greu) până la 10-20m (în cazul solurilor permeabile); $L \rightarrow 150\text{m}$
 - rețeaua de stropire cu soluție biolixiviantă se realizează din tuburi de PVC, perforate, care pot fi deplasate pe lungimea gramezii de sol poluant.
 - debitul de soluție poate fi reglat în intervalul $1-25\text{L/hxm}^2$ funcție de necesități
 - instalațiile și traseele de vehiculare a soluțiilor recuperate vor fi protejate anticorosiv

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 2. Biolixivierea (lesiere bacteriana, biosolubilizare)

- ⊙ Biolixivierea solurilor poluate poate fi aplicata:
 - ***pe sit*** –
 - in vrac
 - in bioreactoare
 - ***in situ***
- ⊙ ***Biolixivierea in vrac***
 - cunoaste in prezent cea mai importanta dezvoltare

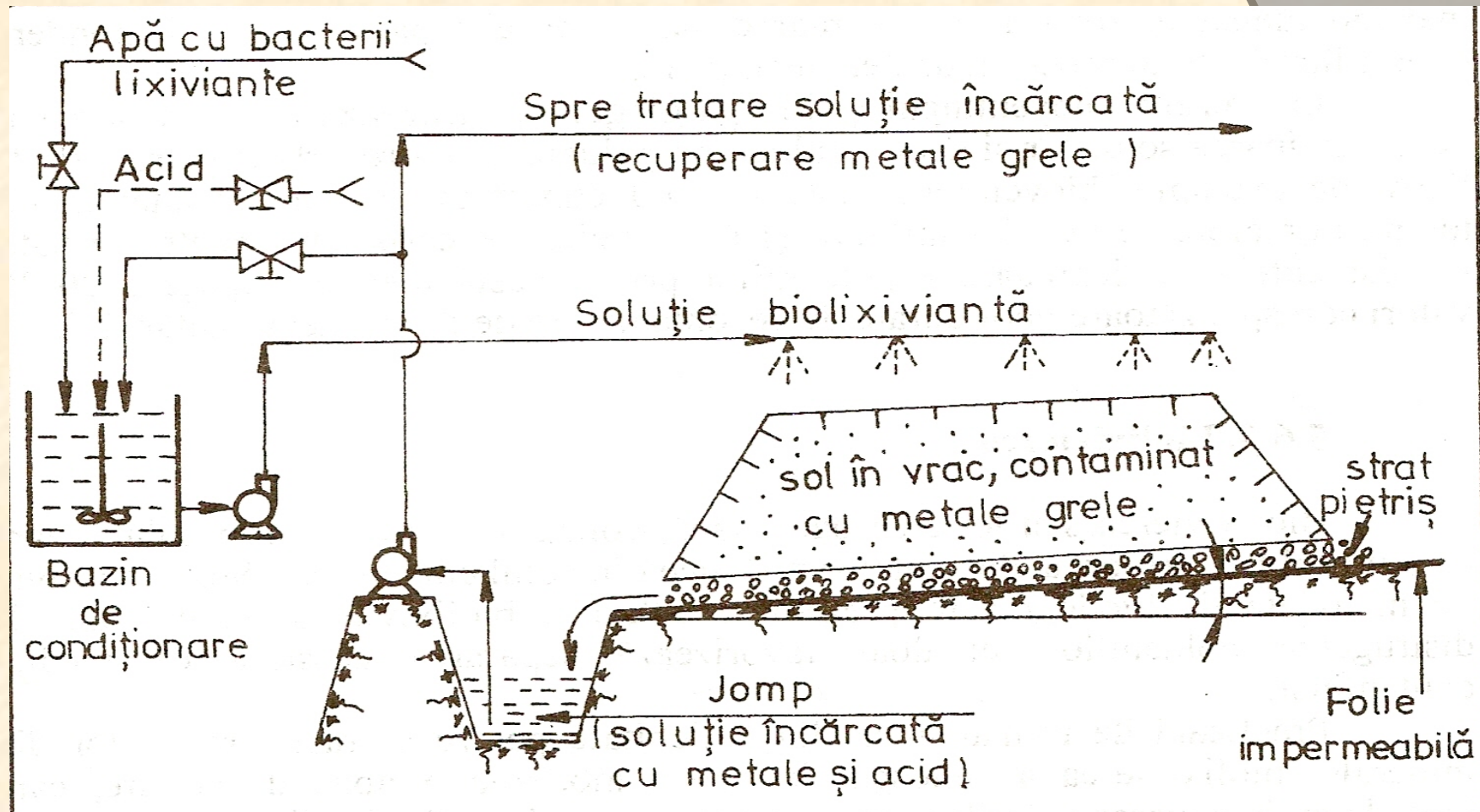
VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 2. Biolixivierea (lesiere bacteriana, biosolubilizare)

- Operatiile implicate in realizarea biolixivierii in vrac:
 - excavarea solului poluat
 - maruntirea si umecarea acestuia
 - depunera solului astfel pregatit in gramada pe o suprafata impermeabila
 - izolarea suselor de bacterii din apele de mina si dezvoltarea lor pe medii de cultura pentru inmultire
 - bacteriile astfel pregatite se amesteca cu apa, rezultand o solutie biolixivianta cu care se stropeste gramada de sol
 - dezvoltarea bacteriana este favorizata prin dispersia solutiei care se oxigeneaza in contact cu aerul

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 2. Biolixivierea (lesiere bacteriana, biosolubilizare)



Schema de principiu a biolixivierii în vrac

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 2. Biolixivierea (lesiere bacteriana, biosolubilizare)

- prin avansarea gravitacionala in gramada de sol poluant solutia se incarca cu metale si acizi
 - functie de concentratia in aceste componente solutia colectata poate fi:
 - pompata la o instalatie de recuperare a metalelor (de exemplu prin extractie cu solventi urmata de electroliza, fixare pe rasini schimbatoare de ioni, etc.)
 - recirculata ca solutie de stropire, dupa reajustarea concentratiei de bacterii si acid
- Dezavantaj metoda de biolixiviere:
 - durata mare a procesului
- Avantaj metoda de biolixiviere
 - simplitate, eficienta, pret de cost scazut

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 3. Bioacumularea

- ⊙ grupeaza diverse **mecanisme** (asimilare sau absorbtie a unor particule, transportul activ al unor ioni, complexarea, adsorbția, precipitarea) **de acumulare a poluantilor anorganici** (in special metale grele) **de catre microorganisme si plante.**
- ⊙ *metalele grele nu sunt distruse prin acest proces ci doar concentrate in vederea distrugerii ulterioare prin alte metode.*
- ⊙ se prezinta in doua variante:
 - **bioacumularea pasiva**, reprezentata de bioadsorbție sau biofixare
 - **bioacumularea activa**, bazata pe adsorbția poluantilor de catre microorganisme si plante

VI. METODE DE BIODROPOLUARE A SOLULUI

VI. 3. Bioacumularea

Bioacumularea pasiva

- presupune fixarea elementelor poluante la suprafata anumitor ***microorganisme*** sau ***plante***
- suprafata – suport are o structura adsorbanta pentru o serie de metale grele sau radioactive
- se pot utiliza microorganisme vii sau moarte
- microorganisme de tipul *Rhizopus*, *Mucor*, *Aspergillus* si *Penicillium* pot fixa pe suprafata exterioara metale grele si uraniu
 - la nivelul peretilor exteriori prezinta zone de electricitate negativa care atrag, adsorb sau complexeaza ionii metalici
 - se gasesc in subproduse de fermentatie ale industriei agroalimentare
 - alaturi de acestea exista si bacterii sulforeductoare, care producand H_2S determina precipitarea ionilor metalici pe suprafata exterioara a microorganismelor

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 3. Bioacumularea

Bioacumularea activa

- asimilarea poluantilor de catre celulele microorganismelor si plantelor
- se vorbeste de bioacumulare activa atunci cand concentratia poluantilor in interiorul celulelor vii este mai mare decat concentratia poluantilor in exteriorul acestora
- o serie de alge unicelulare, bacterii, levuri si mucegaiuri sunt capabile sa concentreze activ in celulele lor Fe, Zn, Cd, Mg
- utilizarea plantelor pentru bioacumularea poluantilor ridica dificultati in ceea ce priveste operatiile necesare anihilarii poluantilor concentrati in acestea:
 - plantele nu trebuie consumate de oameni si animale
 - plantele trebuie recoltate, iar apoi incinerate sau depozitate in conditii de siguranta

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 3. Bioacumularea

- nu toate speciile de plante sunt rezistente la actiunea poluantilor, asa cum nu toate sunt capabile sa asimileze elemente toxice
 - cercetarile biologice intense au ca obiectiv transferul genelor rezistente, de la plantele capabile sa asimileze poluantii, la plantele cu capacitate mare de productie → cresterea eficientei si diminuarea duratei procesului de decontaminare a solurilor

VI.3.1. Fitoremedierea

- procesul de bioacumulare care **utilizeaza plantele** pentru indepartarea, transferul, stabilizarea si distrugerea contaminantilor din sol, sedimente sau apa
- permite remedierea unor situri mult mai mari decat ar fi posibil in cazul utilizarii unor tehnologii traditionale de remediere
- un numar mare de specii de plante (peste 400) incepand cu ferigile si terminand cu angiospermele (ca floarea soarelui sau plopul) pot fi utilizate pentru indepartarea poluantilor

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 3. Bioacumularea

- mecanismele fitoremedierii includ;
 - biodegradarea intensificata in rizosfera (rizodegradarea)
 - fitoextractia (fitoacumularea)
 - fitodegradarea
 - fitostabilizarea
- fitoremedierea poate fi definita ca o tehnica de utilizare a plantelor *in situ* pentru tratarea solurilor
- tehnicile de fitoremediere sunt potrivite pentru ariile in care:
 - contaminarea are un nivel scazut spre moderat,
 - contaminarea este suficient de aproape de suprafata
 - contaminarea este intr-o zona putin adanca

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 3. Bioacumularea

- specia vegetala frecvent utilizata in proiectele de fitoremediere este momentan **plopul** deoarece:
 - creste rapid
 - poate supravietui in conditii climatice variate
 - poate extrage cantitati mari de apa din acvifere sau sol indepartand astfel si poluantii solubilizati in mediul contaminat
- se poate aplica nu numai pentru contaminanti metale grele ci se poate aplica pentru: pesticide, solventi, titei brut, scurgeri de la depozitele de deseuri menajere.
- este o tehnologie relativ noua (primele cercetari fiind inregistrate la inceputul anilor 1990), inca in faza de dezvoltare
- Dezavantaje:
 - limitarea adancimii zonei tratate in functie de plantele utilizate – in majoritatea cazurilor procedeul este aplicabil pentru poluanti aflati aproape de suprafata
 - concentratiile ridicate de materiale periculoase pot fi toxice pentru plante
 - poate avea caracter sezonier, depinzand de locatia geografica a ariei supuse bioremedierii

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 3. Bioacumularea

- poate transfera poluantii intre diverse medii (din sol in aer, de exemplu);
 - nu este eficienta pentru contaminantii puternic adsorbiti, cum ar fi PCB (bifenili policlorurati)
 - toxicitatea si biodisponibilitatea produsilor de biodegradare nu este intotdeauna cunoscuta
 - produsii de biodegradare pot fi mobilizati in apa freatica sau se pot bioacumula in regnul animal, prin intermediul lantului trofic
- ⊙ Avantaje
- costuri scazute

VI. METODE DE BIODROPOLUARE A SOLULUI

VI. 3. Bioacumularea

Rizodegradarea

- are loc in portiunea de sol care inconjoara radacinile plantelor
- substantele naturale eliberate de radacinile plantelor servesc drept substrat pentru microorganismele prezente in rizosfera, accelerand degradarea contaminantilor
- radacinile plantelor afaneaza solul, lasand loc pentru transportul apei si aerare

Fitoextractia

- in acest proces radacinile plantelor absorb impreuna cu apa si nutrientii si contaminantii din sol (in special metale)
- contaminantii nu sunt distrusi ci se acumuleaza in radacinile, tulpinile si frunzele plantelor, care pot fi recoltate in vederea indepartarii si distrugerii contaminantilor

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 3. Bioacumularea

- depinde :
 - de abilitatea plantelor de a crește în soluri cu concentrații ridicate de metale
 - de capacitatea acestora de a extrage din sol metalele în condițiile climatice specifice solului respectiv
- pentru realizarea procesului se pot utiliza:
 - plante având capacitate naturală foarte mare de a acumula metale, numite **hiperacumulatori**
 - plante care produc cantități ridicate de biomasă (porumb, orz, mazare, ovaz, orez, mustar indian) asistate chimic cu adaosuri de substanțe care îmbunătățesc capacitatea de extracție a metalelor:
 - adaosurile utilizate pot fi de: acid citric, oxalic, galic, vanilic, chelatanți clasici (EDTA, dietilentriaminopentaacetat) sau chelatanți biodegradabili (etilendiaminodisuccinat, metilglicindiacetat); acestea îmbunătățesc extracția din sol a Zn, Cd, Cu, Ni
 - aceste adaosuri prezintă riscul de a mobiliza metalele în apele subterane

VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 3. Bioacumularea

- exemple:
 - hrisca obisnuita poate acumula in tulpina pana la 4200 mg/kg Pb
 - mustarul indian are potential mare pentru fitoextractia Cd, Cr(VI), ^{137}Cs , Cu, Ni, Pb, U, Zn
 - napul – recomandat pentru Pb, Se, Zn
 - varza ornamentala – pentru Ni, As, ^{137}Cs

Fitodegradarea

- procesul de metabolizare a contaminantilor in tesuturile vegetale
- plantele produc enzime (oxigenaze, dehalogenaze) care favorizeaza degradarea catalitica a contaminantilor ajunsi in tesutul vegetal

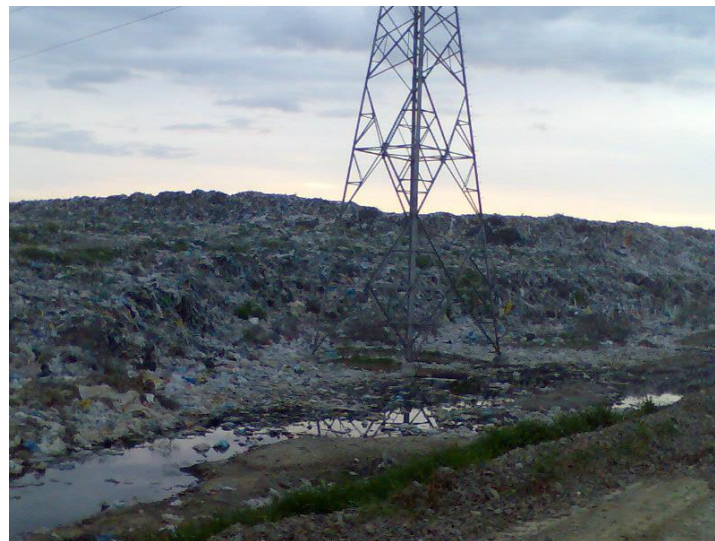
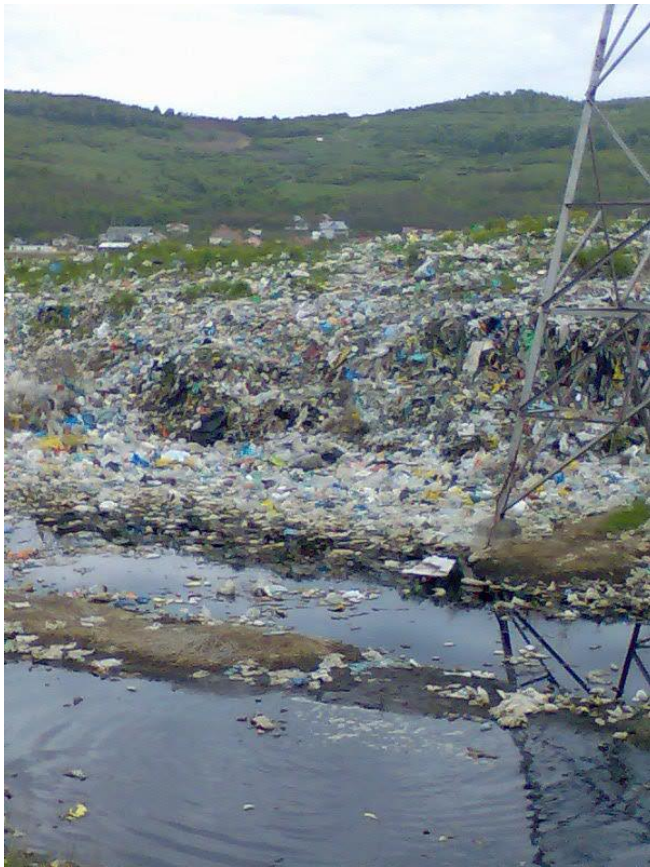
VI. METODE DE BIODEPOLUARE A SOLULUI

VI. 3. Bioacumularea

Fitostabilizarea

- procesul bazat pe **capacitatea anumitor plante de a produce compusi chimici care pot lega, la interfata radacina – sol**, într-o forma inactiva, **cantitati importante de compusi toxici** (metale grele) împiedicând răspândirea lor în apele subterane
- Solul supus fitostabilizării este:
 - arat,
 - tratat cu diverse amendamente pentru fixarea rapidă a metalelor (var, îngrășăminte fosfatice, oxihidroxizi de Fe sau Mn, etc.)
 - însămânțat cu plante cunoscute ca slabi translocatori ai metalelor, astfel încât acestea să nu ajungă în partea plantei care pot fi consumate de animale (iarba vântului și paiusul roșu sunt utilizate în aplicații comerciale pentru fitostabilizarea solurilor contaminate cu Pb, Zn sau Cu)

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR



VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR



“**deșeu**”

- produs al activității umane;
- caracteristică a unei societăți industrializate sau în curs de industrializare;
- “orice substanță sau obiect de care posesorul se debarasează sau i se cere să se debaraseze conform prevederilor legilor naționale în vigoare” (directiva CE 75/442/CEE)
- “orice substanță sau obiect pe care posesorul îl aruncă, intenționează sau este obligat să-l arunce” (91/156/CEE)
- *În România, legea 137/95 definește deșeurile ca “substanțe rezultate în urma unor procese biologice sau tehnologice care nu mai pot fi folosite ca atare și dintre care unele sunt refolosite”*

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

- Criterii de clasificare:
 - Sursa de generare:
 - *menajere si asimilabile celor menajere* - provenite din activitati casnice sau asimilabile cu acestea si care pot fi preluate cu sistemele de precolectare curente din localitati sau cele provenite din industrie, din comert, din sectorul public sau administrativ, care prezinta compozitie si proprietati similare cu deseurile menajere si care sunt colectate, transportate, prelucrate si depozitate impreuna cu acestea;
 - *din constructia sau demolarea obiectivelor civile sau industriale;*
 - *stradale* – rezultate din activitatea cotidiana a populatiei, spatii verzi, de la animale, din depunerea de substante solide din atmosfera etc.;
 - *din gradina* – cele provenite din gradini, spatii verzi etc.;
 - *industriale* – produse in urma proceselor tehnologice;
 - *agricole* – cele provenite din unitatile agricole sau zootehnice;
 - *animaliere* – cele provenite din abatoare, unitati zootehnice;

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR



- Compozitia:
 - *deseuri avand compozitie anorganica*: metale si nemetale, din constructii (betoane, tencuieli, pavaje etc.), sticla, ceramica, zgura, cenusa, diverse agregate, namoluri
 - *deseuri avand compozitie organica*: resturi vegetale, resuri animaliere, hartie, cartoane, textile, mase plastice, lemn, pluta, resturi de la prelucrarea pieilor si blanurilor, namoluri organice;
- Gradul de agresivitate fata de mediu:
 - *deseuri periculoase* – cele care sunt explozive, oxidante, inflamabile, iritante, nocive, toxice, cancericene, corizive, infectioase, teratogene, mutagene, ecotoxice, care daca nu sunt gestionate adecvat afecteaza echilibrul ecosistemele etc.
 - deseuri inerte* – cele care nu sufera nici o transformare fizica, chimica sau biologica, cu potential redus de poluare.



VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR



- Caracteristicile principale de tratare:
 - *deseuri combustibile*: resturi de hartie, cartoane, textile, mase plastice, lemn, pluta.
 - *deseuri fermentabile*: resturi alimentare, legume, fructe, dejectii animaliere;
 - *deseuri inerte*: resturi metalice feroase si neferoase, din constructii) betoane, tencuieli, pavaje etc.), sticla, ceramica, zgura, cenusa, pamant etc.;
- Posibilitatile de refolosire:
 - *deseuri refolosibile ca materii prime secundare*: resturi de hartie, carton, sticla, metale feroase si neferoase, textile, mase plastice, tabacarie, pielarie, blinarie, lemn, pluta, cauciuc, resturi alimentare, resturi vegetale, legume, fructe, dejectii animaliere etc .
 - *deseuri nerefolosibile*

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

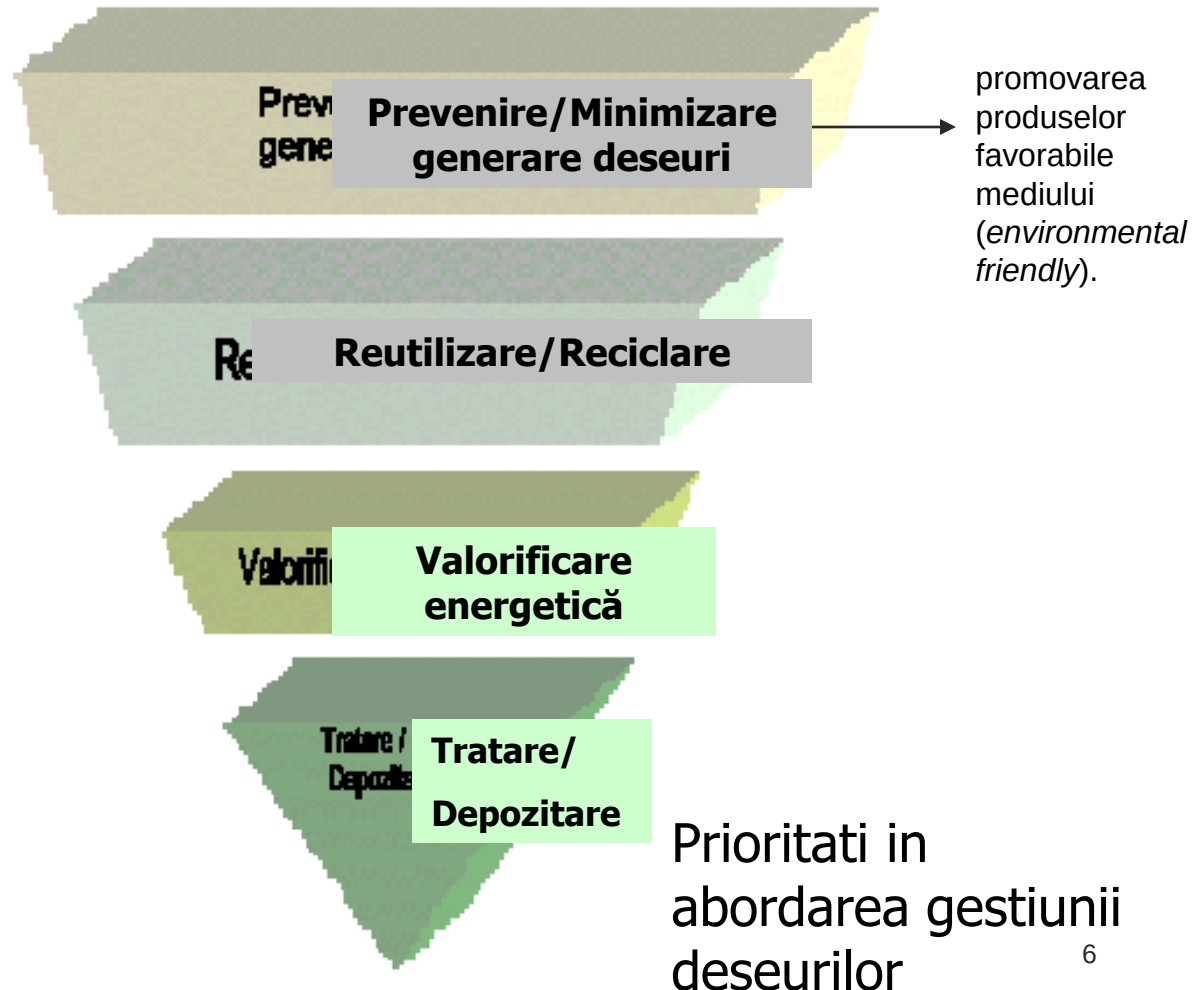
Managementul deșeurilor

(Gestiunea deșeurilor)

reprezintă totalitatea activităților de:

- Producere
- Colectare
- Sortare
- Valorificare sau Depozitare

a deșeurilor, inclusiv supravegherea oricărei operațiuni pentru întreținerea locurilor de eliminare a deșeurilor



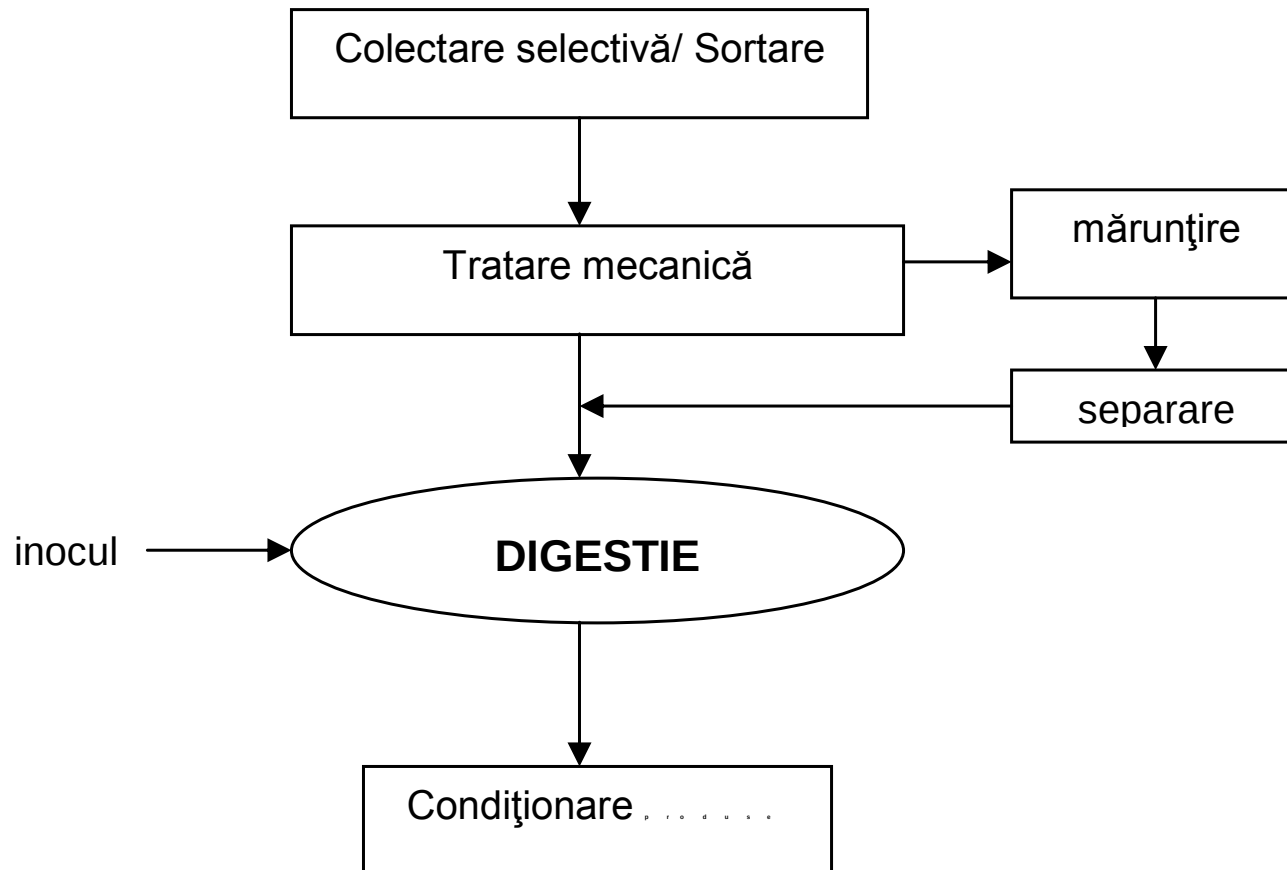
VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

- Procedeele biotehnologice se aplica pentru tratarea deseurilor biodegradabile
- **Deșeurile biodegradabile** - categorie de deșeuri formata din:
 - o fracție importantă din deșeurile municipale (40-70%);
 - deșeuri rezultate din activitatile agricole si zootehnice;
 - deșeuri de la prelucrările agro-industriale, precum și
 - nămolul de la stațiile de epurare a apelor.
- Cantitățile în care sunt produse aceste deșeuri depind de:
 - gradul de urbanizare și dezvoltare economico-socială,
 - mediul de trai (urban sau rural),
 - tipul de comerț,
 - anotimp,
 - procesul tehnologic folosit în industrie sau agricultură, etc.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

- **Biotehnologiile** de tratare a deșeurilor biodegradabile au ca **punct de plecare capacitatea** acestora **de a fermenta**
- Aceste metode funcționează în paralel sau înlocuiesc tehnicile de incinerare și depozitare controlată.
- Marele **avantaj**:
 - reducerea volumul de deșeuri, producând în schimb două produse extrem de utile: **compostul** și **biogazul**.
- De o atenție deosebită se bucură în ultimul timp **tehnologiile de digestie**:
 - aerobă – compostarea
 - anaerobă – fermentarea anaerobă.
- Indiferent de tehnologia de digestie adoptată, fluxul tehnologic este urmatorul:

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR



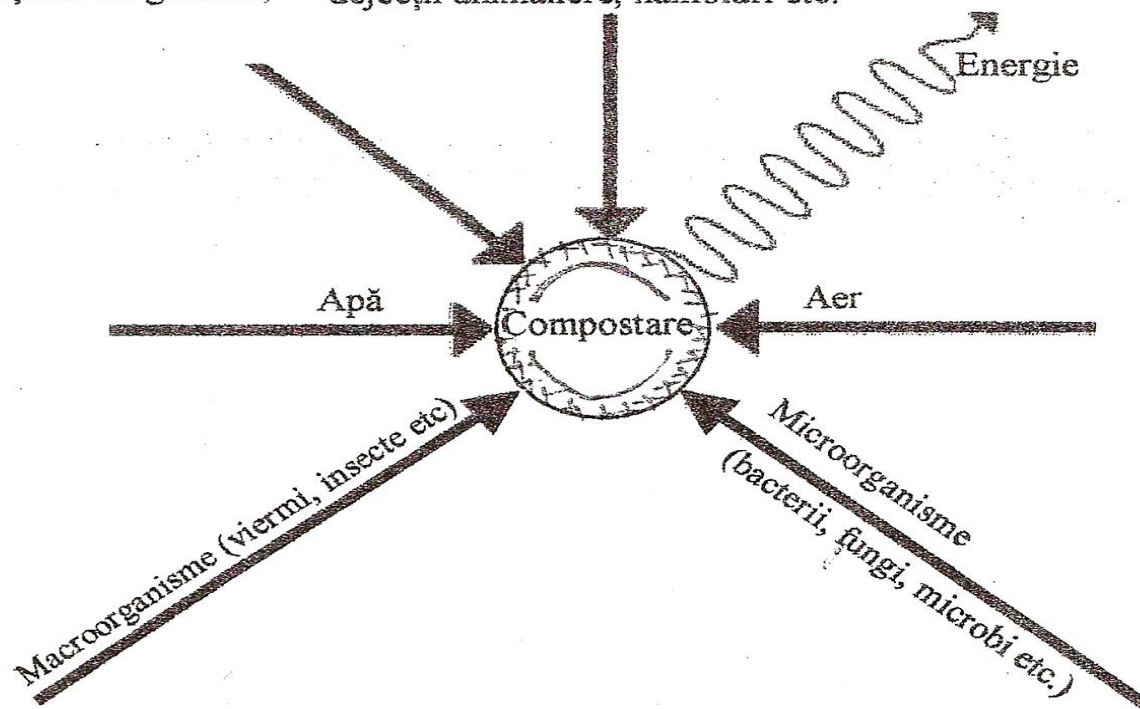
VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- metodă ecologică de procesare a deșeurilor biodegradabile, prin transformarea lor într-un produs nepoluant numit **compost**, cu înaltă valoare nutritivă pentru plante și cereale, respectiv un foarte bun *amendament* al stării fizice și chimice a solurilor.
- reprezintă *totalitatea transformărilor fizice, chimice și biochimice pe care le suferă deșeurile biodegradabile*, de la forma inițială și până ajung în diferite stadii de humificare.
- *este un proces biologic natural, aerob și exoterm, în care microorganismele convertesc deșeurile biodegradabile în CO₂, vapori de H₂O și compost.*

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1.COMPOSTAREA



VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- Presupune două procese care se interpătrund și se intercondiționează:
 - descompunerea
 - sinteza
- metoda a fost introdusă ca o necesitate de ordin igienic și sanitar, produsul rezultat fiind deosebit de util în agricultură, horticultură și grădinărit
 - În SUA compostul este intens utilizat în legumicultură
 - În Europa un număr limitat de țări folosesc compostarea pentru procesarea unei cantități reduse de deșeuri menajere:
 - în Spania circa 21% din cantitatea totală de deșeuri organice este compostată
 - în Portugalia 10%
 - în Danemarca 9%
 - în Franța 6%
 - foarte puțin în Olanda, Germania și Italia

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1.COMPOSTAREA

- Acest fapt se datorează dificultății de a găsi piețe de desfacere pentru compost (costul ridicat al transportului)
- Revigorarea acestei metode va fi o consecință a faptului că:
 - neutralizarea deșeurilor menajere prin compostare este cu mult mai ieftină decât cea prin stocare în depozite ecologice controlate sau incinerare
 - utilizarea compostului în agricultură determină o creștere a producției la hectar cu 15%

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

MICROORGANISME IMPLICATE ÎN COMPOSTARE

- **bacterii**, ciuperci
 - bacteriile și fungii necesari pentru descompunere pot fi clasificați ca *mezofili* sau *termofili*.
- **Microorganismele mezofile** (cele care cresc cel mai bine la temperaturi între 25-45°C)
 - sunt dominante în masa de compostare în faza inițială a procesului când temperaturile sunt relativ scăzute.
 - folosesc oxigenul disponibil pentru a transforma carbonul din materialele compostabile în vederea obținerii de energie, producând astfel CO₂, H₂O și căldură ca rezultat al proceselor metabolice.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

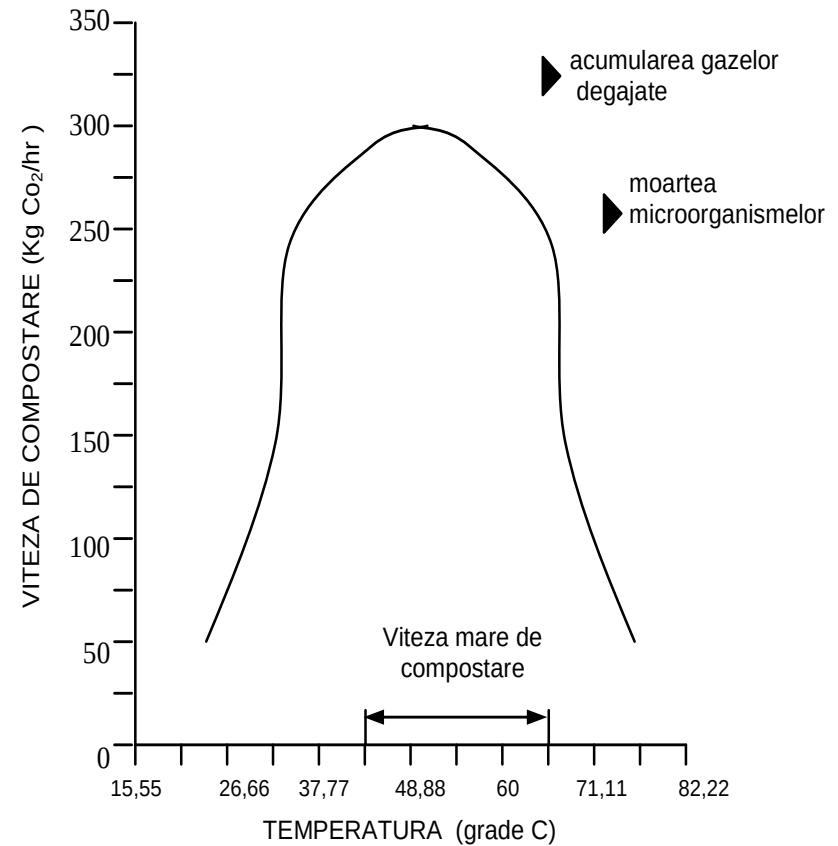
VII. 1. COMPOSTAREA

- când temperatura tinde spre 45°C, microorganismele mezofile sunt distruse sau devin inactive, așteptând modificarea condițiilor
- ***Microorganismele termofile*** (active la temperaturi între 45-70°C)
 - consumă materialele disponibile, înmulțindu-se rapid și înlocuind mezofilele în cele mai multe secțiuni ale grămezii de compostare.
 - se dezvoltă de obicei, după 5 -10 zile de compostare și generează o cantitate de căldură mult mai mare decât mezofilele, temperaturile ce se ating în această perioadă fiind suficient de ridicate pentru a inactiva cei mai mulți agenți patogeni și semințe de buruieni.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.1. COMPOSTAREA

- *Bacteriile termofile* continuă să descompună materialele atâta timp cât există nutrienți și surse de energie.
 - pe măsură ce aceste surse scad, termofilele mor și temperatura din grămezi începe să scadă.
 - în acest moment, *bacteriile mezofile* își reiau activitatea în procesul de descompunere până când toate sursele disponibile de energie sunt epuizate.
 - viteza de compostare, condiționată de temperatură este prezentată în figura alaturată



VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- *bacteriile* sunt primele care ocupă grămada de compostare și *descompun proteinele primare și carbohidrații mai repede decât alt tip de organisme*.
 - *Bacillus vulgatus, Bacillus mesentericus, Bacterium fluorescens, Bactehum vulgarae, Micrococcus luteus, Micrococcus sulfureus, Streptococcus pyogenes, etc. bacterii nitrificatoare, mixobacterii și bacterii patogene.*
- *fungii*, au rol important, dar pe parcursul compostării, *când grămada începe să se usuce, deoarece aceștia pot tolera mai ușor decât bacteriile mediile cu umiditate redusă*.
 - unele tipuri de fungi pot necesita o cantitate mai mică de azot comparativ cu bacteriile, fiind astfel apte pentru descompunerea materialelor celulozice pe care bacteriile nu le pot descompune.
 - deoarece fungii sunt activi în grămezile de compostare, s-a atras atenția asupra dezvoltării unor specii optime, în mod particular cele aparținând genului *Aspergillus*.
 - *Mucor, Circinella, Thamnidium, Helicostylum, Absidia, Motierella, Chaetocladium, Microacus, Chaetomium, etc.*

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- *Pseudomonas aeruginosa* este cel mai întâlnit microorganism în procesul de compostare
- **Organisme de ordin superior** care intervin în procesul de compostare: protozoare, pluricelulare

ORGANISME ANIMALE IMPLICATE ÎN DESCOMPUNEREA DEȘEURILOR BIODEGRADABILE

- există peste 35 de specii animale care trăiesc pe seama deșeurilor de natură vegetală și animală, participând direct sau indirect la reciclarea lor
- dintre acestea nouă specii fac parte din Încrengătura *Annelida*, clasa *Oligochaeta* și sunt speciile humificatoare și 26 de specii fac parte din Încrengătura *Arthropoda*, clasa *Insecta*, aparținând la 4 familii: *Histerinae*, *Scarabaeidae*, *Silphidae* și *Staphylinidae*, specii coprofage, necrofage, detritivore sau cu regim de hrană mixt.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.1. COMPOSTAREA

Factorii care influențează procesul de compostare

- **Compoziția reziduurilor** – factorul cel mai important în declanșarea procesului de fermentare.
 - Dacă deșeurile menajere sunt bogate în substanțe organice (care fermentează ușor) iar temperatura mediului este potrivită, procesul de compostare se declanșează rapid și se desfășoară corespunzător dacă, în plus, este bine condus prin introducerea cantității necesare de aer.
 - Dacă deșeurile menajere sunt sărace în substanțe organice, în special în perioada de iarnă, fermentarea este întârziată și introducerea de aer suplimentar (care este rece) nu face decât să dăuneze procesului de fermentare.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

■ Conținutul de umiditate al deșeurilor.

- Lipsa apei blochează activitatea microorganismelor, respectiv a procesului de descompunere.
- Prea multă apă determina ca o categorie de microorganisme să nu poată supraviețui.
- Umiditatea trebuie să fie în concordanță cu conținutul de materii organice al deșeurilor menajere.
 - 45% umiditate dacă conținutul de materii organice este mai mic de 50%
 - (50-55)% umiditate pentru un conținut de materii organice mai mare de 50%

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.1. COMPOSTAREA

■ Concentrația oxigenului

- Compostarea poate avea loc în:
 - **condiții aerobe** (necesitând oxigen liber) care asigura rapiditatea procesului (10-20 de ori)
 - **condiții anaerobe** (fără oxigen liber) - tinde să genereze mirosuri mult mai accentuate comparativ cu cea aerobă, deoarece în timpul compostării se produc diferite gaze (H_2S , CH_4 , amine)
- Debitul specific de aer, care asigură oxigenul necesar pentru fermentarea deșeurilor menajere preparate mecanic este de (4,5 – 5) litri aer/ ora pentru 1kg de materie uscată (la deșeuri cu umiditate de 45%)
- Se recomandă ca acolo unde este posibil, cantitatea de aer real introdusă să fie mai mare decât cea minimă necesară procesului de fermentare
- Introducerea aerului se poate face prin întoarcerea grămezii (manuală sau mecanizată) sau prin aerare forțată

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- Temperatura la care se desfășoară procesul
 - depinde de modul în care căldura generată de microorganisme este compensată de pierderea de căldură prin aerare controlată, răcirea suprafețelor și pierderi de umiditate.
 - cele mai frecvente temperaturi de compostare sunt între 49 – 59°C.
 - temperaturi mai mici de 49°C determină încetarea proliferării microorganismelor iar descompunerea încetinește
 - dacă temperatura este mai mare de 59°C, unele microorganisme sunt inhibate sau distruse, ceea ce determină scăderea vitezei de descompunere

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

■ Factorii auxiliari:

- Omogenitatea amestecului
- Granulația deșeurilor
- Modul de așezare a deșeurilor măcinate în grămezi sau în recipiente de fermentare

■ **Etapete** principale ale **compostării**, indiferent dacă ea se desfășoară în regim gospodăresc sau industrial, sunt :

- **recepția și depozitarea** deșeurilor ce urmează a fi compostate;
- **pregătirea** materialului pentru compostare;
- **compostarea**
- **selecționarea și comercializarea compostului.**

■ la acestea pot fi adăugate o serie de operații auxiliare, cum ar fi:

- separarea și valorificarea metalelor,
- separarea fracțiilor de la diferite trepte de prelucrare și valorificarea acestora,
- alimentarea procesului tehnologic cu materii auxiliare (apă, energie)

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

Pregătirea materialului pentru compostare

- eficiența procesului de compostare ← calitatea compostului obținut ← calitatea deșeurilor ← modul de pregătire a acestora în vederea bio-degradării.
- asigurarea vitezei de descompunere
- asigurarea calității produsului finit
- **operațiile** cele mai semnificative ale fazei de pregătire a materiilor prime sunt:
 - **sortarea** materialelor și îndepărtarea acelor care sunt fie dificil, fie imposibil de compostat (metale, sticlă, materiale de construcție, materiale plastice)
 - cu cât deșeurile sunt mai diversificate, cu atât este mai importantă sortarea.
 - deșeurile de grădină (relativ uniforme) necesită un grad mai mic de sortare față de deșeurile municipale
 - clasare, are ca scop sortarea după granulație a materiilor ce urmează a fi compostate;

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- se recomandă ca materiile care se descompun foarte greu să fie sortate și compostate separat, deoarece acestea împiedică sau îngreuiază puternic descompunerea, făcând practic imposibilă și utilizarea compostului.
- **sfărâmarea (mărunțirea) - reducerea dimensiunilor deșeurilor** în scopul favorizării activității microorganismelor prin mărirea suprafețelor de contact și omogenizarea materiilor
 - există tehnologii de separare (separare magnetică, pneumatică sau umedă) care ating un randament mai mare după mărunțire
 - mărunțirea deșeurilor de grădină
 - este obligatorie în cazul deșeurilor lemnoase
 - reducerea excesivă a frunzelor și deșeurilor ierboase se poate dovedi indezirabilă deoarece, acestea pot inhiba condițiile aerobe și pot împiedica evacuarea căldurii din masa de compost

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

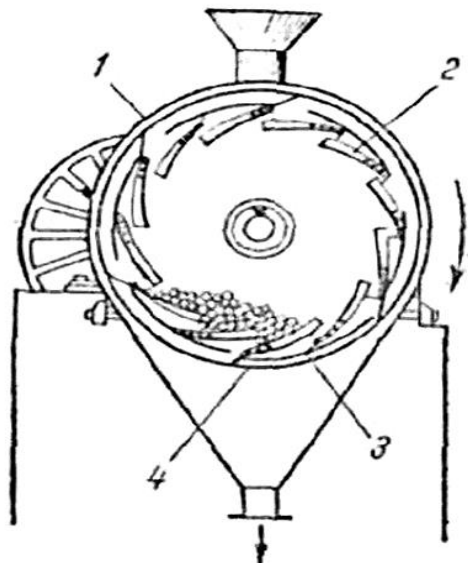
VII. 1. COMPOSTAREA

■ mărunțirea deșeurilor municipale

- contribuie la omogenizarea materialelor, asigurând o mai mare uniformitate a umidității și nutrienților pentru a facilita descompunerea

■ utilaje folosite:

○ mori cu bile

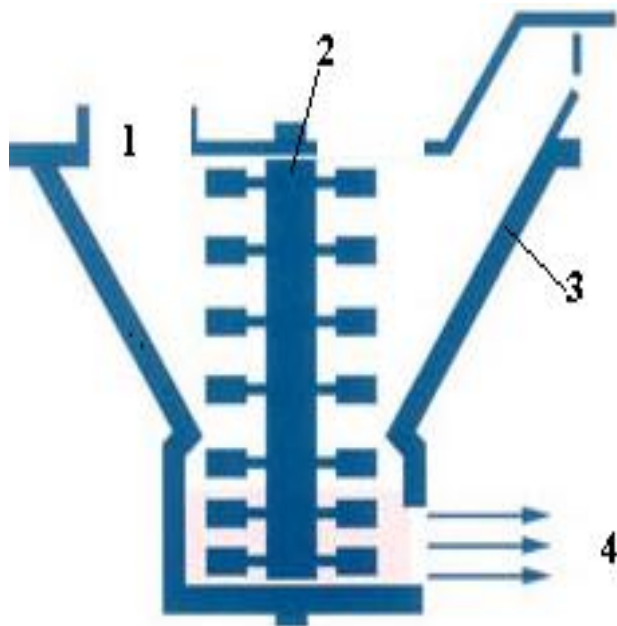


Moara cu bile si site

- Materialul de măcinat este adus într-un tambur (1) blindat cu fălci de oțel dur (2) unde este mărunțit de bile și trece prin fantele dintre plăcile de blindaj din interiorul unui tambur perforat (3). Acesta are rolul de a proteja sita propriu zisă (4) de bucățile prea mari de material.
- Materialul cu finețea dorită trece prin sită iar cel rămas ajunge din nou în spațiul de măcinare.
- Acest tip de moară realizează grade mici de mărunțire pot fi aplicate materialelor uscate cu durități diferite

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. COMPOSTAREA



Moară cu ciocănele verticală

1. alimentare; 2. ax vertical; 3. botiu; 4. evacuare.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- *tocătoare cu cuțite*



VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- **amestecarea** materiilor prime
 - constă fie în introducerea în grămadă a anumitor ingrediente, fie în combinarea diferitelor tipuri de materiale cu caracteristici diferite.
- Ordinea operațiilor variază în funcție de diferitele unități de compostare, depinzând de tipul și de volumul de materiale ce urmează a fi compostate
- **Compostarea** deșeurilor pregătite anterior are loc în **2 faze**:
 - faza de compostare propriu-zisă (fermentare, descompunere)
 - faza de maturare

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

■ *Faza de descompunere*

- *etapa mezofilă*, în care temperatura crește treptat și rapid până la 40°-45°C
- *etapa termofilă*, care durează mai mult și în care temperatura în masa de compostare crește până la 65°-70°C, fază în care predomină procesele biologice de descompunere a materiei organice proaspete.
- este un proces biologic, complex în care microorganismele determină transformarea substanțelor organice într-un material omogen, stabilizat, asemănător humusului, numit **compost**, concomitent cu **degajarea** unor importante cantități de **căldură, CO₂ și H₂O**.
- se practică **fermentarea aerobă** deoarece este mai rapidă și evită producerea mirosurilor neplăcute

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

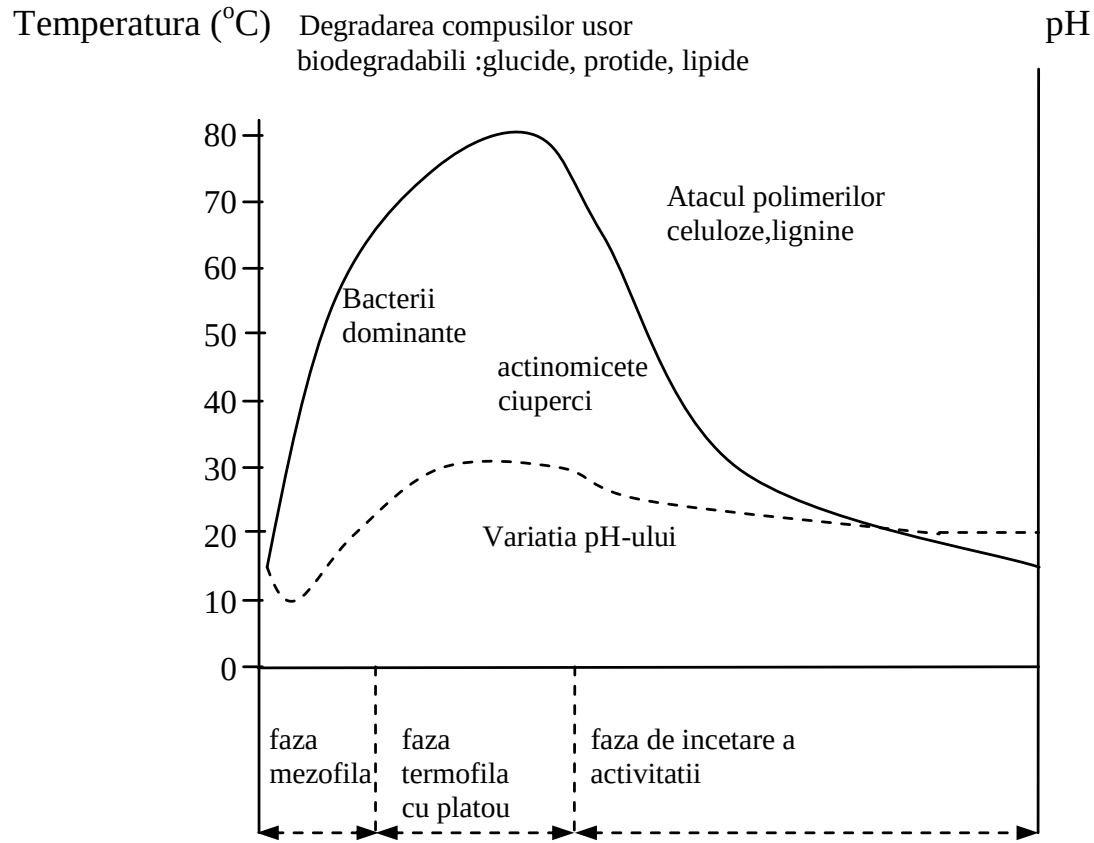
VII. 1. COMPOSTAREA

○ Fazele procesului de fermentare

- **Faza lentă**, care corespunde perioadei de timp necesară *colonizării microorganismelor* în noul mediu creat; această fază începe practic din momentul depozitării în recipientii de precolectare – colectare și durează până la începerea creșterii temperaturii
- **Faza de creștere rapidă a temperaturii** a cărei desfășurare depinde de compoziția deșeurilor, conținutul de umiditate și concentrația oxigenului în zonă
- **Faza termofilă** - reprezintă perioada *cele mai înalte temperaturi*. Poate dura o perioadă de timp mai lungă sau mai scurtă, în funcție de:
 - cum se acționează asupra masei de deșeuri cu apă și aer,
 - cantitatea de substanțe organice conținută,
 - gradul de izolare termică față de exterior.
 - în această fază se poate acționa cel mai eficient asupra procesului de fermentare și deci asupra vitezei de desfășurare și duratei acestuia

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.1. COMPOSTAREA



- Variatia temperaturii si natura microorganismelor in cele trei stadii ale fermentarii

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

■ Faza de maturizare

- intensitatea proceselor de descompunere scade treptat, predominând procesele de biosinteza a substanțelor humice, prin reacții specifice de polimerizare și policondensare.
- corespunde unei fermentatii secundare, care se desfășoară lent, favorabilă transformării unor compuși organici în humus sub acțiunea microorganismelor

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- În cursul fermentării, materiile organice din deșeurile menajere facilitează două acțiuni simultane și antagonice, în care intră carbonul și azotul, acțiuni care au ca finalitate mineralizarea, ducând la:
 - producerea CO_2 , NH_3 și HNO_3
 - formarea humusului cu rol important pentru menținerea proprietăților fizice, chimice și biologice ale solului
- Raportul C/N conținut de materialul compostabil trebuie să fie > 35 la începerea procesului de compostare, $10 < \text{C/N} < 15$ când procesul a început și ≈ 25 pe tot parcursul compostării
- Necesității menținerii anumitor parametri la valori stricte, conduce la ideea **monitorizării procesului de compostare** pe întreaga durată a sa, ceea ce presupune existența unui personal calificat și a unui laborator cu o dotare minimă (balanță, etuvă, gazoanalizor, trusă de instrumente de măsură a temperaturii)

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- **VARIANTE TEHNOLOGICE ALE PROCESULUI DE COMPOSTARE**
- se deosebesc în funcție de :
 - modul predominant de descompunere, aerob sau anaerob, realizat prin dispunerea afânată sau tasată a deșeurilor;
 - raportul C:N din amestecul de deșeuri;
 - folosirea sau nu a unor mijloace specifice de stimulare a proceselor de descompunere și de sinteză (culturi microbiene, extracte din plante medicinale);
 - viteza de desfășurare a compostării, etc.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- După modul de așezare a materialelor compostabile și după starea de agregare, compostarea se poate face:
 - în platforme;
 - în gramezi;
 - în bazine sau gropi;
 - la suprafața solului sau în interiorul său
- După tipul de procese fermentative dominante, compostarea poate fi:
 - Aerobă, la cald – predomină procesele aerobe de descompunere, iar temperatura în masa de reacție se ridică până la 70°C în faza termofilă;
 - Anaerobă, la rece – când predomină procesele anaerobe, iar temperatura nu crește prea mult;
 - Mixtă: întâi la cald, apoi la rece.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- După modul de aerare, respectiv de oxigenare, sistemele de compostare pot fi:
 - Deschise – masa supusă fermentării este în contact direct cu aerul ambiant (compostare în grămezi, platforme, gropi);
 - Închise – în fermentatoare aerobe cu aerare controlată. Acestea, în funcție de modul de antrenare a aerului pot fi:
 - *pasive* (schimbul de aer cu mediul are loc prin difuzie naturală),
 - *active*, cu aerare forțată prin aspirație, ventilație, injectare sub presiune;
 - *mixte* - în care are loc remanierea mecanică sau manuală a grămezii de compost.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- După valorile temperaturii la care se ajunge, compostarea poate fi:
 - La temperaturi ridicate și moderate – când se ating valori de peste 60 °C (compostări aerobe ale deșeurilor solide), sau predominant la 40-45°C (compostări mixte);
 - La temperaturi moderate spre scăzute – când nu se depășesc 30-35°C (compostări anaerobe);
 - La temperatura mediului ambiant (compostarea la suprafața solului).
- După gradul de remaniere:
 - Compostare cu remanierea materialelor cel puțin o dată în timpul compostării și refacerea grămezii, cu scopul oxigenării acesteia;
 - Compostare fără remaniere, după ce materialele au fost așezate în grămadă sau platformă.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- După modul de control și viteza de desfășurare a proceselor de fermentare, compostarea poate fi:
 - În regim gospodaresc – când sunt supuse compostării cantități mici de deșeuri biodegradabile, procesele decurgând normal, în ritmuri naturale.
 - Industrială, rapidă – când sunt supuse compostării cantități mari de deșeuri, controlul aerăției este realizat prin remanieri dese și prin insuflare de aer sub presiune, iar viteza de compostare este mare.
- Metodele de compostare pot fi divizate în două mari grupe :
 - compostare fără aerare forțată
 - compostare cu aerare forțată
 - compostarea discontinuă – **compostare statică**. Grămezile sunt întoarse săptămânal sau lunar. Toate materialele necesare compostării sunt introduse la începutul procesului;
 - compostare continuă – **compostare cu agitare continuă (dinamica)**. Eliminarea compostului se face continuu, permițând alimentarea continuă

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

■ *Procedee statice*

- tehnic sunt cele mai simple procedee de alterare.
- materialele supuse procesarii nu sunt mutate pe timpul alterarii.
- cele mai importante sunt:
 - compostare în stoguri (brazde) - cu sau fara intoarcerea acestora;
 - compostare în celule/hale.

Compostarea în stoguri (brazde) fixe (stabile)

- este procedeul cel mai vechi de compostare
- se aplica în cazul deșeurilor de grădină, nămolului de la stațiile de epurare a apelor menajere și altor reziduuri biodegradabile
- procesarea preliminară prin măcinarea și trecerea prin sită a deșeurilor de grădină ajută la descompunerea biologică maximă.
- brazdele nu se întorc, în schimb sistemul urmează a fi dotat cu canale de aerare pe fundul amplasamentului

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- La proiectarea brazdelor se iau în considerare:
 - dimensiunile brazdelor și distanța dintre ele în funcție de tipul și echipamentul de aerare utilizat (lopeți și greble sau buldozere și mașini specializate pentru întoarcere)
 - compoziția deșeurilor supuse compostării
 - factorii climaterici (temperatură și cantitatea precipitațiilor)
 - amplasarea pe un teren impermeabil, dotat cu infrastructură adecvată
- compostarea in stoguri fara mutare este recomandata ca faza preliminara numai daca **exista mijloacele tehnice de aerare** (alimentare cu oxigen) si udare cu apa.
 - o solutie poate fi: montarea transversala spre baza stogului a unor tevi de drenare, flexibile si gaurite
 - materialele compostabile vor fi așezate deasupra acestor canale, fiind aerate prin intermediul rețelei de conducte perforate introduse în canale

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1.COMPOSTAREA

- Prin autoincalzirea biologica a materialului supus alterarii se realizeaza un curent de aer care asigura alimentarea cu oxigen a stogului.
- Stogul este acoperit cu compost, pentru a minimiza emisiile de mirosuri si de substante nocive.
- Trebuie monitorizat conținutul umidității.
 - apa trebuie adăugată la grămezi în vederea menținerii procesului de descompunere și controlul prafului
- Durata de fermentare pana la producerea compostului final este de:
 - 12 - 16 saptamani in cazul compostarii in stoguri fara mutare cu aerare artificiala:
 - 20 - 25 saptamani, in cazul compostarii in stoguri fara mutare, fara aerare artificiala:

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- *Compostarea dejecțiilor animaliere pe platforme amenajate*
 - Este larg aplicată în țările în curs de dezvoltare.
 - Sistemul este simplu de implementat deoarece nu necesită investiții financiare mari
 - Concomitent se impune conlucrarea cu populația pentru colectarea separată a dejecțiilor animaliere și depunerea acestora pe platforme
- *Compostarea deșeurilor în spații închise cu acoperiș în formă de membrană semipermeabilă de tip Gore-Tex textile*
 - Este utilizată în vederea reducerii timpului de compostare până la 3 – 4 săptămâni.
 - Este ușor de implementat un sistem de control, cum ar fi:
 - Colectarea filtratului
 - Prevenirea mirosurilor
 - Monitorizarea temperaturii, a conținutului de oxigen și a apei

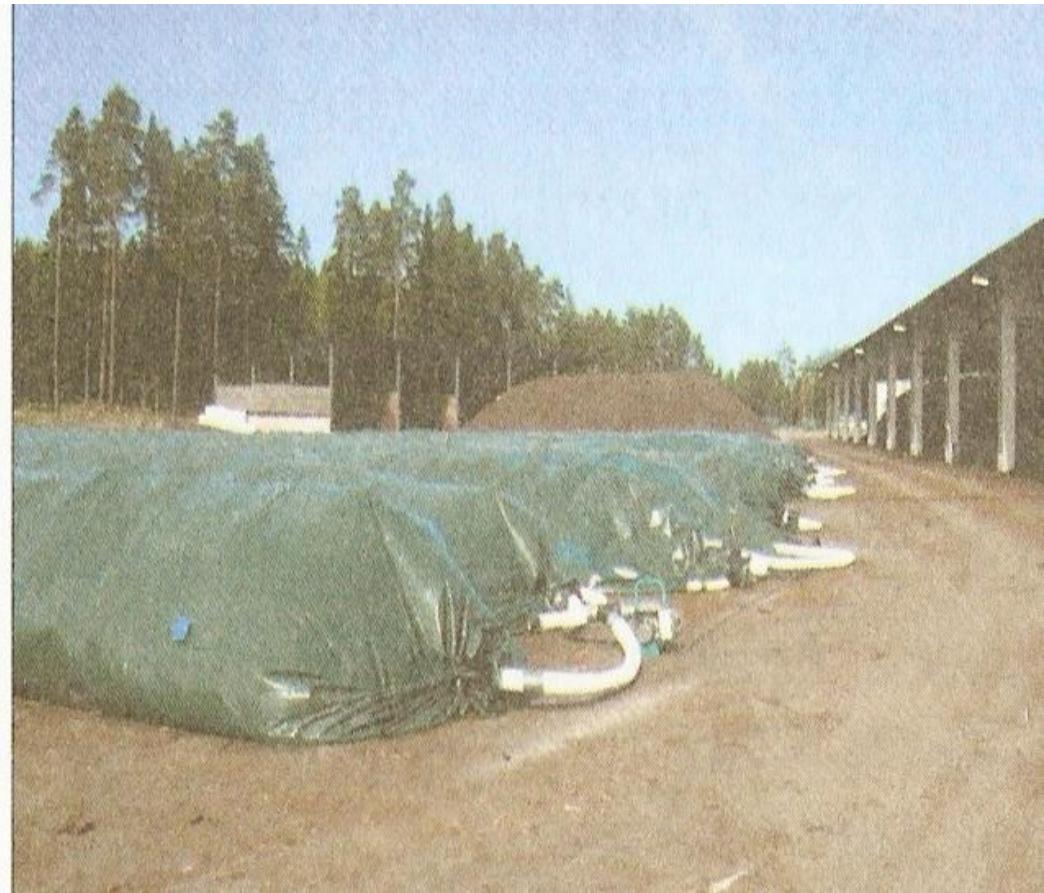
Compostarea deșeurilor pe membrană



VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.1. COMPOSTAREA

- *Compostarea în saci de tip Ag*
 - Sistemul este aplicat pe în SUA și Suedia
 - Deșeurile sunt introduse în saci de polietilenă cu o lungime de 60 m, fiind supuse compostării circa 80 – 160 tone de deșeuri
 - Este importantă amestecarea inițială, bună și asigurarea cantității suficiente de oxigen prin aerăție activă
 - Riscul major al acestui sistem de compostare îl reprezintă rozătoarele și păsările care găuresc sacii



VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

Compostare în stoguri cu mutare

- Se deosebesc stoguri triunghiulare cu înălțimi normale de 1,3m; 1,80m precum și de 2 până la 2,5m și stoguri trapezoidale de 1 m.
- Înălțimea stogurilor, în cazul acestui procedeu, este limitată la 2,20m din motive geometrice, pe când stogurile aerisite sistematic pot avea înălțimi și de până la 5m
- Mutarea se face cu excavatoare pe roti sau cu utilaje speciale



VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

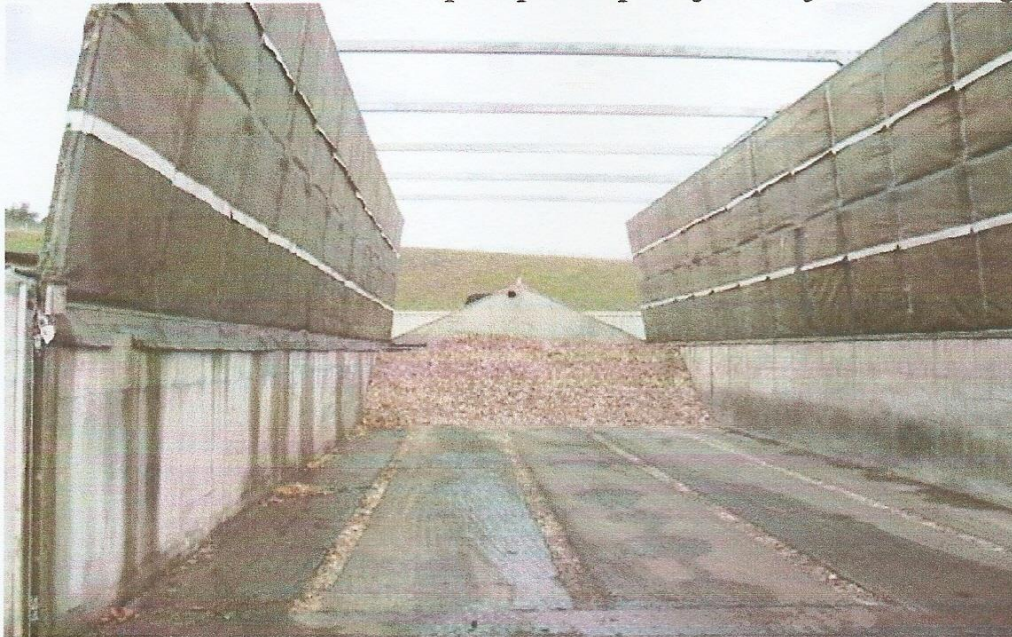
- Necesarul de spațiu depinde de:
 - Forma stogului
 - Înălțimea acestuia
 - Cantitatea de deșeuri
 - Timpul de alterare
- Se recomandă eliminarea apei prin șanțuri, pentru a se putea colecta controlat apa de infiltrație
- În zonele predispuse precipitațiilor este necesară o acoperire a stogurilor pentru a se evita o umezire avansată a materiei pentru compost
- Pentru stoguri cu înălțimi mari s-au dezvoltat o serie de sisteme de aerare artificială, dar cea mai întâlnită este aerarea reglabilă prin podea, în special pentru compostarea în celule

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- Tevile de aerare trebuie protejate pentru a nu fi colmatate cu materialul compostat sau chiar compost
- Se practică acoperirea cu un material biodegradabil care să nu afecteze calitatea compostului rezultat (rumeguș de dimensiuni mari)

Fig. 11. Vedere sistem aerare prin podea protejat cu ajutorul rumeguș



Sistem de aerare prin podea protejat cu rumeguș

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA



Compostul poate fi întors cu ajutorul unor tractoare, care asigură mutarea dintr-o celulă în alta, astfel încât compostului rezultat să i se asigure o alterare mai rapidă și mai eficientă în întreaga masă

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA



Compostarea în celule

- Are la bază necesitatea monitorizării procesului de alterare, prin adăugare corespunzătoare de aer și apă,
- Celulele pot fi privite ca stoguri modificate, conectate la sistemele de alimentare având un grad mai mic sau mai mare de automatizare

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

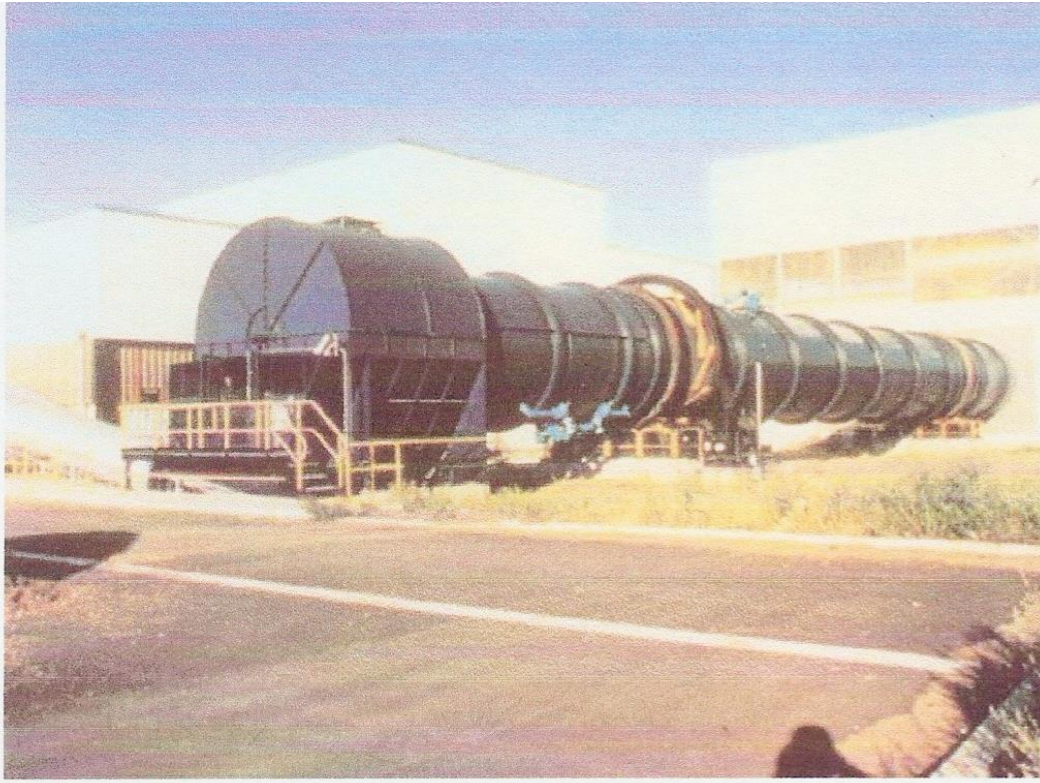
VII. 1. COMPOSTAREA

Procedeul dinamic

- Se caracterizează printr-o mișcare și aerare continuă a materialului.
- Sistemele dinamice de alterare preliminară au avantajul că aduc un aport considerabil la omogenizarea materialului primar
- Principale procedee sunt:
 - Compostarea în tamburi de alterare
 - Compostarea în turnuri de alterare (deseurile parcurg turnurile de sus în jos și sunt aerate artificial)

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA



- Prin adăugarea unei cantități de nămol orășenesc în tambur se realizează o malaxare și o omogenizare bună a materialului.
- Timpul de staționare în tambur poate fi de la 24 ore la 14 zile
- Tamburii sunt potriviți pentru alterarea preliminară

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- Utilizarea fermentării accelerate prin aplicarea *sistemelor închise de compostare “în vase”* reprezintă o practică avansată în domeniul eliminării deșeurilor biodegradabile
- Procesul de descompunere este accelerat prin menținerea condițiilor optime necesare fermentării, și anume: umiditate, temperatura

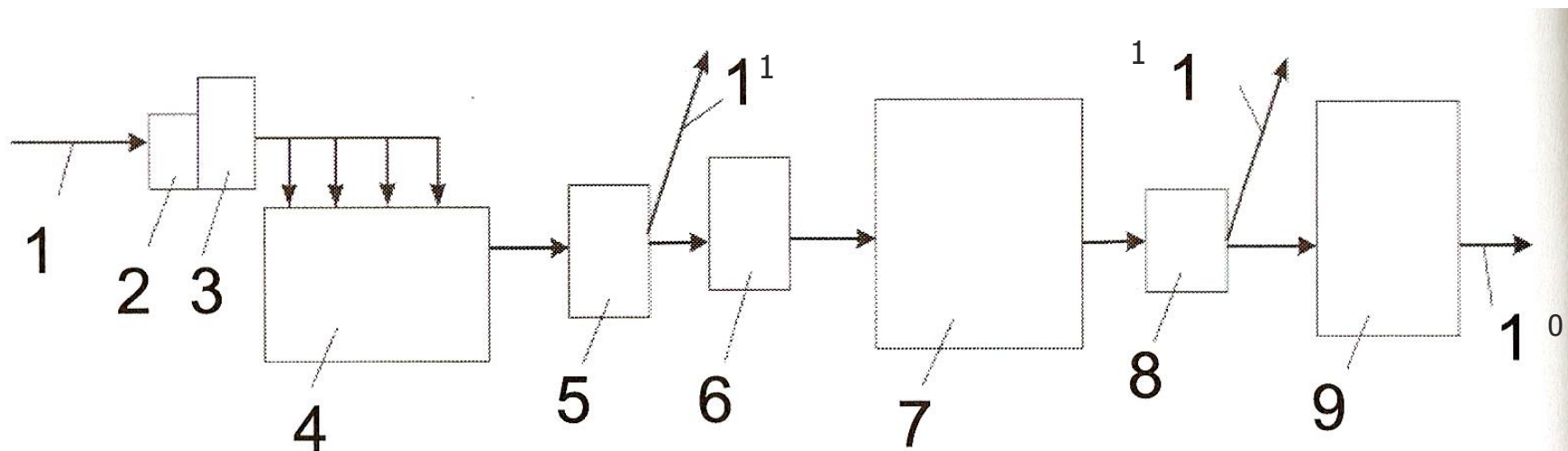


- Acest sistem permite manipularea în condiții optime și poate fi:
 - aerob
 - anaerob
- După fermentare materialul produs este depozitat în aer liber, preferabil sub șoproane, pentru faza de maturare
- Acest sistem de compostare asigură un control mai bun al procesului de descompunere și în același timp necesită spațiu mai redus decât sistemele deschise

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. 1. COMPOSTAREA

- Schema bloc a unui ansamblu industrial de compostare a deșeurilor solide



1 – acces deșeuri; 2 – cântar; 3 – recepție; 4 – rezervor recepție; 5 – instalație separare; 6 – instalație mărunțire; **7 – compostare**; 8 – cernere; 9 – depozit compost; 10 – livrare beneficiar; 11 – materiale eliminate

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A

DESEURILOR

VII. 1.COMPOSTAREA

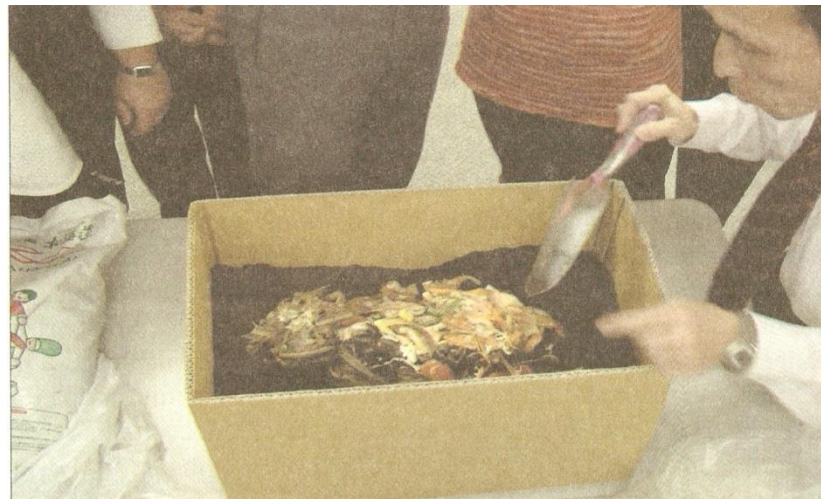
- **Deșeul brut** este mai întâi **cântărit** și apoi **depozitat** în rezervorul de recepție, a cărui capacitate trebuie să fie de circa două ori mai mare decât volumul deșeului prelucrat în 24 ore. Cu ajutorul unui greifer și a unor benzi rulante, deșeul ajunge la stația de **separare** unde, prin mijloace specifice, se elimină materialele metalice (feroase și neferoase), corpurile dure (betoane, pietre), recipientii din sticlă și plastic, foliile din plastic.
- Urmează **mărunțirea** necesară pentru a asigura omogenizarea materiei
- Procesul de **fermentație** se desfășoară pe platforma pentru compostare.
- Final, **compostul** obținut este supus operației de **cernere**, utilizând ciururi rotative tip tambur, mai rezistente decât cele de tip oscilant. Scopul: obținerea unui compost de o anumită granulație și recuperarea materialelor folosite pentru “înfoiere”
- Din depozit compostul se distribuie beneficiarilor pentru a fi utilizat în agricultură, grădinărit și legumicultură

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.1. COMPOSTAREA

Viermicompostarea sau viermicultura

- Este un proces aerob de compostare relativ rece a materialelor organice cu utilizarea viermilor
- Deșeurile organice servesc drept sursă de nutriție pentru *Hibridul roșu de California*
- Viermii mărunțesc mecanic materialele compostabile și le descompun parțial prin ingerare, iar descompunerea biochimică decurge cu ajutorul bacteriilor și substanțelor chimice conținute în tractul digestiv al viermilor



VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. COMPOSTAREA

COMPOSTAREA INDUSTRIALĂ

- a aparut ca:
 - **o necesitate** și în același timp ca o **ramură rentabilă a investițiilor de capital**, în momentul în care municipalitățile nu mai făceau față cantităților uriașe de deșeuri menajere care poluau mediul ambiant în zonele periferice.
 - **raspuns la modificările legislative** privind aplicarea unor sancțiuni drastice celor care poluează prin arderea întâmplătoare a deșeurilor și în cazul în care crematoriile nu sunt astfel construite încât să evite poluarea mediului ambiant cu fum.
 - **solutie la arderea namolurilor** de la stațiile de epurare și a deșeurilor menajere, în cuptoare special construite, care devenea din ce în ce mai costisitoare, odata cu scumpirea petrolului și nu elimina decât parțial poluarea atmosferei.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. COMPOSTAREA

- studiul atent al tehnologiilor de compostare brevate și aplicate permite clasificarea lor în 2 categorii:
 - *Tehnologii de compostare forțată.*
 - se utilizează utilaje de sortare, măcinare, dozare a componentelor și substanțelor aditive, malaxoare, utilaje de umidificare, de aerare și exhaustare, containere, silozuri de stocare a deșeurilor și a produsului finit, etc.
 - *Tehnologii de maturare a compostului*, aplicabile în special în faza finală a procesului de compostare.
 - se acordă o atenție deosebită desăvârșirii procesului de compostare și astfel calității compostului ca îngrășământ agricol.

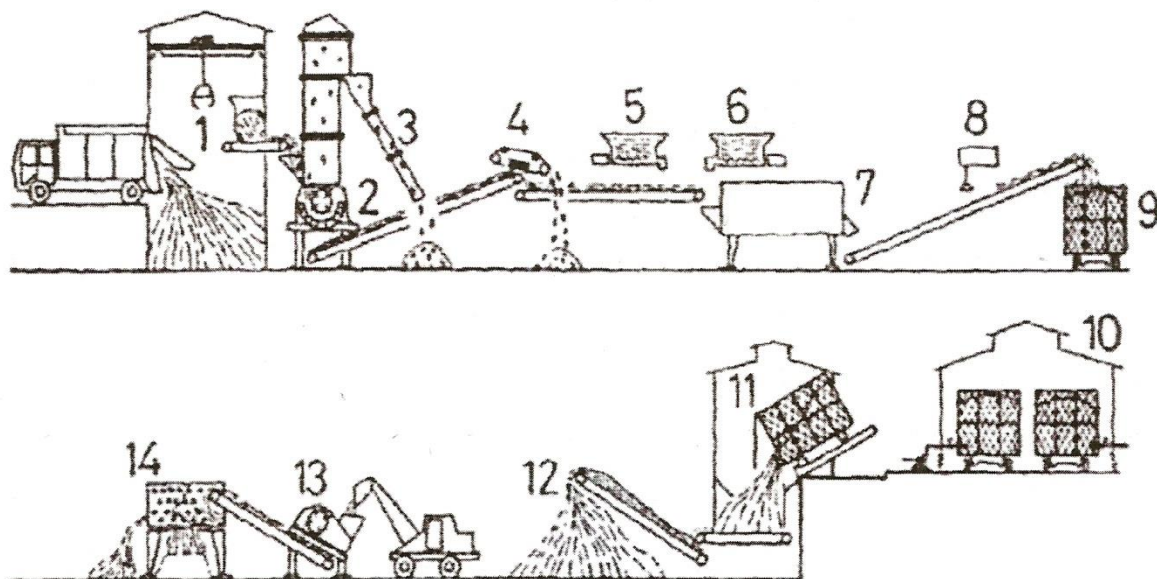
VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. COMPOSTAREA

■ *Compostare în sistem parțial închis (statice)*

○ *Procedeul Prat-Sofraïne* (elaborat în Franța)

- deșeurile brute sunt compostate în celule de maturare de dimensiuni mari (60-100 m³) amplasate în hale închise (figura)



Schema tehnologică a procedeului Prat-Sofraïne

1-buncăr; 2- moară cu ciocane; 3-instalație de separare a materiilor dure; 4-separator magnetic; 5-dozator de compost; 6 - dozator de nămoluri; 7-amestecător; 8 - bazine de separare; 9 - celule de maturare; 10-hală pentru stocarea celulelor; 11-instalație de golire a celulelor; 12-prismă de maturare posterioară; 13-instalație de sfărâmare cu ciocane; 14 - ciur cu tambur rotativ

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. COMPOSTAREA

- În celulele, realizate din plasă de sârmă, materia primă este încărcată pe la partea superioară fără nici o tratare prealabilă.
- Aceasta este depozitată în celule timp de 5 zile.
 - înălțimea deșeurilor în celule este de 3m.
 - celulele sunt astfel dimensionate încât cantitatea de deșeuri zilnice să încapă într-o singură celulă.
 - circulația aerului în celule este asigurată de hornuri cu zăbrele metalice în formă de coșuri, iar la anumite intervale de timp masa deșeurilor este străpunsă cu bare de oțel ascuțit la vârf.
 - temperatura deșeurilor din celule atinge 65°C.
- Produsele sunt valorificate fie sub formă de compost proaspăt, fie sunt depozitate (fără întoarcere) în prisme de dimensiuni mari pentru maturare.
- Timpul de prematurare a procedeului este mic, reziduurile sunt prelucrate practic integral.
- Costurile de investiții sunt relativ mici.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. COMPOSTAREA

Procedee de prelucrare a compostului

- Se aplică în funcție de utilizările ulterioare ale acestuia:
 - Compostul se cerne, rezultând două mărimi de cernere: fină și supra – granule
 - Ambele fracțiuni se supun unui proces de separare a materialelor solide anorganice, după care printr-un proces de malaxare rezultă compostul necesar valorificării pe piață
 - Supra – granulele care sunt bogate în materiale de structură sunt de cele mai multe ori reutilizate în procesul de alterare
 - Alte procedee de prelucrare aplicate compostului: separare magnetică, densimetrică, separarea dimensională pentru îndepărtarea foliilor, a sticlei, a pietrelor = tratare mecanică ulterioară

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. COMPOSTAREA

Utilizarea compostului

- Compostul este bogat în substanțe biodegradabile și nutritive (N, P, K, Ca, Mg)
- **Contribuie la ridicarea conținutului de humus, a capacității de prevenire a eroziunii, a activității solului, la o îmbunătățire a structurii pământului, a controlului căldurii, a apei și a rezervelor de substanțe nutritive în pământ**
- În cazul **solurilor nisipoase**, compostul contribuie la îmbunătățirea **capacității de reținere a apei și diminuează uscarea**
- În cazul **solurilor argiloase mărește** capacitatea de **permeabilitate a aerului și apei**
 - o tonă de compost este echivalentă cu o tonă de gunoi de grajd

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. COMPOSTAREA

- Compostul plus îngrășământ mineral (N) dă recolte cu (5-20)% mai mari decât îngrășământul cu azot – fosfor – potasiu
- La utilizarea a (20-50) tone pe hectar de compost se obține o creștere medie a venitului total cu până la 50%
- Transportul este rentabil până la o distanță de aprox. 20km pentru culturi cerealiere și până la 100km în legumicultură
- Utilizarea compostului în medie de 30t/ha dă o creștere a conținutului de azot în sol de 40kg, de fosfor 10kg și de potasiu 50kg

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII. COMPOSTAREA

- **Probleme care conduc la eșecul unui proces de compostare sunt:**
 - Costurile mari de exploatare și management
 - Costurile ridicate cu transportului
 - Calitatea scăzută a produsului, datorita unei pre-sortări inadecvate (mai ales a bucăților de sticlă și plastic)
 - Înțelegerea necorespunzătoare a procesului de compostare și concurența îngrășămintelor chimice, care este adesea subvenționată. În o serie de zone urbane, sistemele de colectare sunt prea nesigure în funcționare pentru ca autoritățile să considere ca eficiente amenajările de compostare

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

- Fermentarea anaerobă **este un proces dirijat de descompunere a materiei organice umede**, care se desfășoară în:
 - incinte închise,
- condiții controlate de mediu, **în absența oxigenului molecular și a luminii, în prezența mai multor specii de bacterii.**
- fermentarea anaerobă nu folosește culturi pure sau sterile.
 - in sistemele naturale în care se găsește, **materia organică** capabilă de a se descompune **este purtătoarea unei microflore foarte variate și active** care asigură anaerobioza și compușii metabolici specifici dezvoltării metanobacteriilor
 - microorganismele (bacterii) descompun materia organică în substanțe cu moleculă simplă și un amestec de gaze

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DEȘEURILOR

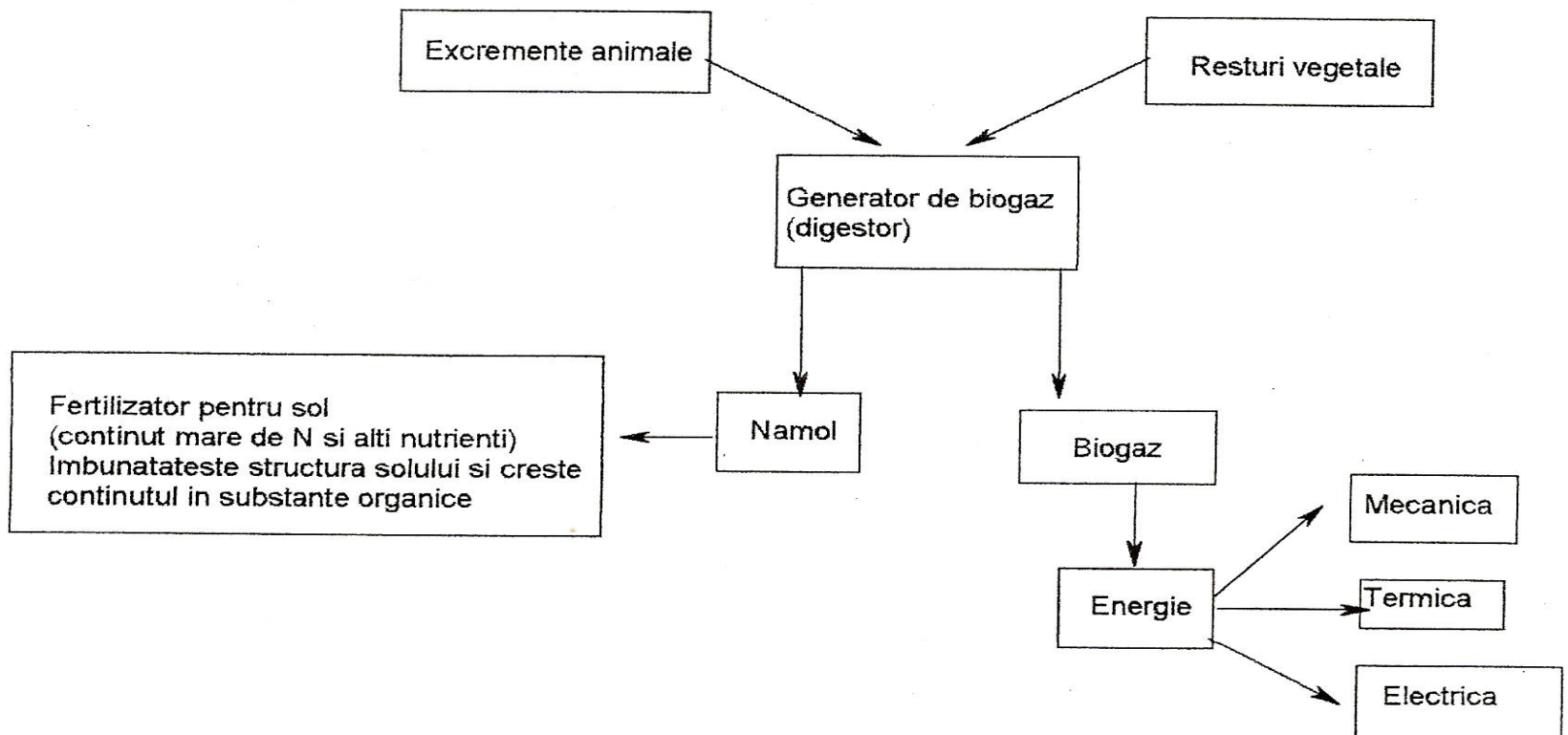
VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

- În urma digestiei anaerobe a deșeurilor rezultă două produse principale:
 - Amestecul gazos format din CH_4 (max.80%) și CO_2 (min. 20%) alături de care se întâlnesc cantități mici de H_2 , H_2S , mercaptani, vapori de apă și urme de NH_3 , N_2 constituie **BIOGAZUL** – sursă alternativă de energie
 - **Nămolul** - amendament pentru sol sau fertilizator
- La prima vedere, digestia anaerobă pare soluția ideală pentru tratarea deșeurilor de natură organică, deoarece toate produsele finale pot fi valorificate.
 - practic această tehnologie este foarte dificil de aplicat deoarece, ca orice proces biologic, este influențat de un număr mare de parametri care sunt greu de controlat.
 - cel mai mare impediment îl reprezintă **realizarea condițiilor anaerobe și a temperaturilor** necesare procesului.
- Deșeurile care pot fi tratate prin DA sunt cele **cu un conținut mare în substanțe organice**, cum ar fi: deșeurile menajere, nămoluri organice, resturi vegetale, gunoi de grajd, deșeuri de la abatoare, deșeuri din zootehnie, etc.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

- Pentru ca bacteriile anaerobe să poată să se dezvolte, este necesar **un anumit raport C/N**, precum și **suficienți nutrienți și vitamine**, ceea ce se poate obține prin combinarea diferitor substanțe cu deșeul organic inițial



VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

Obiectivele digestiei anaerobe

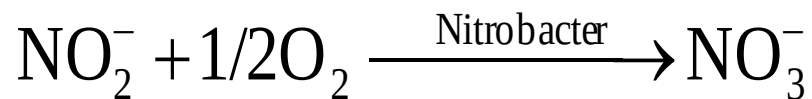
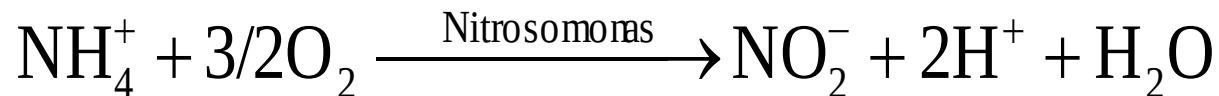
1. **Producerea biogazului** - cel mai mare beneficiu. În acest fel se recuperează mare parte din energia potențială a materiei organice.
 - *Biogazul* poate fi *folosit* în unități gospodărești *pentru gătit, încălzit, iluminat*, dar și în instituții mai mari *pentru încălzire sau generare de energie electrică*. Acest fapt contribuie la conservarea resurselor energetice locale epuizabile (cărbuni, petrol, gaze naturale)
2. **Stabilizarea deșeurilor.**
 - Reacțiile biochimice care se produc în timpul digestiei anaerobe **reduc conținutul de compuși organici din deșeuri cu 30 până la 60%** și se produce **nămol stabilizat** care poate fi folosit ca **fertilizator pentru sol**

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

3. Formarea de nutrienți

- Nutrienții (compușii cu N, P și K) prezenți în deșeurile organice se găsesc, de obicei legați în structuri organice complexe, fiind greu asimilabili de către plante sub această formă.
- După producerea DA, cel puțin 50% din N - ul prezent este transformat în ioni NH_4^+ , aceștia putând fi transformați în continuare în nitriți și nitrați ușor asimilați de către plante



VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

- Conținutul de fosfați și de potasiu nu scade și procentul de 50-80% asimilabil de către plante nu se va modifica. DA nu distruge și nu inhibă nici unul dintre nutrienții prezenți în deșeurile organice din zootehnie, mai mult le face mai accesibile pentru plante.
- De asemenea, dacă nămolul rezultat din digester este împrăștiat pe sol, el acționează ca fertilizator și ca amendament pentru sol, îmbunătățind proprietățile fizice ale acestuia.

4. Inactivarea microorganismelor patogene

- În timpul procesului anaerob, deșeurile sunt menținute fără oxigen un timp îndelungat (15 – 30 zile) la temperaturi de ~ 35°C, condiții suficiente pentru a inactiva o mare parte din bacteriile patogene, virusuri, protozoare

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

Limitări ale DA

- Comparativ cu alte metode biologice de tratare a deșeurilor (compostarea), în DA *singurul avantaj major este producția de biogaz*
 - celelalte beneficii (stabilizarea deșeurilor, inactivarea microorganismelor patogene) sunt mult mai bune în cazul compostării
- Costuri de operare mari
- Variații sezoniere în producția de biogaz
- Probleme de operare și întreținere
- Deoarece inactivarea bacteriilor patogene este incompletă și nămolul rezultat este în formă lichidă, trebuie luate măsuri speciale în manipularea și utilizare a acestuia

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

Avantajele digestiei anaerobe

- Producerea unei **mari cantitati de biogaz**.
 - Aceasta poate fi depozitată la temperatura mediului și utilizat ca sursă alternativă de energie
- Produce un **nămol aproape fără miros** (sau cel puțin mirosul nu este dezagreabil)
 - Nămolul este un bun fertilizator pentru sol. Poate fi folosit și ca amendament pentru sol, în vederea îmbunătățirii proprietăților fizice ale acestuia
 - Reduce conținutul în materii organice ale deșeurilor cu până la 30-50% și produce un nămol stabil care poate fi depozitat
- Inactivează total sau parțial bacteriile patogene
- Muștele și rozătoarele nu atacă nămolul rezultat; accesul animalelor este limitat deoarece nămolul este lichid și depozitat în bazine

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

- Oferă o posibilitate ecologică și igienică de depozitare și tratare a deșeurilor animaliere și umane
- Ajută la conservarea resurselor energetice locale (lemn, cărbune, petrol)

Dezavantaje ale DA

- Posibilitate de explozie
- Costuri ridicate de construcție, operate și întreținere (dacă procesul este bine optimizat, aceste costuri se amortizează)
- Volumul produsului finit (nămolul) este mai mare decât cel al deșeurilor intrate în digester (se adaugă apă pentru diluție)
- Nămolul lichid prezintă un potențial risc dacă este manipulat și folosit incorect

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

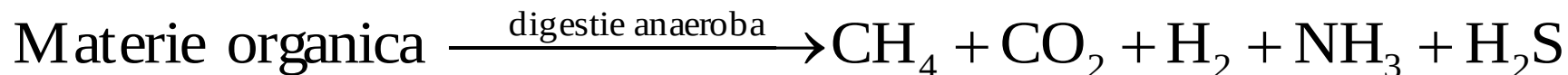
- Sunt necesare monitorizarea și automatizarea procesului tehnologic
- Metoda este limitată **numai la deșeurile organice**.
 - Alte substanțe chimice pot inhiba procesul biologic.
 - *Necesită o sortare riguroasă a deșeurilor ce intră în digester*
- Producția de biogaz scade drastic în perioadele reci ale anului
- Trebuie făcut un compromis între cantitatea de biogaz și calitatea nămolului rezultate
- Pentru a crește eficiența energetică a biogazului, acesta trebuie purificat

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

Reacții biochimice

- DA a materiei organice este un proces complex din punct de vedere biochimic, deoarece presupune numeroși compuși intermediari și diverse reacții care se realizează sub influența unor enzime specifice sau a unor catalizatorilor specifici
- Reacția chimică generală, simplificată este de forma:



VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

MECANISMUL DIGESTIEI ANAEROBE :

- DA se realizează în trei etape:
 - Hidroliza/ lichefierea
 - Formarea acizilor
 - Formarea metanului.
- **Hidroliza (faza acidogenă ; lichefierea)**
 - acționează ***microorganisme fermentative nespecifice*** cu ***capacitate de hidroliză enzimatică a substanțelor macromoleculare***
 - lichefierea reziduurilor organice se produce prin *hidroliza enzimatică a substanțelor macromoleculare* care trec în *substanțe cu masă moleculară mică*
 - eficiența hidrolizei depinde de tipul substratului, numărul și tipul bacteriilor și de factorii de mediu (temperatură, pH).

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

○ Formarea acizilor (acidogeneza)

- bacteriile acetogene (bacterii generatoare de acizi) convertesc produșii de degradare rezultați din prima etapă în acizi organici simpli, dioxid de carbon și hidrogen
- în partea finală a acestei etape, mono- și di-zaharidele sunt fermentate cu producerea de acid lactic, hidrogen și dioxid de carbon, iar acizii cu catenă lungă și acizii grași volatili sunt degradați până la acid acetic și gaze
- final predomină acidul acetic alături de alte substanțe organice și gaze, precum și vitamine, enzime, care vor fi folosite de microorganismele metanogene în procesele lor metabolice

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

- Faza metanogenă (gazeificarea),
 - se bazează pe acțiunea ***bacteriilor metanogene***, obligat ***anaerobe***, specializate în producerea de metan
 - bacteriile metanogene folosesc acid acetic, metanol sau dioxid de carbon și hidrogen pentru a produce metan.
 - acidul acetic sau acetații sunt cel mai important substrat pentru formarea metanului.
 - 70% din cantitatea de metan produsă în această etapă provine din acid acetic.
 - restul de 30% provine din folosirea ca substrat a dioxidului de carbon și a hidrogenului.
- Această fază se încheie prin obținerea biogazului

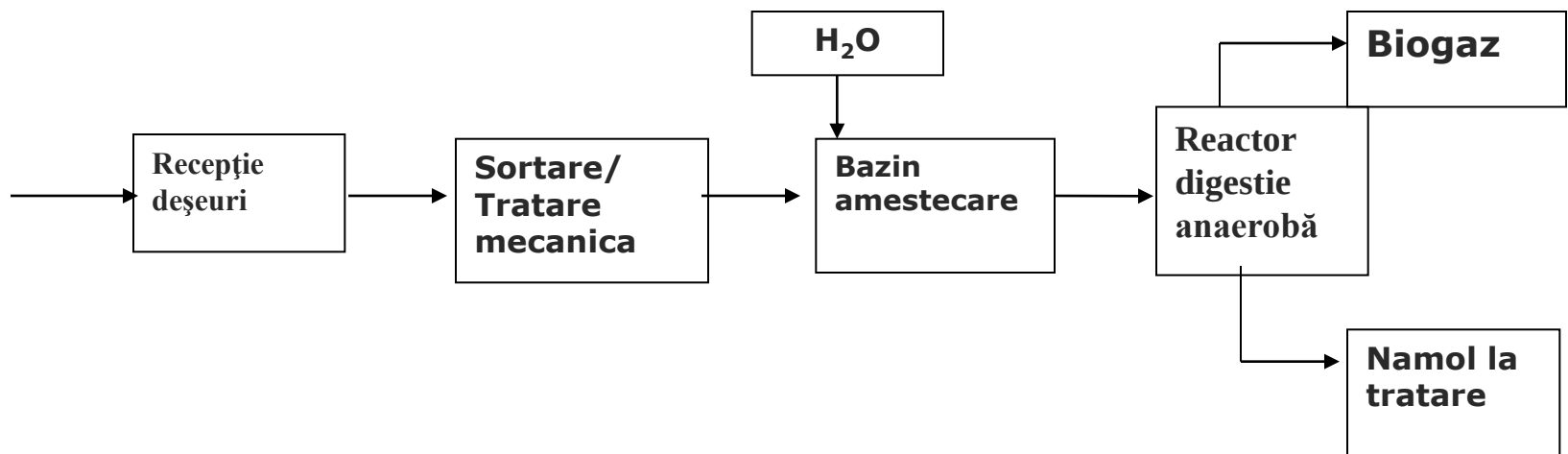
VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

- Pe lângă producerea biogazului, bacteriile metanogene:
 - reglează și neutralizează pH-ul nămolului din digestor, prin transformarea acizilor grași volatili în metan și alte gaze.
- Conversia hidrogenului în metan ajută la reducerea presiunii parțiale a hidrogenului din nămolul aflat în digestor, ceea ce este benefic pentru bacteriile acetogene

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ



- Schema bloc a digestiei anaerobe

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

Factorii care influențează fermentarea anaerobă

- Principalii factori de mediu care influențează fermentarea anaerobă sunt:
 - **Temperatura.** Viteza de creștere a metanobacteriilor, deci randamentul în biogaz, are valori optime între limitele **6 – 55 °C**
 - Fermentarea anaerobă a nămolurilor de la stațiile de epurare orășenești se realizează la temperaturi de 30–35 °C
 - Temperatura optimă pentru unitățile de biogaz de capacitate mică este de 19 – 20 °C
 - Instalațiile de biogaz de capacitate medie și mare funcționează în domeniul 20 – 45 °C și 45 – 55 °C

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

- Fermentatoarele care funcționează în zona 45–55°C produc biogaz cu o viteză mai mare decât cele care funcționează în zona 20-45°C. Viteza de producere a biogazului scurtează timpul de retenție a substratului organic în fermentator, ceea ce face ca fermentatorul să fie mai mic și instalația să coste mai puțin
- Este necesară **efectuarea unui control periodic al temperaturii** de fermentare și să fie asigurată, totodată, sursa de energie prin care să se redreseze sistemul din punct de vedere termic în caz de necesitate

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

○ pH-ul (alcalinitatea)

- Metanobacteriile se dezvoltă cel mai bine dacă reacția este neutră, respectiv la un **pH = 6,8-7,2** putând tolera însă și un domeniu mai larg **6,5-8,0**
- Pentru menținerea pH-ului în domeniul optim prin prevenirea acidificării excesive este indicată introducerea de substanțe alcalinizante, stabilizatoare de pH, cum ar fi: apa de var, var pastă, CaCO_3 pulbere, fosfat de calciu pulbere, apă amoniacală, soluție de NaOH

○ Elemente nutritive.

- Produsele organice reziduale din agricultură conțin cantități suficiente și în raporturi echilibrate din toate elementele esențiale pentru nutriția microorganismelor (C, N, P, S, microelemente)

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

○ **Substanțe toxice.**

- Reprezinta orice substanță care inhibă activitatea microorganismelor metanogene sau care este letală pentru acestea
- În fermentatoarele alimentate cu dejecții animaliere este indicat a nu se folosi dejecțiile provenite de la animale care au fost tratate recent cu doze mari de antibiotice sau cu alte medicamente bacteriostatice sau bacteriacide
- Atunci când adăposturile au fost dezinfectate cu substanțe chimice concentrate, este indicată îndepărtarea apelor de spălare
- Trebuie evitate cantitățile excesive de amoniac sau concentrațiile ridicate de sulfuri

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

- **Factorii tehnologici** care influențează fermentarea anaerobă sunt:
 - **Compoziția materiei organice** – dată de compoziția principalelor grupe de produse participante: produse vegetale celulozice, dejecții de animale, reziduuri alimentare
 - importanță deosebită are în aprecierea compoziției valoarea raportului C/N (valoare optimă=15-30).
 - creșterea acestui raport se face prin adăosuri de surse de carbon (paie sau reziduuri alimentare bogate în hidrați de carbon)
 - **Omogenizarea.**
 - Contribuie la creșterea vitezei de producere a biogazului datorită:
 - realizării unui contact mai intim între microorganismele active și materialul în curs de descompunere
 - uniformizării temperaturii
 - Previne formarea crustei
 - Ajută la degajarea mai rapidă a biogazului format
 - Conferă materialului fermentat o consistență convenabilă pentru operațiunea de evacuare

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

- În fermentatoarele moderne se realizează prin agitare (amestecare)
- **Încălzirea** - necesară pentru asigurarea unei temperaturi optime și constante în instalația de fermentare
 - se face folosind schimbatoare de căldură (de tip serpentine tubulare conectate la un boiler) sau prin injectia de abur în masa de material.
- **Izolarea termică** a fermentatorului - necesară atunci când temperatura mediului ambiant coboară sub temperatura optimă de lucru a instalației, de regulă 30 – 35°C.
 - la fermentatoarele de capacitate medie și mare se folosesc materiale termoizolante folosite în construcții și industrie: vată de sticlă, azbest, uretan, polistiren

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

- **Îmbogățirea cu microorganisme metanogene (Inocularea).**
 - este necesara pentru a reduce perioada de înmulțire a metanobacteriilor într-un fermentator nou sau la repunerea în funcțiune
 - inoculul bogat în metanobacterii ajuta la amorsarea procesului de metanizare
 - inoculul poate fi constituit din:
 - policulturi de bacterii metanogene spontane, dezvoltate în mod natural în mâlul de pe fundul lacurilor, canalelor sau haznalelor, în dejecțiile de taurine sau cabaline sau în nămolul de la stațiile de epurare a apelor uzate orășenești
 - culturi de bacterii metanogene selecționate în laborator, din materiale organice bogate în microflora spontană

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

Metode de îmbunătățire a performanțelor fermentatoarelor

- rezulta din îmbunătățirea performanțelor procesului de fermentare anaerobă, în special în cazul folosirii deșeurilor solide, caracterizate de prezența într-o proporție mai mare a macroparticulelor
 - se refera la tratamente pentru mărirea gradului de biodegradabilitate, iar acestea pot fi biologice, fizico – chimice și mecanice:
 - **Pretratarea biologică** – adăugarea în masa de materie supusă fermentării a unor complexe de enzime care îmbunătățesc substanțial performanțele fermentării anaerobe, având ca efect creșterea cantității de metan și reducerea reziduurilor solide.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

- Cercetătorii japonezi au raportat o creștere cu 50% a producției de biogaz în cazul introducerii unei faze de fermentare aerobă cu o ușoară încălzire, înaintea introducerii materialului în fermentator în vederea descompunerii anaerobe. Explicatia este atribuită bacteriilor aerobe termofile care secretă enzime care dizolvă deșeurile într-un mod mai activ.
- **Pretratare fizico – mecanică** - pentru creșterea solubilității materiei organice.
 - adăugare de NaOH în condiții de menținere a substanței la o temperatură de 120 – 175°C la un pH de 11-12 timp de 30 minute - 1 oră, sub presiune. Solubilitatea crește cu 60-70%

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

- **Pretratarea mecanică** - dezintegrare mecanică = reducerea dimensiunilor particulelor constituate cu efect benefic asupra biodegradabilității biomasei.
 - Obiectul : mărirea suprafeței specifice de contact
 - Au fost observate două efecte:
 - dacă biomasa are un conținut mare de fibre, greu biodegradabile, mărunțirea conduce la o producție mai mare de biogaz
 - o fermentare mai rapidă, deci o perioadă de retenție mai mică
 - S-a constatat o creștere cu 25% a cantității de biogaz obținut din gunoi de grajd în urma pretratării întregii cantități într-un macerator, înainte de fermentare
 - Dimensiunea recomandată a particulelor, pentru optimizarea procesului de fermentare anaerobă este de maxim 5mm

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

Materii prime pentru producerea biogazului

- **Materia organică**, raportată la substanța uscată reprezintă:
 - între 92 și 98% în produsele secundare din agricultură
 - 80-85% în dejecții proaspete de animale
 - 73% în dejecțiile proaspete de păsări
 - aproximativ 90% în gunoiul de grajd
- *Celuloza* este principala componentă a materiei organice din care rezultă metan prin bioconversie. Conținutul de celuloză, raportat la substanța uscată este de:
 - 35-50% în produsele secundare din agricultură
 - 12-20% în dejecțiile proaspete de rumegătoare
 - 6-10% în dejecțiile de păsări și porcine

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

1. Modele de operare; tipuri de digestoare

- Există trei modele de operare a digestoarelor:
 - discontinuă
 - semicontinuă
 - continuă
- **Funcționarea discontinuă**
 - Digestorul este umplut complet cu materie organică și inocul de microorganisme, după care este închis ermetic.
 - Procesul de descompunere se desfășoară pe o perioadă mare de timp, până când cantitatea de biogaz produs este foarte scăzută.
 - Timpul de reacție depinde de temperatură, tipul substratului, etc.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

- După ce procesul se încheie, reactorul este descărcat în proporție de 80-90%, restul fiind considerat inocul pentru o nouă șarjă.
- În acest timp de funcționare, producția biogazului este discontinuă, variind identic cu modelul creșterii bacteriene, care se realizează în 4 faze:
 - A – faza de lag – perioada de aclimatizare a bacteriilor cu mediul de cultură
 - B – faza de log – creștere exponențială
 - C – faza staționară
 - D – faza de declin – descreștere exponențială
- Funcționarea discontinuă permite procesarea unei cantități mari de materie organică de diferite proveniențe.
- Sunt necesare gazometre separate pentru depozitarea biogazului

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

■ Funcționarea semicontinuă

- Digestorul este alimentat o dată sau de două ori pe zi.
- Eliminarea digestatului se face în aceleași intervale de timp.
- Acest tip de operare este aplicabil atunci când materia organică (deșeuri organice) este disponibilă zilnic în cantități suficiente.
- Volumul digestorului trebuie să fie suficient de mare pentru a servi atât ca reactor, cât și drept rezervor de gaz.
- Majoritatea stațiilor de biogaz folosesc acest tip de operare.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

■ Funcționarea continuă

- Alimentarea și descărcarea materiei organice se face continuu.
- Cantitatea de material ce urmează a fi digestată este menținută constantă în digestor prin agitare sau pompare.
- Acest tip de proces este folosit în **tratarea deșeurilor lichide** sau a **deșeurilor organice cu concentrație mică de solide**
- Acest mod de funcționare presupune un consum ridicat de energie necesară agitării și pompării.
- Inoculul este introdus la începutul procesului.
- Funcționarea efectivă începe atunci când populația bacteriană este suficient de dezvoltată și cantitatea de biogaz este constantă

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

- Ca inocul se poate folosi chiar materia organică introdusă
- Procesul începe să se stabilizeze după 20-30 zile de operare

■ Tipuri de digestoare:

- Digestoare în care flora bacteriană este dispersată în mediul de cultură
- Digestoare în care flora bacteriană este atașată pe un suport inert

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

Variante ale digestiei anaerobe

1. *Umede sau uscate*

- Umede – deșeurile solide municipale sunt diluate până la un conținut de 10-15 % solide uscate.
- Uscate – deșeurile sunt procesate la umiditatea inițială sau sunt diluate până la un conținut de solide uscate de 20 – 40%.

2. *Continue sau discontinue*

- Discontinue – reactorul este alimentat discontinuu cu deșeuri organice sortate care sunt procesate (mărunțite, diluate) alături de un inocul preluat din alt reactor. Apoi reactorul este închis până la terminarea procesului de digestie anaerobă. Digestorul este apoi golit și o nouă șarjă de amestec organic este introdusă.
- Continue – reactorul este alimentat continuu cu deșeuri organice, iar materiile digestate sunt eliminate continuu pe la partea inferioară a acestuia.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

3. *Cu o singură treaptă /cu mai multe trepte*

- Cu o singură treaptă – toate fazele digestiei au loc în același reactor.
- Cu mai multe trepte – procesul are loc în mai multe reactoare, deseori faza de formare a acizilor organici (acetogeneza) este separată de faza de formare a metanului (metanogeneza).
 - această separare duce la creșterea eficacității celor două tipuri de microorganisme, care sunt diferite prin necesitățile lor de hrană și condiții de mediu.
 - o serie de sisteme cu trepte multiple utilizează, de asemenea, o treaptă aerobă preliminară pentru a crește temperatura și pentru a declanșa procesele de degradare a materiei organice.
 - în alte sisteme separarea se face în funcție de temperatură: un reactor pentru faza mezofilă și un reactor pentru faza termofilă.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

Biogazul

- productia poate varia în limite largi, depinzând de caracteristicile influentului și de condițiile mediului de cultură din digestor
- este alcătuit, în mod curent, din maxim 80% metan și minim 20% bioxid de carbon, din cantități foarte mici de hidrogen precum și din urme de hidrogen sulfurat, mercaptani, amoniac, vapori de apă, scatol și indol.
- este preluat prin intermediul instalației de manipulare și transportat la utilizator.
 - instalațiile de manipulare includ:
 - rețele de țevi,
 - pompe pentru gaz,
 - debitmetru,
 - regulatoare de presiune și
 - drenaje pentru condensul care apare ca rezultat al condensării vaporilor de apă din gaz datorită răcirii acestuia.
- În unele situații este necesară o instalație pentru purificarea gazului de compuși corozivi cum ar fi hidrogenul sulfurat.

VII. BIOTEHNOLOGII DE TRATARE A DESEURILOR

VII.2. DIGESTIA (FERMENTAREA) ANAEROBĂ

- este un gaz combustibil cu un conținut mediu de energie de 21200 Btu/m^3 – 28250 Btu/m^3 care poate fi folosit pentru generare de electricitate, pentru alimentarea vehiculelor de transport, drept combustibil pentru boilere, instalații de încălzire sau refrigerare sau poate fi utilizat direct pentru mașinile de gătit sau iluminare
- purificarea biogazului presupune:
 - îndepărtarea CO_2
 - îndepărtarea H_2S
 - îndepărtarea hidrogenul (H_2) și amoniacul (NH_3)

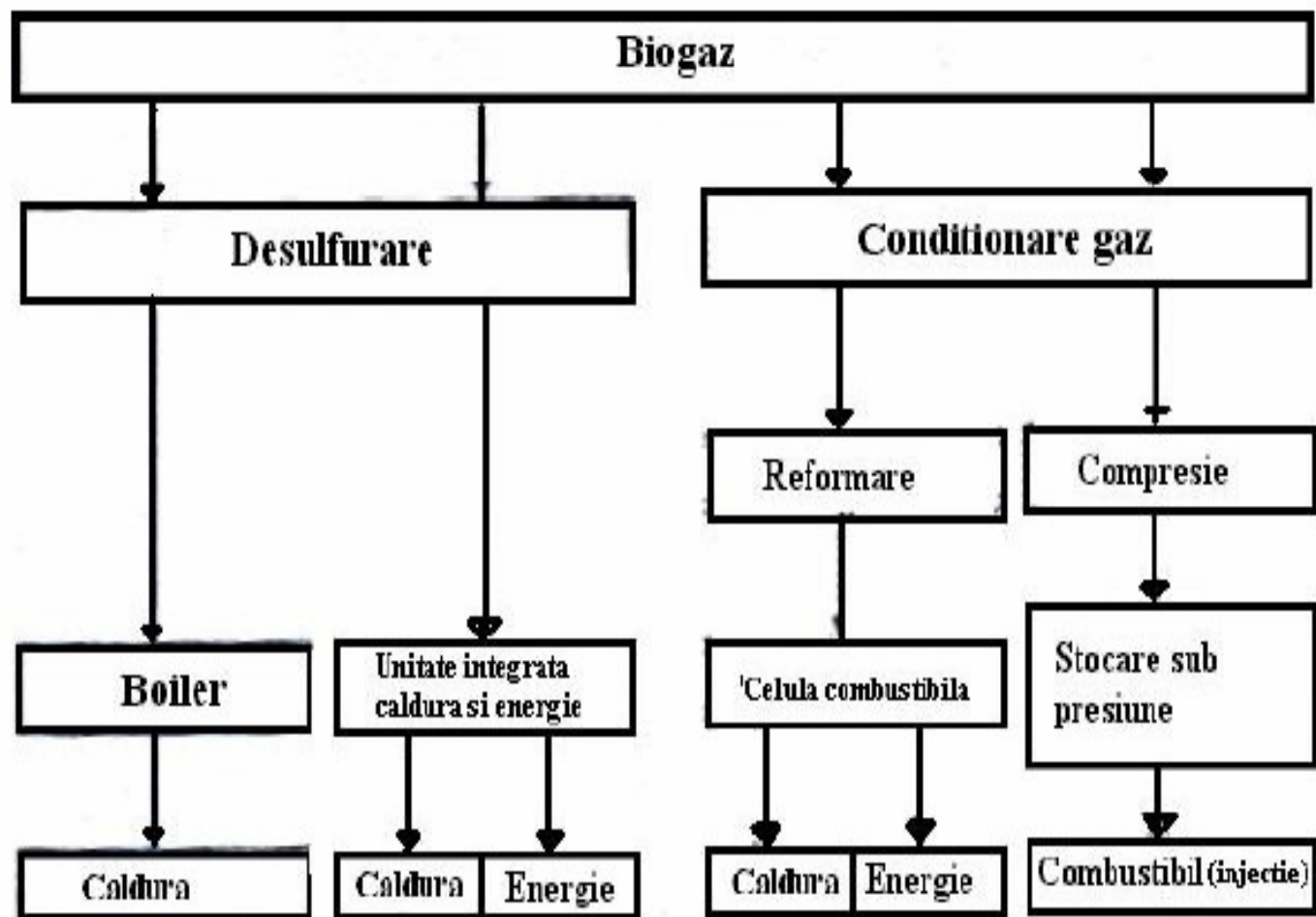


Figura II.6. Schema diferitelor posibilități de utilizare a biogazului

Comparație între compostare și digestia anaerobă

Condițiile de operare	Compostare	Digestie anaerobă
Materiale adăugate deșeurilor organice pentru corecția raportului C/N și a umidității	Materii vegetale	Apă + materii vegetale
Temperatura de operare	50-70°C	Ambientală
Timpul de operare	6 – 8 săptămâni (inclusiv maturarea compostului)	4 – 8 săptămâni
Pierdere de azot	De la puțin până la mult	De la puțin până la mediu
Spațiu necesar	Relativ mic	Relativ mic
Mod de operare	De la tradițional la complicat	Complicat
Miros	Probleme pentru sistemele deschise	Nu există astfel de probleme pentru că digestoarele sunt închise
Produsul final	Compost	Biogaz și nămol
Greutate	Mică prin eliminarea apei	Mare datorită producerii de biomasă și a diluării cu apă
Conținutul de apă	40-50%	88-92%
Conținutul în humus	abundent	Mai puțin ca la compostare
Inactivarea bacteriilor patogene	Bună	Moderată
Transport și manipulare	Ușor (formă solidă)	Dificil (formă lichidă)
Depozitare	Ușor cu pierderi scăzute de azot	Dificil cu pierderi de azot



**VA
MULTUMESC
PENTRU
AUDIERE !**