EXEMPLAR DE PREZENTARE

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII

Biologie

Trunchi comun (TC) și curriculum de specialitate (CS), filiera teoretică, profilul real, specializarea științe ale naturii – clasa a IX-a

9

SILVIA OLTEANU (coordonator)
IULIANA TANUR · LUMINIȚA-MARIOARA CITREA
CAMELIA AFRIM · LIA LIANA OȚELEANU
ALEXANDRU MARIAN GANEA

CORINT LOGISTIC

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII

Biologie

Trunchi comun (TC) și **curriculum de specialitate (CS)**, filiera teoretică, profilul real, specializarea științe ale naturii – clasa a IX-a

9

SILVIA OLTEANU (coordonator)
IULIANA TANUR · LUMINIȚA-MARIOARA CITREA
CAMELIA AFRIM · LIA LIANA OȚELEANU
ALEXANDRU MARIAN GANEA

CORINT LOGISTIC

SILVIA OLTEANU (coordonator) – profesor gradul didactic I, formator, președinte al Asociației Profesorilor de Biologie „Ecoterra", autor și coordonator al manualelor de biologie pentru gimnaziu, aflate în uz și de auxiliare școlare.

IULIANA TANUR – profesor gradul didactic I la Colegiul Național Pedagogic „Regina Maria" din Ploiești, metodist, mentor, formator, expert educațional științe în proiectul PNRR, coautor al manualelor de biologie pentru gimnaziu, aflate în uz și de auxiliare școlare.

LUMINIȚA-MARIOARA CITREA – profesor gradul didactic I la Colegiul Național „Emanuil Gojdu" din Oradea, inspector școlar pentru disciplina Biologie la Inspectoratul Școlar Județean Bihor, membru în Comisia Națională de Specialitate pentru Biologie, formator județean, coautor la auxiliare didactice.

CAMELIA AFRIM – profesor gradul didactic I la Colegiul Național „Ion Luca Caragiale" din București, inspector școlar pentru disciplina Biologie la Inspectoratul Școlar București (2013-2022), membru în Comisia Națională de Specialitate pentru Biologie, coautor de manuale școlare aflate în uz și auxiliare școlare.

LIA LIANA OȚELEANU – profesor gradul didactic I la Colegiul Național de Informatică „Grigore Moisil" Brașov, coordonator al Proiectelor educaționale: Târgul de Științe Bloom Science și Step2Science Hackathon, reprezentant al României la "Science on Stage 2026" în Lituania, autor de kituri și de resurse educaționale.

ALEXANDRU-MARIAN GANEA – profesor gradul didactic I la Liceul de Turism și Servicii Publice „Neagoe Basarab" din Călimănești, județul Vâlcea, metodist, profesor-lector la Centrul Județean de Excelență Vâlcea, membru în Comisia Centrală a olimpiadelor de specialitate, coautor auxiliare școlare.

CUVÂNT-ÎNAINTE

Într-o lume dinamică, flexibilitatea, logica și adaptabilitatea sunt esențiale. Biologia anului 2026 depășește sfera simplei descrieri a naturii, devenind o disciplină modernă care ne ajută să înțelegem viața în toată complexitatea și fragilitatea ei.

Prezentul manual, structurat conform noii programe de liceu, propune trecerea de la memorarea speciilor la înțelegerea mecanismelor vitale și a interconexiunilor care susțin biosfera. Fiecare lecție debutează cu scurte pasaje metaforice, concepute ca puncte de meditație și dialog, menite să stimuleze curiozitatea și dorința de explorare prin observație și investigare.

Dragă **elev**, am conceput acest volum ca pe un veritabil laborator de explorare. Dincolo de simpla informare, manualul te provoacă să descoperi ce înseamnă viața și care este locul tău în universul viu. Vei întâlni o biologie aplicată, unde biotehnologia, ecologia digitală și sănătatea personală se întrepătrund. Activitățile practice te vor ajuta să îți dezvolți competențe de cercetător: să observi, să emiți ipoteze și să analizezi datele cu spirit critic.

Stimate **profesor**, manualul constituie un suport didactic flexibil care susține învățarea centrată pe elev. Structura modulară permite navigarea prin unitățile de învățare într-un mod care încurajează corelațiile interdisciplinare. De la procesele moleculare până la ecologia modernă, conținutul este prezentat grafic și metodologic pentru a facilita transferul de cunoștințe în plan practic.

Manualul integrează o componentă digitală și civică esențială pentru generația actuală – **resurse multimedia:** prin codurile QR și materialele digitale, aveți acces la simulări interactive, modele 3D și laboratoare virtuale care aduc procesele microscopice direct pe ecran.

Accent pe **biodiversitate** și **responsabilitate:** secțiunile dedicate ecosistemelor, studiile de caz și proiectele ecologice te vor îndruma să devii un cetățean activ, capabil să protejeze mediul și să respecte natura.

Într-o lume marcată de provocări climatice și medicale, alfabetizarea științifică devine vitală. Ne dorim ca acest manual să vă ghideze nu doar spre succesul școlar, ci și spre o înțelegere profundă a poziției noastre în marele arbore al vieții.

Vă invităm să deschideți această poartă către fascinantul univers al viului!

Autorii

CUPRINS

GHID DE UTILIZARE A MANUALULUI

Manualul cuprinde variantele tipărită și digitală

Simboluri folosite în varianta digitală

Rezolvă

Privește

Vizionează

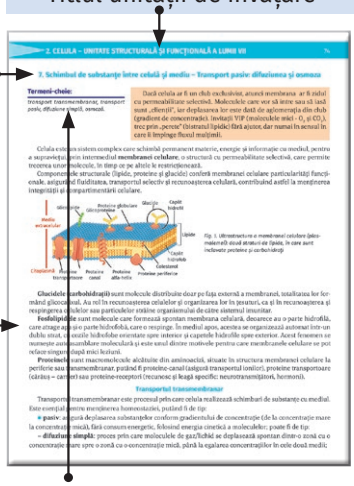
Manualul este structurat în unități de învățare, care cuprind:

Titlul unității de învățare

Lecție

Titlul lecției

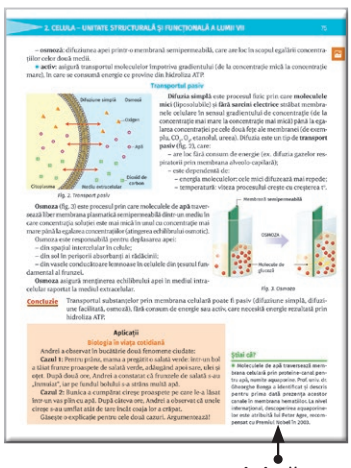
Textul lecției


2. CELULA – UNITATE STRUCTURALĂ ȘI FUNCȚIONALĂ A LUMII VII

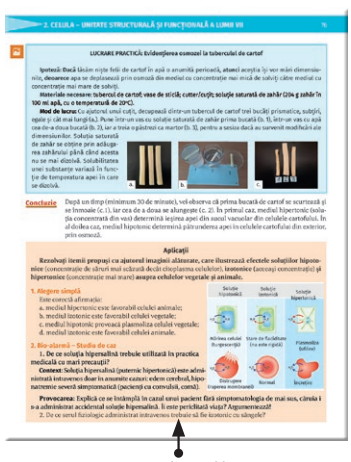
7. Schimbul de substanțe între celulă și mediu – Transport pasiv: difuziunea și osmoza

Termeni-cheie:

Termeni-cheie


2. CELULA – UNITATEA STRUCTURALĂ ȘI FUNCȚIONALĂ A LUMII VII

Știai că?

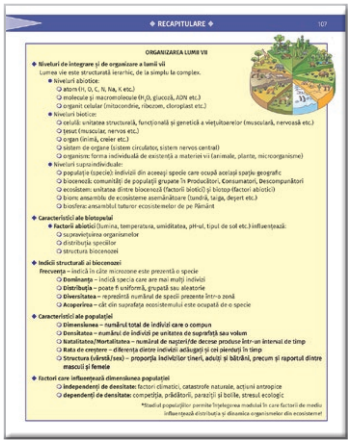

2. CELULA – UNITATEA STRUCTURALĂ ȘI FUNCȚIONALĂ A LUMII VII

LUCRARE PRACTICĂ: Evidențierea osmozei la tuberculul de cartof

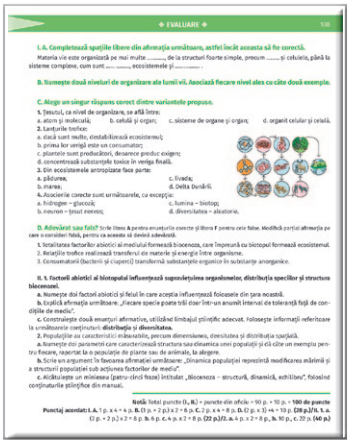
Aplicații

Aplicații

Recapitulare și Evaluare


RECAPITULARE

ORGANIZAREA LUMII VII


EVALUARE

COMPETENȚE GENERALE ȘI COMPETENȚE SPECIFICE

1. Investighează sisteme și procese biologice, pentru a forma abilități de cercetare și a evidenția știința ca proces de cunoaștere

1.1. Utilizează tehnici și metode de observare pentru a pune în evidență relația structură–funcție la diferite niveluri de integrare și organizare sistemică a lumii vii, diversitatea ecosistemelor și principiile de clasificare a organismelor vii

1.2. Aplică metoda științifică pentru a pune în evidență relația structură–funcție la diferite niveluri de integrare și organizare sistemică a lumii vii, diversitatea ecosistemelor și principiile de clasificare a organismelor vii, pe baza unui protocol de lucru

2. Interpretează date, informații și concepte științifice despre lumea vie pentru a elabora explicații bazate pe dovezi și a valoriza știința ca produs al cunoașterii

2.1. Organizează date și informații din surse variate pentru a documenta principiul relației structură–funcție în organizarea lumii vii, diversitatea și clasificarea organismelor, adaptările și relațiile lor în cadrul ecosistemelor

2.2. Analizează date, informații și concepte științifice din surse variate pentru a elabora explicații bazate pe dovezi științifice privind principiul relației structură–funcție în organizarea lumii vii, diversitatea și clasificarea organismelor, adaptările și relațiile lor în cadrul ecosistemelor

3. Integrează potențialul inovativ și creativ al cunoașterii științifice pentru a propune soluții la probleme reale din lumea vie și din viața cotidiană

3.1. Formulează măsuri simple de acțiune împotriva declinului diversității speciilor și ecosistemelor pentru a sprijini conservarea acestora

3.2. Propune modalități de utilizare responsabilă a aplicațiilor rezultate din cunoașterea lumii vii pentru a sprijini îmbunătățirea calității vieții și protecția ecosistemelor

4. Corelează date, informații și concepte științifice despre lumea vie pentru a exersa comunicarea în știință și în situații reale

4.1. Prezintă materialele realizate utilizând informații și concepte științifice despre lumea vie pentru a exersa comunicarea științifică

4.2. Elaborează mesaje argumentate despre aplicațiile practice rezultate din cunoașterea lumii vii pentru a sprijini valorizarea responsabilă a acestora și a combate dezinformarea pseudoștiințifică

5. Valorifică potențialul transformativ al educației în științele biologice prin comportamente responsabile pentru protecția mediului și menținerea unui stil de viață sănătos

5.1. Manifestă comportamente ecologice responsabile pentru conservarea diversității speciilor, a ecosistemelor și pentru utilizarea responsabilă a resurselor biologice

5.2. Demonstrează comportamente corecte pentru un stil de viață sănătos

PORTOFOLIU

Portofoliul este un instrument de învățare și de evaluare realizat pe parcursul anului, care evidențiază progresul tău în învățarea biologiei și dezvoltarea competențelor specifice disciplinei.

STRUCTURA PORTOFOLIULUI
(*exemplu*)

1. Pagina de titlu
2. Cuprins
3. Argument personal
4. Competențe urmărite
5. Unitatea I – Știința ca proces
❑ *fișă de observație*
❑ *fișă de experiment*
❑ *concluzii personale*
6. Unitatea II – Celula
❑ *desen științific/schemă*
❑ *raport de laborator*
❑ *tabel comparativ*
7. Unitatea III – Niveluri de organizare ale lumii vii
❑ *hartă conceptuală*
❑ *fișă de ecosistem*
8. Unitatea IV – Diversitatea și conservarea lumii vii
❑ *poster/prezentare*
❑ *fișă de clasificare*
❑ *articol științific/broșură*
9. Unitatea V – Impactul activităților umane asupra ecosistemelor
❑ *miniproiect ecologic*
❑ *interviu/pliant de informare*
❑ *reflecție personală*
10. Activități extracurriculare/dovezi de participare
11. Autoevaluare finală
12. Concluzii finale

FIȘA DE AUTOEVALUARE A ELEVULUI

1. Cum îmi apreciez portofoliul?

Criteriu	Punctaj	Punctaj acordat
Portofoliul este organizat și complet.	10	
Informațiile sunt corecte științific.	15	
Am realizat investigații și experimente.	20	
Am folosit tabele, scheme sau desene.	10	
Am participat la activități extrașcolare.	10	
Am realizat conexiuni cu viața reală.	20	
Am inclus reflecții personale.	15	
Total	**100**	

2. Ce am realizat?
3. Ce pot îmbunătăți?
4. Ce activitate mi-a plăcut cel mai mult? *De ce?*
5. Unde am folosit biologia în viața reală?
6. Un gând de final. *Ce îmi propun pentru clasa a X-a?*

Pentru PORTOFOLIU: Alege materiale care arată ce ai înțeles, ce ai investigat și cum aplici cunoștințele de biologie (10-15 activități dintre cele sugerate în manual):

- **Fișe de observație** – observații microscopice și ale organismelor din mediul înconjurător *(dezvoltă competențe de investigare și observare)*
- **Investigații/experimente** – studii simple (osmoză, enzime, fermentație) și interpretarea rezultatelor *(aplicarea metodei științifice)*
- **Rapoarte de laborator** – prezentarea etapelor experimentului și formularea concluziilor *(analiza și comunicarea datelor științifice)*
- **Produse de comunicare** – postere, prezentări, materiale digitale *(comunicarea științifică)*
- **Scheme și tabele** – compararea și organizarea informațiilor *(interpretarea și organizarea datelor)*
- **Activități pentru mediu și sănătate** – proiecte ecologice și aplicații practice *(comportamente responsabile și aplicarea lor în viața reală)*
- **Reflecții personale** – ce ai învățat, dificultăți, aplicații în viața reală (autoevaluare și învățare autonomă)
- **Diplome și distincții** – participări la concursuri, proiecte și activități extracurriculare *(implicare și valorizarea învățării)*

Portofoliul îți permite să aduni și să organizezi lucrările care reflectă progresul tău în biologie.
Alege activitățile care ți se potrivesc și urmărește-ți progresul pe parcursul anului.
Portofoliul tău va reflecta ideile, experiențele și modul în care înveți biologia.
Detalii privind criteriile de evaluare recomandate găsești, scanând codul QR.

MODELE DE REZOLVARE ITEMI

A. Propoziții lacunare

Completează spațiile libere cu noțiunile potrivite, astfel încât afirmația să fie corectă.

Organismele îndeplinesc funcții de nutriție care sunt ....., respirația, ... și excreția, funcții de relație reprezentate de locomoție și ..... și funcția de reproducere.

Rezolvare: digestia, circulația, sensibilitate.

B. Alegere simplă

Scrie litera corespunzătoare răspunsului corect (o singură variantă).

Euglena verde face parte din grupul:

a. algelor; c. protozoarelor;

b. procariotelor; d. coniferelor.

Rezolvare: c.

C. Adevărat sau fals?

Citește cu atenție enunțul și apreciază dacă este adevărat (A) sau fals (F). Dacă apreciezi că enunțul este fals, scrie litera F și modifică-l parțial, pentru ca acesta să devină adevărat. Nu folosi negația!

Fotosinteza este realizată **doar** de plantele verzi, în prezența luminii naturale sau artificiale, producând oxigen și glucoză care se transformă în principal în amidon și celuloză.

Rezolvare: F Propoziție modificată: Fotosinteza este realizată de plantele verzi, fitoplancton, cianobacterii și unele protozoare, în prezența luminii naturale sau artificiale, producând oxigen și glucoză care se transformă în principal în amidon și celuloză.

D. Alegere grupată

Alege varianta potrivită: A. 1, 2 și 3 sunt corecte; B. 1 și 3 sunt corecte; C. 2 și 4 sunt corecte;

D. doar 4 este corectă; E. toate răspunsurile sunt corecte sau false.

Glande endocrine sunt:

1. glandele intestinale, epifiza, parotidele;
2. timusul, glandele sudoripare, glandele sebacee;
3. glandele suprarenale, ficatul, tiroida;
4. hipofiza, paratiroidele, pancreasul endocrin.

Rezolvare: D (doar 4 este varianta corectă)

E. Asocieri

Asociază noțiunile din coloana **A** cu cele corespondente din coloana **B.**

A.	B.
1. oxigen	a. stochează informația genetică
2. apă	b. unitate structurală și funcțională a vieții
3. ADN	c. „arde glucoza”
4. nucleu	d. solvent
5. celulă	e. „creierul celulei”

Rezolvare: 1 – c, 2 – d, 3 – a, 4 – e, 5 – b.

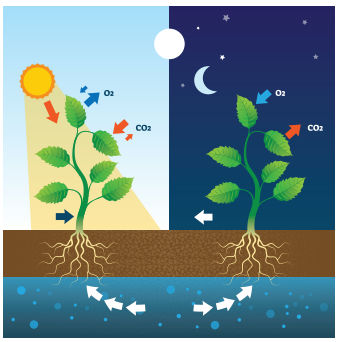
F. Itemi cu răspuns scurt/structurat

Funcțiile de nutriție asigură schimbul de materie și de energie cu mediul de viață. Imaginea alăturată te poate ajuta să rezolvi următoarele cerințe:

a. Precizează în ce constau schimburile dintre organism și mediu, în cazul funcției de respirație.

b. Explică de ce producătorii primari, reprezentați în principal de plante, constituie prima verigă a lanțurilor trofice.

c. Construiește patru enunțuri afirmative, câte două pentru fiecare conținut, utilizând limbajul științific adecvat. Folosește, în acest scop, informații referitoare la următoarele conținuturi: **frunză, tulpină.**



d. Alcătuiește un minieseu (4-5 fraze), intitulat „Fotosinteza, proces fundamental al vieții”, folosind conținuturile științifice învățate.

Rezolvare:

a. Viețuitoarele iau din mediu oxigenul, gaz care va ajunge în celulă unde va arde glucoza, producând energie chimică, dioxid de carbon și apă. Dioxidul de carbon aflat în exces va fi eliminat în mediu, de unde va fi preluat de producători pentru derularea fotosintezei.

b. Producătorii primari produc hrană pentru consumatorii primari (animale fitofage) care vor fi consumate la rândul lor de consumatorii secundari, terțiari și, eventual, cuaternari (animale zoofage). Astfel, materia și energia circulă din verigă în verigă de-a lungul lanțului trofic.

c. 1. Frunza este unul dintre organele vegetative, întâlnită la ferigi, conifere și angiosperme.

2. Frunza reprezintă sediul fotosintezei, respirației și transpirației.

3. Tulpina este formată din cilindru central și scoarță.

4. Prin tulpină circulă atât seva brută, cât și cea elaborată.

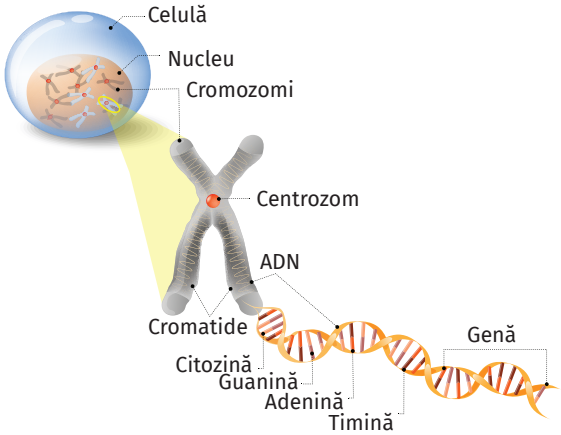
d. Fotosinteza este procesul prin care plantele folosesc energia solară pentru a transforma dioxidul de carbon și apa în nutrienți. Acest mecanism permite creșterea, dezvoltarea și funcționarea organismelor autotrofe și heterotrofe, dar asigură și producerea de oxigen, esențial pentru supraviețuirea aproape tuturor organismelor vii. Clorofila din plastidele fotosintetizatoare captează lumina pentru a declanșa reacții care transformă substanțele anorganice în molecule organice, cum este glucoza. Fără fotosinteză, viețuitoarele ar rămâne fără hrană și oxigen, iar supraviețuirea lor ar fi imposibilă.

REACTUALIZAREA CUNOȘTINȚELOR

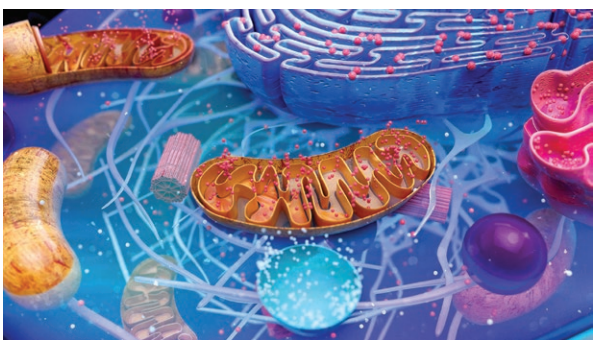
ORGANIZAREA IERARHICĂ ȘI STRUCTURALĂ A ORGANISMELOR VII

Biologia este știința care studiază organismele vii, explorând structura, funcțiile, evoluția, clasificarea și răspândirea acestora, precum și relațiile pe care acestea le stabilesc între ele sau cu mediul de viață.

Cel mai simplu **nivel de organizare a materiei vii** este **nivelul chimic** (atomi și molecule), urmat de: **nivelul celular** (celula cu organitele sale), **nivelul tisular** și **organic** (țesut, organ, sisteme de organe), nivelul **individual** (organismul: unicelular sau pluricelular) și **supraindividual** (populația, ecosistemul și biosfera).

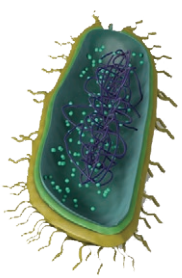


Celula este unitatea fundamentală structurală, funcțională și genetică a tuturor organismelor vii. Organismele vii își mențin unicitatea, identitatea biologică și continuitatea genetică de-a lungul generațiilor prin **acizii nucleici**: ADN – acid dezoxiribonucleic (deține informația genetică a celulei) și ARN – acid ribonucleic, care folosește informația din ADN pentru a produce proteine.



Toate procesele vitale (metabolism, respirație, excreție, digestie) au loc la nivel celular. De aceea, celula poate fi comparată cu o microuzină complexă, autonomă și interconectată cu alte celule la organismele pluricelulare. **Organitele celulare** au câte un rol specific, iar activitatea lor coordonată permite funcționarea celulei ca o unitate.

- **Ribozomii:** corpuscul cu rol în sinteza proteinelor
- **Mitocondriile:** producere de energie/sediul respirației celulare
- **Reticulul endoplasmatic:** sinteze și transport de substanțe
- **Aparatul Golgi:** sinteză și secreție de substanțe
- **Lizozomii:** digestia intracelulară a particulelor
- **Centrozomul:** formarea fusului de diviziune
- **Nucleul** este coordonatorul întregii activități celulare, iar **membrana** protejează celula și asigură schimbul de substanțe între celulă și mediul ei de viață.



Celulă procariotă (bacterie)

Celulele pot fi procariote sau eucariote, după modul de organizare a materialului genetic, ca și organismele în alcătuirea cărora intră. **Procariotele** sunt organisme unicelulare, solitare sau coloniale, care nu au nucleu și sunt slab compartimentate. **Eucariotele** pot fi unicelulare sau pluricelulare, iar celulele lor au nucleu și numeroase compartimente (organite).

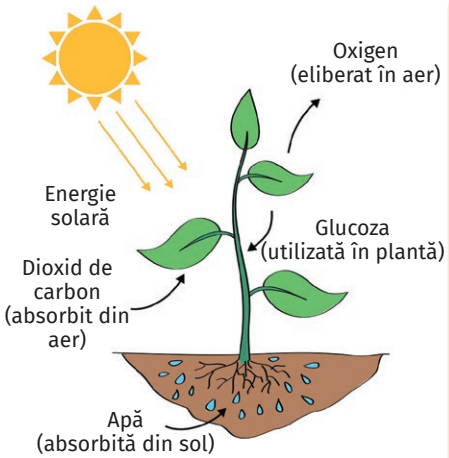
Celulă eucariotă animală

Concluzie

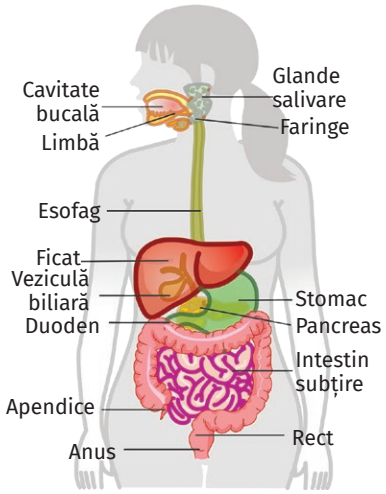
Dacă privim drumul parcurs de la atom la biosferă, observăm ceva extraordinar și anume că viața nu este doar materie. Un atom, o moleculă, singure, nu sunt vii. Dar când se organizează într-un anumit mod, apare celula. Când celulele cooperează, apare țesutul, apoi apar organele, sistemele de organe și apoi organismul. Când organismele interacționează între ele, apare populația, biocenoza și ecosistemul. Toate acestea împreună dau naștere biosferei, spațiul fragil în care trăim.

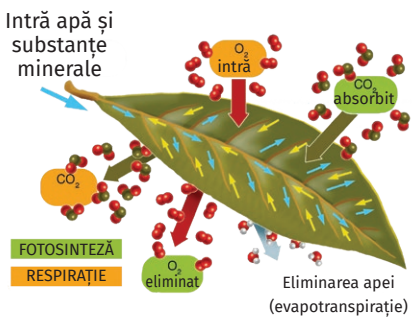
FUNCȚIILE ORGANISMELOR

Organismele vii sunt definite prin funcțiile îndeplinite și care le deosebesc de materia nevie: de hrănire, respirație, circulație, excreție (funcții **de nutriție**), mișcare, sensibilitate (funcții **de relație**) și funcții **de reproducere**. Își mențin **homeostazia** (au un mediu intern stabil – temperatură, pH, glicemie, calcemie etc. – relativ constant, în ciuda schimbărilor externe) prin mecanisme complexe de autoreglare și au metabolism propriu. **Metabolismul** reprezintă schimbul permanent de materie, informație și energie dintre organism și mediul de viață. Viețuitoarele dobândesc sau produc energie, pe de o parte, dar tot ele o și utilizează cu ajutorul **funcțiilor de nutriție.**

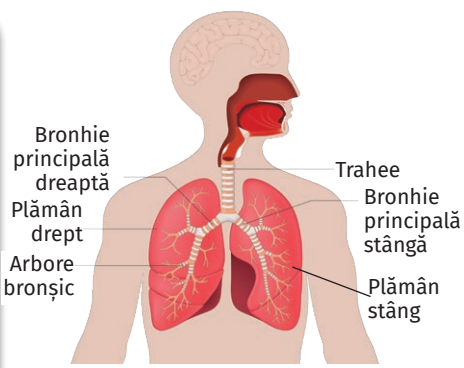


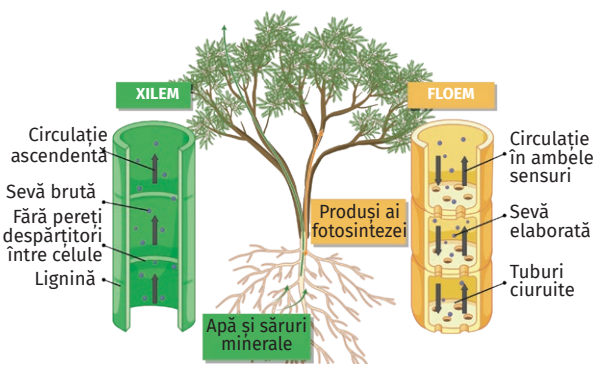
Hrănire: procurarea hranei pentru energie, creștere și dezvoltare. Poate fi de tip **autotrof** (**fotosinteză** și **chemosinteză**) la plante și la unele bacterii, **heterotrof saprofit** și **parazit** la animale, bacterii, ciuperci și **mixotrof** (euglenă, vâsc, plante carnivore). La om, se realizează prin ingestia alimentelor care vor fi descompuse sub acțiunea enzimelor (produse de glandele anexe) în **nutrienți**, în tubul digestiv, prin **digestie**. Nutrienții vor fi absorbiți la nivelul intestinului subțire în sânge sau limfă și transportați la celule.



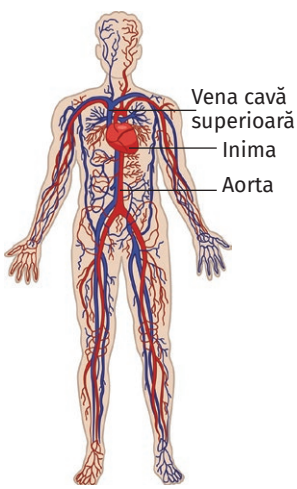


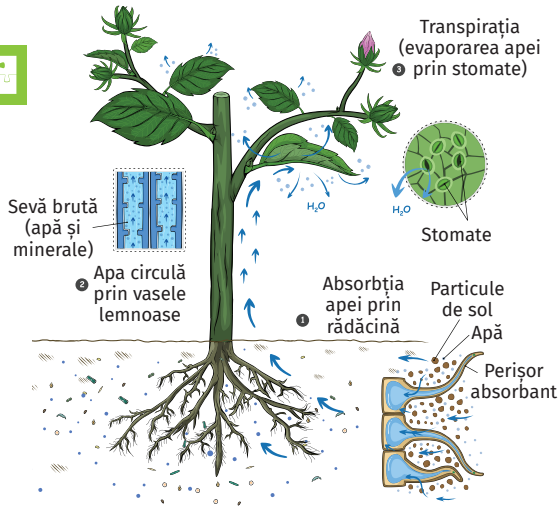
Respirația celulară poate fi **aerobă** (în prezența oxigenului) sau **anaerobă** (în absența acestuia). În respirația aerobă are loc oxidarea completă a substanțelor organice, cu eliberare de energie. Sunt implicate gazele respiratorii: oxigenul (O_2), necesar procesului de oxidare, și dioxidul de carbon (CO_2), produs rezultat în urma respirației celulare.



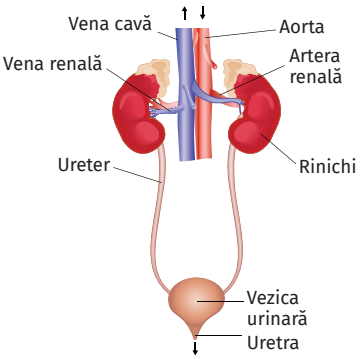


Circulație: transportul apei, substanțelor folositoare (nutrienți, hormoni, anticorpi etc.) și nefolositoare (uree, amoniac etc.), prin intermediul lichidelor organismului, care pot fi: seva brută/elaborată la plante sau mediul intern la animale.

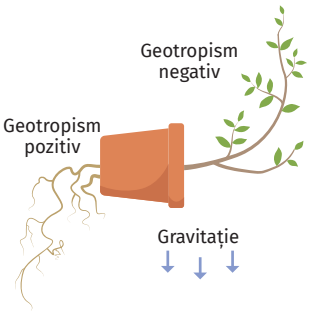




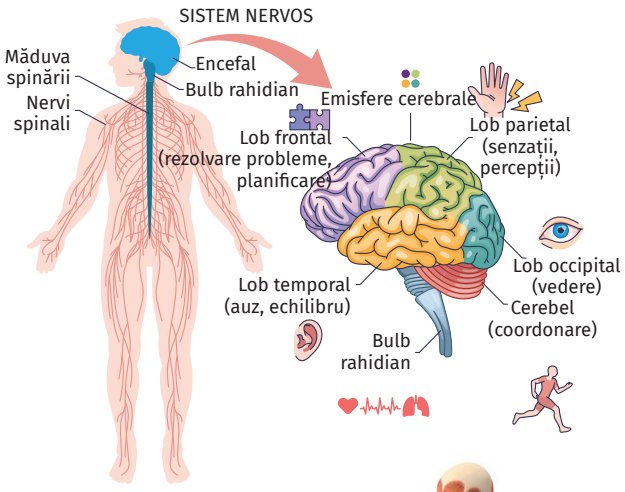
Excreție: eliminarea din organism a excesului de apă, a substanțelor nefolositoare și a celor toxice. La plante, se realizează prin transpirație și gutație, iar la animale, în principal prin urină, la nivelul sistemului excretor, prin piele – transpirația, prin sistemul digestiv și sistemul respirator.



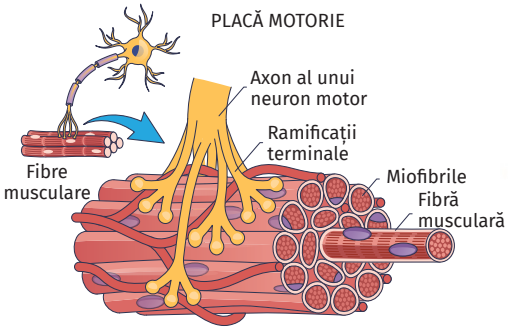
Integrarea organismelor în mediul de viață se realizează prin intermediul **funcțiilor de relație.**

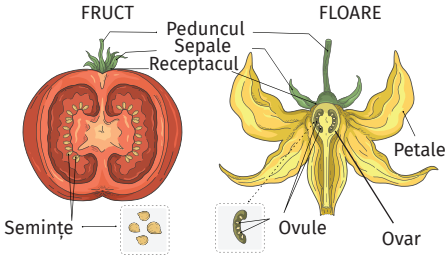


Sensibilitatea: organismele recepționează și răspund la factorii variabili din mediul extern. Sensibilitatea la plante este capacitatea lor de a răspunde la stimuli din mediu prin mișcări sau modificări de creștere (tropisme, nastii, tactisme), adaptându-se pentru supraviețuire (folosesc hormoni vegetali pentru a coordona răspunsurile). La om, sensibilitatea se realizează prin colaborarea dintre sistemul nervos și organele de simț.

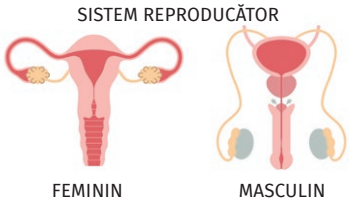


Mișcarea: deplasarea unui organism în scopul procurării hranei, al construirii adăpostului, pentru a se apăra etc. La om este realizată de sistemul locomotor (osos și muscular) și este comandată de către sistemul nervos.





Reproducere: organismele produc noi indivizi, fie asexuat, fie sexuat, transmițând informații genetice prin intermediul **ADN -ului**. În reproducerea sexuată, prin fecundație (unirea celulei femeiești cu cea bărbătească) rezultă celula-ou sau zigotul, din care se dezvoltă embrionul și apoi organismul.



TEST INIȚIAL

Subiectul I ..... (26 de puncte)

A. Completează spațiile libere din afirmațiile următoare, astfel încât acestea să fie corecte.

Lumea vie este organizată _____, conceptul de niveluri de _____ a materiei vii se referă la organizarea ierarhică a lumii vii. O _____ este o structură chimică formată din cel puțin _____ atomi ținuți împreună prin una sau mai multe legături chimice.

B. Numește două organite celulare. Asociază fiecărui organit câte un rol îndeplinit în celulă.

C. Alege răspunsul corect (o singură variantă).

1. Mitocondriile sunt:

a. celule; b. organite; c. țesuturi; d. organe.

2. Sinteza de glucide (zaharuri) în plante are loc în cea mai mare măsură în:

a. fruct; b. floare; c. frunză; d. rădăcină.

3. Alege asocierea corectă:

a. ribozomi – transport de substanțe;
b. centrozom – producere de energie;
c. lizozomi – digestia intracelulară;
d. mitocondrii – formează fusul de diviziune.

4. Ordinea corectă a organizării materialului genetic, de la mic la mare, este:

a. gene – cromozomi – ADN – baze azotate;
b. gene – baze azotate – ADN – cromozomi;
c. nucleotide – ADN – gene – cromozomi;
d. cromozomi – ADN – baze azotate – gene.

5. Celula eucariotă are următoarele caracteristici, cu excepția:

a. poate face parte dintr-un organism pluricelular;
b. este slab compartimentată;
c. are nucleu, sediul informației genetice;
d. intră în alcătuirea țesuturilor vegetale și animale.

6. Ordinea corectă a nivelurilor de organizare biologică este:

a. neuron – creier – țesut nervos – sistem nervos;
b. fibră musculară – țesut muscular – mușchi striat – sistem muscular;
c. celulă epitelială – piele – epiteliu de acoperire – organe de simț;
d. os – celulă osoasă – țesut osos – sistem osos.

7. Zambila și albina sunt:

a. celule; b. organisme; c. organe; d. țesuturi.

8. Un exemplu de ecosistem este:

a. livada; b. roiul de albine; c. bancul de pești; d. aerul și apa de ploaie.

9. Funcția de relație îndeplinită de sistemul nervos este:

a. sensibilitatea; b. reproducerea; c. excreția; d. locomoția.

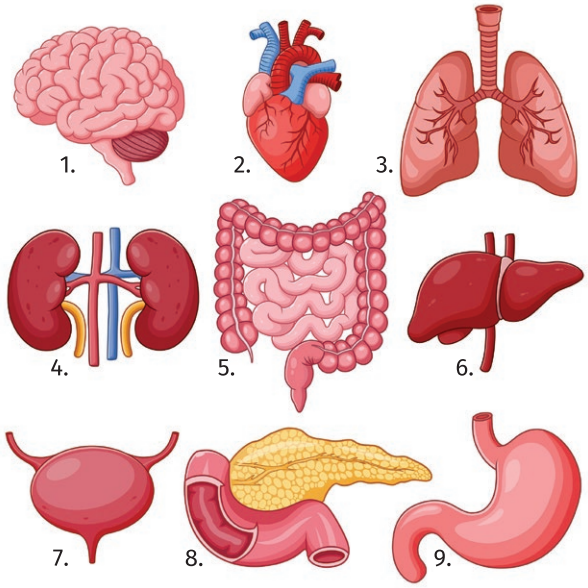
10. Referitor la fotosinteză ca proces este corect, cu excepția:

a. este un tip de nutriție autotrofă;
b. folosește lumina pentru descompunerea apei;
c. produce glucoză și dioxid de carbon;
d. consumă dioxid de carbon.

Subiectul al II-lea ..... (24 de puncte)

Observă cu atenție imaginea de mai jos și rezolvă cerințele de la punctele A și B.

A. Citește cu atenție afirmațiile următoare. Dacă apreciezi că afirmația este adevărată, scrie în dreptul cifrei corespunzătoare afirmației litera **A**, iar dacă este falsă, scrie litera **F** și modifică parțial afirmația pentru ca aceasta să devină adevărată. Nu folosi negația.



1. Inima (fig. 1) face parte din sistemul circulator și este localizată în abdomen.
2. Intestinul subțire și cel gros (fig. 2), alături de ficat (fig. 3), pancreas (fig. 4) și stomac (fig. 5) îndeplinesc funcția de digestie, una dintre cele două funcții de relație.
3. Rinichii (fig. 4) sunt situați în abdomen și conțin nefroni care filtrează sângele, producând urina care se va depozita temporar în vezica urinară (fig. 7).
4. Oxigenul, care pătrunde în plămâni (fig. 3), ajunge prin intermediul sângelui pompat de inimă și la creier (fig. 1), organ care aparține sistemului nervos periferic.

B. Asociază noțiunile din coloana **A** cu cele corespondente din coloana **B**.

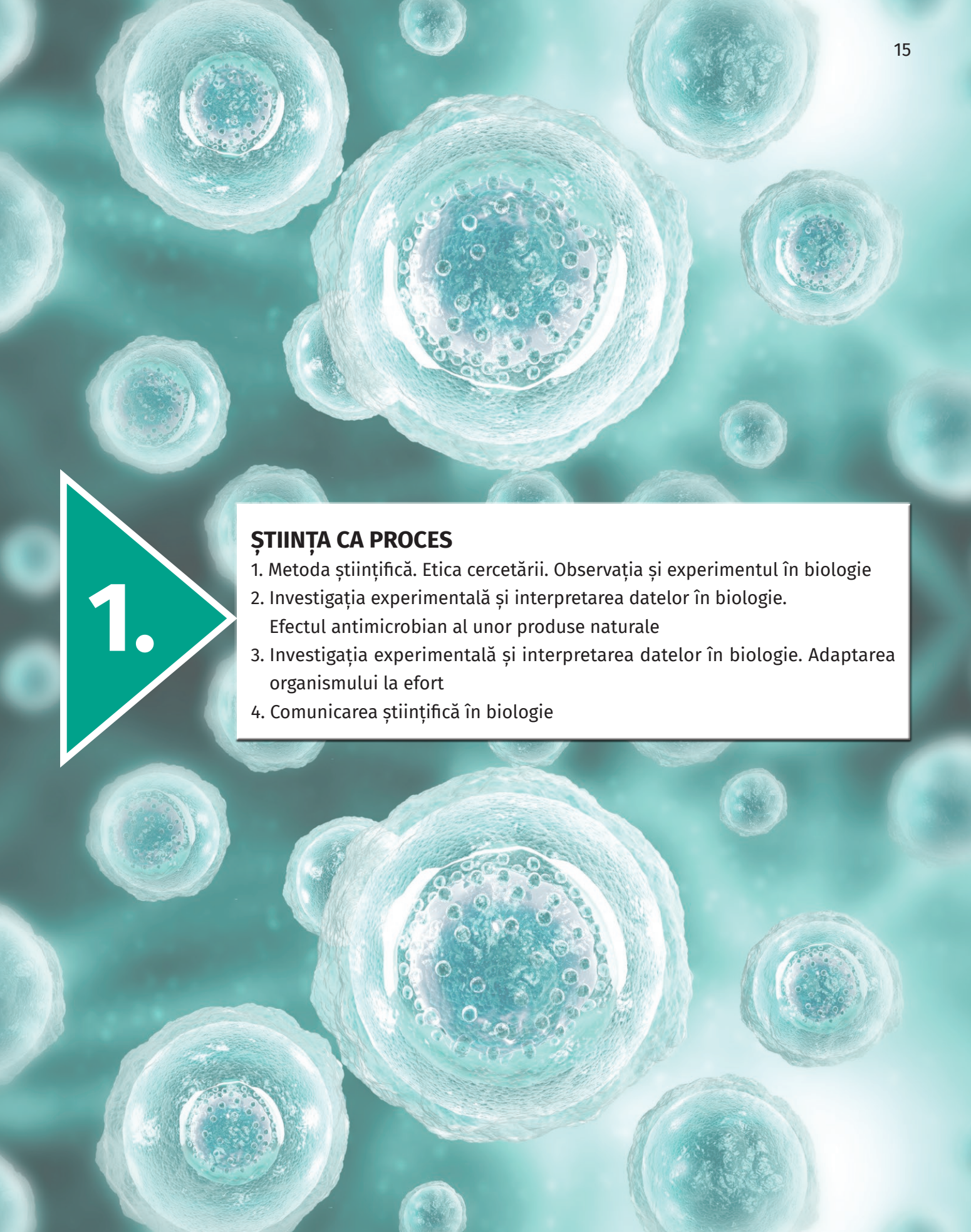
Coloana A	Coloana B
1. glande anexe ale tubului digestiv	a. rinichi și vezica urinară
2. organe din sistemul excretor	b. stomac
3. componente ale encefalului	c. ficat și pancreas
4. organ cavitar al tubului digestiv	d. pancreas și plămâni
5. organe cu structură acinoasă	e. trunchi cerebral, cerebel, emisfere cerebrale

Subiectul al III-lea. . . . . (40 de puncte)

A. Funcțiile de relație integrează organismul în mediul de viață.
a. Numește funcțiile de relație și precizează sistemele care le îndeplinesc.
b. Explică legătura dintre sistemul nervos și cel muscular în îndeplinirea rolului integrator în mediul de viață.
c. Construiește patru enunțuri afirmative, câte două pentru fiecare conținut, utilizând limbajul științific adecvat. Folosește, în acest scop, informații referitoare la următoarele conținuturi: **ochi**; **ureche**.

B. Realizează un text, de 4-6 rânduri, în care să utilizezi în mod corect și coerent următoarele noțiuni: *frunză, oxigen, fotosinteză, dioxid de carbon, cloroplast, lumină, clorofilă, respirație, producători primari, plante, alge, ecosisteme, consumatori, creștere, dezvoltare, energie.*

Notă: Total puncte (**I., II., III.**) + puncte din oficiu = 90 p. + 10 p. = **100 de puncte**
I. A. 2 p. x 4 = 8 p. **B.** 2 p. x 4 = 8 p. **C.** 1. p x 10 = 10 p. **(26 p.)**
II. A. 2 p. x 4 = 8 p.; 2 p. x 3 = 6 p.; **B.** 2 p. x 5 = 10 p. **(24 p.)**
III. A. a. 1 p. x 7 =7 p.; **b.** 5 p.; **c.** 2 p. x 4 = 8 p. **(20 p.)**
B. 16 p. – utilizare noțiuni 2 p. – lungimea textului 2 p. – coerență text și ortografie **(20 p.)**



1.

ȘTIINȚA CA PROCES

1. Metoda științifică. Etica cercetării. Observația și experimentul în biologie
2. Investigația experimentală și interpretarea datelor în biologie. Efectul antimicrobian al unor produse naturale
3. Investigația experimentală și interpretarea datelor în biologie. Adaptarea organismului la efort
4. Comunicarea științifică în biologie

1. Metoda științifică. Etica cercetării. Observația și experimentul în biologie

Termeni-cheie:

metodă științifică, observație, ipoteză, experiment, variabilă independentă, variabilă dependentă, variabile controlate, rezultate, concluzii, comunicare, etica cercetării.

Ai gândit vreodată ca un cercetător? Ajungi acasă și nu-ți găsești telefonul. Observi că lipsește (**observație**) și te întrebi unde ar putea fi (**întrebare**). Te gândești că l-ai lăsat în haina cu care ai fost la școală (**ipoteză**) și verifici buzunarul (**experiment**). Îl găsești acolo, deci presupunerea ta a fost corectă (**concluzie**). Fără să-ți dai seama, ai parcurs etapele metodei științifice.

Metoda științifică constă într-un mod organizat de abordare a realității, fiind un instrument important pentru investigarea fenomenelor, rezolvarea problemelor și învățarea prin observații și experimente.

Laborator experimental. Efectele cofeinei asupra ritmului cardiac

Pentru a ilustra **etapele metodei științifice**, analizăm situația prezentată în imaginile de mai jos, pornind de la o știre despre efectele cofeinei din cafea, cola și băuturi energizante asupra ritmului cardiac.

1. Observație → 2. Întrebare

3. Ipoteză

4. Experiment

Observația și formularea întrebării de cercetare

Știrea alăturată (*Cofeina poate influența ritmul cardiac*) reprezintă punctul de plecare al investigației, adică **observația** realizată. Pornind de la această observație, se formulează o **întrebare de cercetare**: În ce mod influențează cofeina activitatea inimii?

Formularea ipotezei

Pentru a răspunde la întrebare, se formulează o **ipoteză** (o explicație posibilă), care poate fi testată prin experiment sau prin alte metode de investigare.

Ipoteza poate fi formulată sub forma unei relații de tipul: **dacă** ..., **atunci** ..., între factorul studiat și efectul observat.

În acest caz: *Dacă organismul este expus la cofeină, atunci ritmul cardiac crește*.

Desfășurarea experimentului

Ipoteza este testată printr-un **experiment controlat**, metodă prin care se investighează relația dintre un factor modificat (**variabila independentă**) și efectul produs (**variabila dependentă**), menținând celelalte condiții constante (**variabilele controlate**).

În acest caz, experimentul este realizat utilizând dafnia (*Daphnia* sp.) ca organism-model, deoarece are inimă miogenă (contracțiile sunt generate de celule cardiace specializate), a cărei activitate poate fi observată direct la microscop. Se compară ritmul cardiac, utilizând două loturi: un **lot martor**, menținut în condiții normale (fără cofeină), și un **lot experimental A**, expus la o concentrație de 1% **cofeină**, modificând astfel un singur factor. **Variabila independentă** este concentrația de cofeină, iar **variabila dependentă** este ritmul cardiac; celelalte condiții sunt menținute constante. Desfășurarea experimentului poate fi urmărită prin scanarea codului QR alăturat.

NOTĂ: Dafnia este un gen de crustacee planctonice mici (0,2–6,0 mm), numite purici de apă, deoarece înotul lor seamănă cu mișcările puricilor. Sunt ușor de procurat din natură (lacuri, bălți cu apă dulce, curată) sau din magazine specializate și ușor de întreținut. Corpul lor transparent permite observarea organelor interne la microscop. Ca urmare a sensibilității la poluare, dafnia este folosită și ca organism-model în cercetări științifice de mediu.

Colectarea datelor și interpretarea rezultatelor

În cadrul unui experiment, **datele colectate** pot fi de tip **cantitativ**, atunci când sunt exprimate numeric, sau **calitativ**, atunci când descriu caracteristici observate.

Aceste date sunt **organizate în tabele** și **reprezentate sub formă de grafice** pentru a facilita compararea și evidențierea relațiilor dintre variabile. Interpretarea rezultatelor constă în analiza acestor reprezentări, în vederea identificării tendințelor și formulării concluziilor.

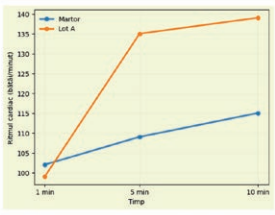
În acest experiment, ritmul cardiac este măsurat și înregistrat (la intervale de timp regulate), obținându-se date cantitative, prezentate în tabelul alăturat.

Analizează tabelul și graficul (etapa 5): **1.** calculează diferența dintre valorile minime și maxime pentru fiecare lot; **2.** precizează momentul în care valorile sunt apropiate și momentul în care diferența este maximă.

5. Colectarea datelor și interpretarea rezultatelor

Valorile ritmului cardiac (bătăi/min)

Timp	Lot Martor	Lot Exp. A
1 min	102	99
5 min	109	135
10 min	115	139



Variația ritmului cardiac în timp

Formularea concluziilor și comunicarea rezultatelor

Concluziile sunt formulate pe baza interpretării rezultatelor și arată dacă rezultatele susțin sau nu susțin ipoteza.

Rezultatele cercetării sunt comunicate pentru a putea fi înțelese, verificate și utilizate de alți cercetători.

În acest experiment, analiza datelor arată că ritmul cardiac este mai ridicat în lotul expus la cofeină, comparativ cu lotul martor.

Astfel, datele obținute susțin ipoteza, indicând, în condițiile acestui experiment, efectul stimulator al cofeinei asupra activității inimii.

Comunică: Prezintă rezultatele și concluziile experimentului, folosind tabelul și graficul și explică cui sunt adresate, prin ce mijloace pot fi comunicate și care este scopul acestei comunicări.

6. Concluzii
7. Comunicarea rezultatelor

ATENȚIE! Consumul excesiv și regulat de cofeină poate determina creșterea tensiunii arteriale și a ritmului cardiac. Se recomandă evitarea băuturilor energizante, deoarece pot conține cantități mari de cofeină și alți compuși cu efect stimulant.

Urmărește videoclipul, scanând codul QR și precizează un beneficiu și un risc pentru sănătate.

Etica cercetării

Cercetarea științifică trebuie realizată cu responsabilitate și respect față de oameni și față de adevăr, având în vedere câteva principii etice importante:

- **Autonomia –** persoanele implicate trebuie să fie informate și să își exprime acordul informat.
- **Evitarea producerii de rău** – cercetarea trebuie să reducă riscurile și să urmărească obținerea unor beneficii.
- **Justiția** – riscurile și beneficiile trebuie distribuite echitabil.
- **Integritatea** – rezultatele trebuie prezentate corect, fără falsificare.
- **Confidențialitatea –** datele personale trebuie colectate cu consimțământul persoanei și protejate.
- **Transparența** – metodele folosite trebuie prezentate clar.

Respectarea acestor principii contribuie la credibilitatea cercetării și la încrederea în știință.

Gândește critic!

Informațiile despre energizante întâlnite în mediul online sau în reclame trebuie analizate critic și verificate prin raportare la **dovezi științifice**. Rezultatele unei investigații pot fi influențate de **surse de eroare**, precum măsurători imprecise sau variabile necontrolate, de aceea experimentele trebuie repetate pentru **verificarea concluziilor**.

Documentează-te din surse științifice despre efectele cofeinei asupra organismului și compară informațiile obținute cu mesajele promovate în mass-media sau pe rețelele sociale.

Concluzie Metoda științifică este un mod organizat de investigare a realității, bazat pe observație și experiment, care presupune formularea de ipoteze, testarea acestora, interpretarea datelor și respectarea regulilor etice, pentru obținerea unor rezultate corecte și verificabile.

Aplicații

1. Aplicare și analiză (metoda științifică)

Investighează modul în care intensitatea luminii influențează ritmul de creștere a plantelor.

a. Asociază fiecare etapă a metodei științifice cu enunțul corespunzător, după model: 3. – d.

b. Identifică variabila independentă și variabila dependentă în acest experiment.

c. Menționează un factor care trebuie menținut constant în cadrul experimentului.

Etapele metodei științifice	Enunțuri care ilustrează etapele metodei științifice
1. Observație și întrebare 2. Ipoteza 3. Experiment 4. Analiza rezultatelor 5. Concluzie	a. Dacă o plantă primește mai multă lumină, va crește mai repede. b. Plantele cresc diferit în funcție de lumină. Creșterea plantelor este influențată de lumină? c. Lumina poate influența ritmul de creștere a plantelor. d. Lotul A se așază la lumină; lotul B se așază într-un loc puțin luminat. e. Plantele din lotul A au crescut mai mult decât cele din lotul B.

2. Realizează, în echipă cu 3-4 colegi, un poster științific cu tema: *Cum influențează lumina creșterea plantelor?* Folosește informațiile accesate prin codul QR și include o ipoteză, dovezi științifice și o concluzie. Prezintă posterul colegilor.

3. Investigație și interpretare de date experimentale

Scanează codul QR, analizează înregistrarea și calculează ritmul cardiac al dafniei (bătăi/min.), știind că măsurarea a durat 10 secunde, iar numărul pulsațiilor a fost de 33. Compară valoarea obținută cu valorile medii ale lotului martor și ale lotului experimental (înregistrate în tabelul din lecție) și formulează o concluzie.

4. Analiză și argumentare (gândire critică)

Știința și societatea. Identifică principiile de etică implicate și analizează argumentele pro și contra deciziei echipei medicale.

Un pacient ajunge la spital în stare critică, după ce a pierdut mult sânge. Este inconștient, iar medicii îi fac o transfuzie pentru a-i salva viața, fără a avea consimțământul lui sau al familiei. Pacientul supraviețuiește, dar familia susține că religia lor interzice transfuzia.

a. Ce principii morale sau valori sunt implicate în această situație?

b. Crezi că echipa medicală a procedat corect? Argumentează răspunsul.

2. Investigația experimentală și interpretarea datelor în biologie.

Efectul antimicrobian al unor produse naturale

Între tradiție și eprubetă: cât de „antibiotic” este, de fapt, usturoiul?

De generații, usturoiul este considerat un remediu natural pentru diferite afecțiuni. Astăzi, în mediul online circulă frecvent afirmații despre efectul său „antibiotic”, însă granița dintre tradiție, experiență personală și dovezi științifice poate deveni neclară.

➔ Este alicina, substanța activă din usturoi, capabilă să limiteze dezvoltarea microorganismelor?

➔ Cum putem verifica această afirmație, fără să ne bazăm doar pe „am auzit că funcționează”?

Haideți să explorăm experimental această ipoteză, folosind metoda științifică.

Observația și întrebarea de cercetare

Pe internet și în viața de zi cu zi apar frecvent afirmații despre efectul antimicrobian al unor produse naturale, precum usturoiul, oțetul sau sarea.

Cum putem verifica experimental aceste afirmații? Care dintre aceste produse limitează cel mai mult dezvoltarea microorganismelor?

Termeni-cheie:

investigația experimentală, metoda difuziei pe disc, efect antimicrobian, concluzie, surse de eroare.

Formularea ipotezei

Ipoteza reprezintă o explicație posibilă care poate fi verificată experimental.

Exemplu: Dacă extractul de usturoi conține compuși cu efect antimicrobian, atunci acesta va produce cea mai mare zonă de inhibiție a dezvoltării microorganismelor (fig. 1 – desfășurarea experimentului).

Desfășurarea experimentului

Pentru investigarea efectului antimicrobian al unor produse naturale s-a utilizat o variantă didactică a **metodei difuziei pe disc**, o tehnică utilizată în microbiologie pentru compararea efectului unor substanțe asupra dezvoltării microorganismelor.

1. Pregătirea probelor: Au fost utilizate patru plăci Petri cu agar nutritiv inoculate, adică acoperite uniform cu o cultură microbiană obținută din conținutul unei capsule probiotice, dizolvat în 10 ml apă fiartă și răcită, apoi omogenizat.

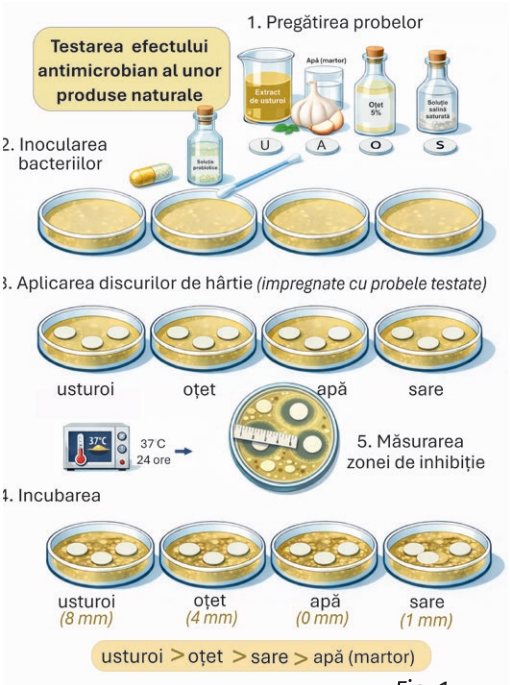


Fig. 1

Soluțiile testate au fost pregătite astfel:

- extract apos de usturoi (U) – obținut prin omogenizarea a aproximativ 5 g de usturoi în 10 ml apă, urmată de filtrare;
- oțet alimentar 5% (O) – utilizat nediluat;
- soluție saturată de sare (S) – obținută prin dizolvarea sării în apă până când aceasta nu s-a mai dizolvat complet, folosindu-se lichidul limpede de deasupra;
- apă plată (A) – utilizată ca probă martor.

2. Inocularea bacteriilor și aplicarea discurilor: Pe suprafața agarului inoculat au fost așezate discuri sterile de hârtie de filtru, impregnate cu același volum din fiecare soluție utilizată pentru testare.

3. Incubarea probelor: Plăcile au fost închise, sigilate și incubate la 37°C, timp de 24 de ore.

4. Măsurarea zonei de inhibiție: După incubare, s-a măsurat lățimea zonei de inhibiție (zona clară din jurul discului, unde coloniile microbiene sunt reduse sau absente), notând în tabel valorile medii.

Anticiparea rezultatelor

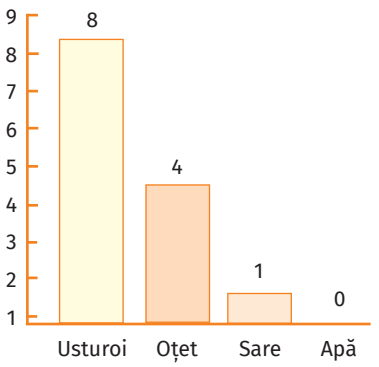
Care dintre substanțele testate crezi că va produce cea mai mare zonă de inhibiție? Argumentează.

Identifică variabilele experimentului:

- Variabilă independentă: Ce s-a modificat?
- Variabilă dependentă: Ce s-a măsurat?
- Variabile controlate: Ce s-a menținut constant?

Substanță	Inhibiție (lățimea medie a haloului)	Observații
U (Usturoi)	8 mm	Zonă clară, bine delimitată
O (Oțet)	4 mm	Zonă vizibilă, mai mică decât la usturoi
S (Sare)	1 mm	Zonă foarte redusă
A (Apă, martor)	0 mm	Fără zonă de inhibiție

Analizarea reprezentării datelor



Diametrul zonelor de inhibiție (mm)

Interpretarea datelor

- Care substanță a produs cea mai mare zonă de inhibiție?
- Cum se modifică dezvoltarea microorganismelor când dimensiunea haloului crește?
- Ce indică prezența unei zone de inhibiție?
- Ce rol are proba martor?

Formularea concluziei

Completează: Extractul de usturoi a produs cea mai mare zonă de inhibiție, sugerând că _____.

- Cum ajută graficul la compararea rezultatelor experimentale?

Verificarea afirmațiilor, folosind dovezi științifice

Oana a aflat la ora de biologie că alicina, un compus cu proprietăți antimicrobiene, se formează doar atunci când celulele usturoiului sunt distruse (prin tăiere sau zdrobire). Cu toate acestea, ea citește pe un blog de sănătate: *Înghițiți un cățel de usturoi întreg, ca pe o pastilă, pentru a vă curăța corpul de infecții.*

Predicția rezultatului: Bazându-te pe mecanismul de formare a alicinei, crezi că această metodă (înghițirea fără a mesteca) va elibera alicina? Justifică răspunsul.

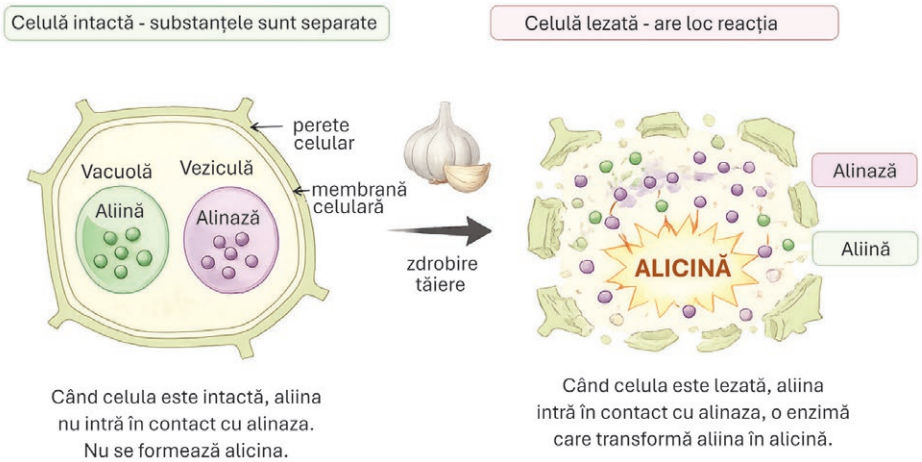


Fig. 2. Formarea alicinei în celulele usturoiului

Interpretarea dovezilor: De ce crezi că unii oameni spun că metoda funcționează, deși chimia ne spune că alicina nu se formează astfel?

Surse de eroare și îmbunătățirea investigației

Explică modul în care următoarele situații ar putea influența rezultatele experimentului:

- aplicarea unor cantități diferite de substanță;
- contaminarea probelor;
- măsurarea imprecisă a zonelor de inhibiție;
- diferențe de temperatură în timpul incubării.

Propune o modalitate prin care investigația ar putea fi îmbunătățită, în vederea obținerii unor rezultate mai exacte.

Dacă vrei să știi mai mult!

- Și alte plante, precum ceapa, produc substanțe de apărare, atunci când țesuturile lor sunt lezate. Multe organe subterane ale plantelor – bulbi, tuberculi sau rădăcini – conțin compuși capabili să limiteze dezvoltarea microorganismelor din sol.

Gândește critic!

Poate demonstra acest experiment că usturoiul poate înlocui antibioticele? Argumentează.

Direcție nouă

Ce alte produse naturale ai putea testa, folosind aceeași metodă?

Știai că?

Louis Pasteur a observat încă din secolul al XIX-lea efectele antimicrobiene ale usturoiului. În timpul celui de-Al Doilea Război Mondial, unele preparate pe bază de usturoi au fost utilizate pentru îngrijirea rănilor, mai ales în zone unde antibioticele erau greu de obținut.

Aplicații

1. Analiza și interpretarea datelor

După 48 de ore de incubare, au fost obținute următoarele valori ale zonelor de inhibiție:

- extract de usturoi – 14 mm;
- apă plată (martor) – 0 mm;
- amoxicilină – 22 mm.

a. Reprezentați datele experimentale printr-un grafic cu bare.

b. Explicați rolul probei martor (apa plată) în această investigație.

c. Formulați o concluzie privind efectul antimicrobian al extractului de usturoi, comparativ cu cel al amoxicilinei.

2. Text argumentativ bazat pe dovezi științifice

Redactați un text, de maximum 10 rânduri, în care explicați, folosind dovezi științifice, de ce efectul antimicrobian observat în experiment nu este suficient pentru a înlocui tratamentele cu antibiotice.

În argumentare, puteți face referire la:

- rezultatele experimentale;
- dimensiunea zonei de inhibiție;
- rezistența bacteriană;
- necesitatea controlului medical.

3. Analiza unui rezultat neașteptat

Un coleg a obținut rezultate diferite față de restul clasei: în proba lui, extractul de usturoi nu a produs zonă de inhibiție.

a. Propuneți două explicații posibile pentru acest rezultat.

b. Indicați ce etapă a protocolului experimental ar trebui verificată prima.

c. Explicați cum ar putea fi repetată investigația pentru a obține rezultate mai precise.

3. Investigația experimentală și interpretarea datelor în biologie. Adaptarea organismului la efort

Termeni-cheie:

investigație experimentală, măsurarea parametrilor fiziologici, recuperare fiziologică, homeostazie.

Imaginează-ți că vezi autobuzul apropiindu-se de stație și începi să alergi pentru a nu-l pierde. Ajungi în ultimul moment și te așezi pe scaun, însă observi că organismul tău funcționează încă intens: respirația este accelerată, iar frecvența cardiacă rămâne ridicată. Ce se întâmplă în interiorul corpului? Cât de repede revin aceste valori la nivelul inițial? Răspunsul îl putem afla investigând modul în care sistemul cardiovascular și sistemul respirator se adaptează la efortul fizic.

Știința din spatele efortului

În timpul activității fizice, mușchii consumă mai mult oxigen și produc o cantitate mai mare de dioxid de carbon. Pentru a răspunde acestor nevoi, inima pompează mai rapid sângele, frecvența respirației crește, iar circulația sangvină se intensifică. Aceste modificări reprezintă mecanisme de adaptare (răspunsuri fiziologice) prin care organismul își menține echilibrul intern (homeostazia).

Întrebarea investigației: Cum se modifică frecvența cardiacă (pulsul), tensiunea arterială și frecvența respiratorie în urma unui efort fizic ușor?

Formulează ipoteza: Dacă efectuăm un efort fizic ușor timp de 5-10 minute, atunci frecvența cardiacă, tensiunea arterială sistolică și frecvența respiratorie vor _____ față de valorile de repaus, deoarece organismul are nevoie de mai mult _____ și trebuie să elimine mai mult _____ .

Identifică variabilele experimentului

- **Variabila independentă:** Ce modificăm intenționat?
- **Variabile dependente:** Ce măsurăm?
- **Variabile controlate:** Ce rămâne neschimbat?

(Exemple: durata efortului; tipul activității; poziția corpului; temperatura încăperii; momentul măsurării; aceleași instrumente de măsură)

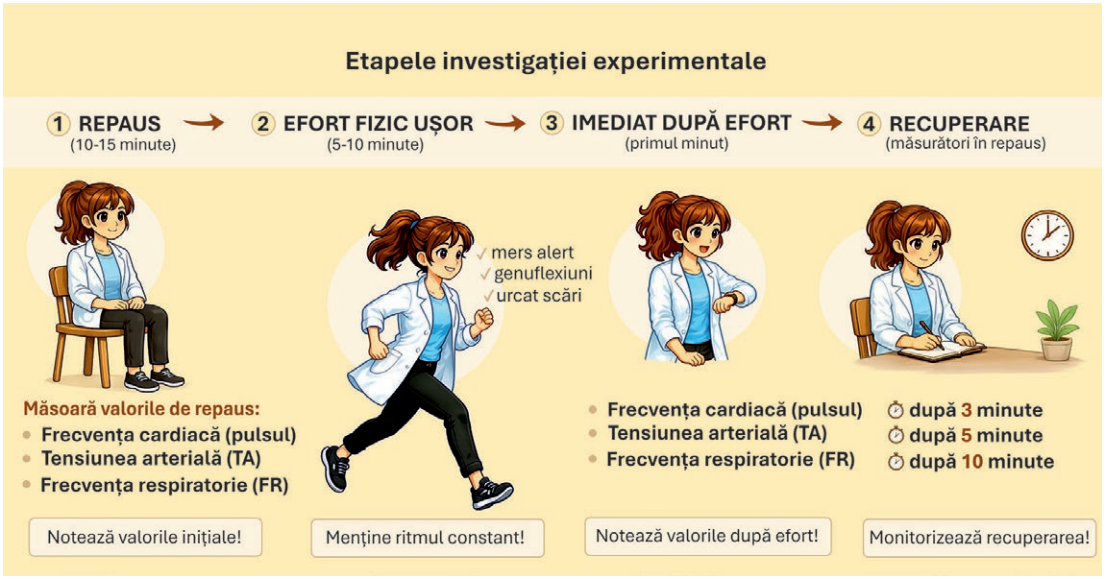
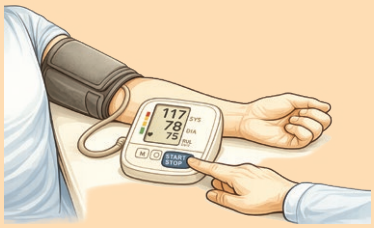


Fig. 1. Etapele unei investigații experimentale prin care pot fi observate modificările produse în organism în timpul și după efortul fizic. În cadrul experimentului vor fi monitorizați trei parametri fiziologici: frecvența cardiacă (pulsul), tensiunea arterială (TA) și frecvența respiratorie (FR).

		
Frecvența cardiacă (pulsul)	**Tensiunea arterială (TA)**	**Frecvența respiratorie (FR)**
● Numărul de bătăi ale inimii într-un minut. ● Se măsoară prin palparea unei artere pe un plan osos sau cu dispozitive electronice. ● Valori normale în repaus: **60-100 bătăi/minut**	● Presiunea exercitată de sânge asupra pereților arterelor. ● Se măsoară cu ajutorul unui tensiometru digital. ● Valori normale în repaus: **120/80 mm Hg** (TA – sistolică/TA – diastolică)	● Numărul de respirații efectuate într-un minut. ● Se determină prin observarea mișcărilor toracice. ● Valori normale în repaus: **12–20 respirații/minut** (Inspirație – Expirație)

Pentru măsurători corecte, urmărește demonstrația profesorului sau scanează codurile QR și urmărește un material video care prezintă utilizarea tensiometrului digital pentru determinarea TA, determinarea pulsului și a frecvenței respiratorii.

Analizează fig. 1 și realizează investigația propusă pentru a observa modul în care organismul reacționează la efort fizic.

➔ În **prima etapă**, stai în repaus timp de aproximativ 10-15 minute pentru **stabilirea valorilor inițiale** ale organismului. După această perioadă, măsoară pulsul, tensiunea arterială (TA) și frecvența respiratorie (FR), apoi notează valorile obținute în tabelul de lucru. Aceste valori vor reprezenta **punctul de referință** pentru compararea modificărilor produse ulterior de efortul fizic.

➔ În **a doua etapă**, realizează, timp de 5-10 minute, o activitate fizică ușoară și constantă, precum mers alert, genuflexiuni sau urcat scări.

➔ În **etapa a treia**, repetă măsurătorile pentru puls, tensiunea arterială (TA) și frecvența respiratorie (FR), imediat după încetarea activității fizice (în primul minut). Compară valorile obținute cu cele măsurate în repaus și **observă modificările produse în organism** în urma efortului.

➔ În **ultima etapă**, repetă măsurătorile după 3, 5 și 10 minute de repaus. Analizează modul în care valorile se apropie treptat de cele inițiale și observă cât de rapid **se recuperează organismul** după activitate fizică.

Interpretează datele

➔ **Răspunde pe baza rezultatelor obținute:**

1. Care parametru s-a modificat cel mai mult?

_____

2. Care parametru a revenit cel mai rapid la valorile inițiale?

_____

3. Există diferențe între colegi? Cum le explici?

_____

4. Cum influențează intensitatea efortului valorile măsurate?

_____

5. Ce poate indica o recuperare rapidă?

_____

Cum putem îmbunătăți investigația?

Propune modalități prin care experimentul ar putea deveni mai precis.

Posibile surse de eroare

Identifică factori care ar putea influența rezultatele experimentului.

☐ intensitatea diferită a efortului;
☐ măsurarea întârziată după efort;
☐ emoțiile sau stresul;
☐ poziția corpului;
☐ utilizarea incorectă a tensiometrului;
☐ alți factori: _____ .

Comunicarea concluziilor

Realizează un miniraport științific.

Structura miniraportului științific

1. Formulează concluzia investigației: _____ _____.

2. Realizează un grafic al variației unuia dintre parametrii măsurați.

3. Compară rezultatele obținute cu cele ale colegilor.

4. Prezintă oral observațiile și argumentează concluziile folosind datele colectate.

Dacă vrei să știi mai mult!

- Ceasurile inteligente pot măsura pulsul cu ajutorul unor senzori optici care emit lumină asupra pielii. La fiecare bătaie a inimii, cantitatea de sânge din vasele de la nivelul încheieturii mâinii se modifică ușor, iar senzorii detectează aceste variații pentru a calcula pulsul în timp real.

Organizarea investigației

Lucrați în echipe de trei elevi: un elev realizează activitatea fizică, un elev efectuează măsurătorile, iar al treilea înregistrează în tabel datele obținute. Elevii care au probleme medicale nu vor participa la exercițiile fizice și pot avea rol de observatori sau de responsabili cu înregistrarea datelor.

Parametru	Repaus	După efort	Recuperare		
			3 min.	5 min.	10 min.
Frecvența cardiacă (pulsul)					
Tensiunea arterială (TA)					
Frecvența respiratorie (FR)					

Tabel de înregistrare a rezultatelor

Știai că?

Sportivii antrenați au, de obicei, un puls mai mic în repaus decât persoanele sedentare. Acest lucru se datorează faptului că inima lor este mai eficientă și poate pompa o cantitate mai mare de sânge la fiecare bătaie.

Gândește ca un cercetător

Cum crezi că s-ar modifica rezultatele după o lună de antrenament efectuat zilnic?

Argumentează, folosind datele obținute și informații identificate în cel puțin trei surse de documentare despre adaptarea organismului la efort.

Aplicații

1. Argumentează pe baza datelor

Doi elevi au realizat același efort fizic. Primul revine la pulsul de repaus după 2 minute, iar al doilea după 5 minute. Explică ce indică această diferență și menționează doi factori care pot influența viteza de recuperare.

2. Conectează biologia cu fizica

Un motor care funcționează la turație maximă se poate supraîncălzi și are nevoie de un sistem de răcire. În mod asemănător, în timpul efortului fizic intens, corpul uman produce transpirație.

a. Explică rolul evaporării sudorii în răcirea corpului.

b. De ce evaporarea sudorii răcește mai eficient într-un mediu uscat decât într-un mediu umed?

3. Biologia în viața de zi cu zi

Multe ceasuri inteligente monitorizează pulsul și recuperarea după efort. Cât de exacte sunt aceste date? Pot ele înlocui un consult medical? Când crezi că este necesar și consultul unui medic? Argumentează!

4. Comunicarea științifică în biologie

Între anii 1990 și 2003, mii de cercetători au colaborat în cadrul Proiectului Genomului Uman pentru a descifra „cartea de instrucțiuni” a corpului nostru. Imaginează-ți un puzzle uriaș alcătuit din miliarde de piese microscopice, răspândite în laboratoare din întreaga lume.

Cum crezi că au reușit să construiască împreună acest puzzle?

Succesul proiectului s-a datorat limbajului științific comun, organizării datelor și comunicării clare. Fără acestea, informațiile ar fi greu de înțeles și de verificat. La fel, și în activitatea școlară, datele și concluziile trebuie prezentate clar și organizat.

Termeni-cheie:

comunicare științifică, dovezi științifice, poster științific, prezentare orală, date experimentale, pseudoștiință.

Ce este comunicarea științifică?

Comunicarea științifică reprezintă procesul prin care observațiile, datele și concluziile unei cercetări sunt transmise într-un mod clar și organizat, pentru a fi înțelese, verificate și utilizate.

Instrumente digitale utile:

Canva – pentru postere și prezentări;
Google Slides – pentru prezentări digitale;
BioRender – pentru diagrame biologice;
Google Sheets – pentru tabele și grafice.

Forme de comunicare științifică:

- postere științifice;
- prezentări orale;
- prezentări digitale;
- produse multimedia;
- articole de popularizare științifică;
- afișe informative;
- broșuri educative;
- materiale vizuale și infografice.

➔ **Posterul științific** prezintă vizual rezultatele unei investigații, folosind imagini, grafice, tabele și concluzii. Acesta permite organizarea clară și rapidă a informațiilor și facilitează înțelegerea rezultatelor cercetării.

➔ **Prezentarea orală** comunică, pe scurt, problema investigată, metoda utilizată, rezultatele obținute și concluziile cercetării. Aceasta dezvoltă capacitatea de argumentare și utilizarea corectă a limbajului științific.

➔ **Prezentările digitale,** videoclipurile, animațiile și alte produse multimedia facilitează explicarea proceselor biologice și prezentarea vizuală a datelor și a concluziilor.

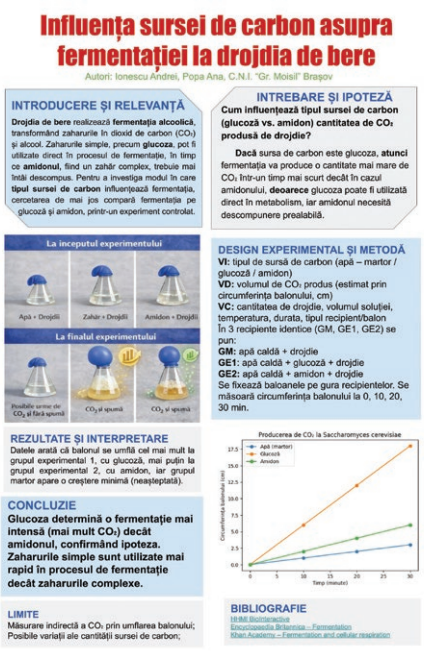
➔ **Articolul de popularizare științifică** prezintă informațiile într-un limbaj accesibil, păstrând corectitudinea și rigoarea explicațiilor.

➔ **Afișele și broșurile informative** sunt folosite în transmiterea rapidă a informațiilor despre sănătate/biodiversitate/protecția mediului.

Structura unui poster științific

Titlul – trebuie să fie clar, specific și să sugereze tema investigației;
Introducerea și relevanța – explică de ce este important studiul și ce problemă investighează;
Întrebarea de cercetare și ipoteza – precizează ce ai vrut să afli și ce ai anticipat că se va întâmpla;
Designul experimental și metoda de lucru – include variabila independentă (VI), variabila dependentă (VD), variabilele controlate (VC), materialele utilizate și etapele experimentului;
Rezultatele și interpretarea – prezintă datele obținute, folosind tabele, grafice, imagini și explicații;
Concluziile și limitele investigației – formulează răspunsul la întrebarea de cercetare și precizează eventualele surse de eroare sau limite ale experimentului;
Bibliografia – include sursele utilizate pentru documentare.

Recomandare: *Pentru realizarea posterului utilizează regula 60/30/10: aproximativ 60% imagini și grafice, 30% text și 10% spațiu liber. Folosește imagini relevante și grafice clare.*



Gândește critic!

Cum pot ajuta graficele și imaginile la înțelegerea unei cercetări?

Comunicarea științifică corectă:

- **prezintă informațiile clar și organizat;**
- **utilizează termeni științifici corecți;**
- **se bazează pe dovezi științifice verificabile;**
- **permite verificarea rezultatelor.**

De ce este importantă comunicarea științifică?

Comunicarea științifică:

- permite schimbul de idei și rezultate;
- ajută la verificarea concluziilor;
- contribuie la dezvoltarea cunoașterii;
- combate informațiile false și pseudoștiința;
- facilitează aplicarea descoperirilor în viața de zi cu zi.

Comunicarea corectă și pseudoștiința

Nu toate informațiile prezentate ca fiind „științifice" sunt corecte sau bazate pe dovezi reale.

Pseudoștiința reprezintă un ansamblu de afirmații sau explicații prezentate ca fiind științifice, dar nesusținute de date, observații verificabile sau dovezi obiective. Termenii științifici sunt adesea utilizați incorect, iar concluziile nu sunt verificate prin metode științifice.

Informațiile biologice trebuie evaluate critic pe baza dovezilor disponibile, asigurând o comunicare riguroasă care combate dezinformarea și pseudoștiința.

Exemplu: Știință sau pseudoștiință

Afirmație științifică	Afirmație pseudoștiințifică
Spălarea mâinilor reduce transmiterea unor microorganisme.	*Un cristal de cuarț purtat la gât protejează organismul de boli.*
Afirmația este susținută prin: experimente, observații, studii realizate de cercetători, dovezi verificabile.	Afirmația nu este susținută de dovezi științifice verificabile și nu există studii care să confirme efectele prezentate. Nu este prezentat un mecanism susținut științific.
Rezultatele pot fi testate și confirmate.	

Concluzie Fără comunicare științifică, observațiile și experimentele ar rămâne simple note de laborator. Comunicarea transformă rezultatele unei cercetări în informații utile pentru întreaga comunitate științifică.

Aplicații

Un experiment trebuie descris clar și organizat, astfel încât alte persoane să îl poată repeta și verifica.

1. De ce este important ca un experiment să poată fi repetat de alți cercetători?
2. Ce probleme pot apărea, dacă rezultatele nu sunt comunicate corect?

Ghid practic de cercetare științifică pentru elevi Step2Science (flipbook)

Ghid practic de cercetare științifică pentru elevi Step2Science (pdf)

2.

CELULA – UNITATE STRUCTURALĂ ȘI FUNCȚIONALĂ A LUMII VII

A. Moleculele vieții

1. Apă, săruri minerale, glucide, lipide, proteine, vitamine, acizi nucleici, ATP
2. Diversitatea rolurilor proteinelor

Lucrări practice

3. Diversitatea rolurilor glucidelor
4. Diversitatea rolurilor lipidelor
5. Diversitatea rolurilor vitaminelor
6. Surse alimentare de proteine, glucide, lipide și vitamine
7. Dieta echilibrată
8. Utilizări ale moleculelor în biotehnologii alimentare – enzime și în biotehnologii farmaceutice – hormoni

Proiect – Biotehnologiile care ne înconjoară

RECAPITULARE

EVALUARE

B. Celula

1. Celula – structură vie. De ce virusurile nu sunt vii?
2. Tipuri fundamentale de celule – procariote și eucariote
3. Originea și diversitatea celulelor eucariote
4. Componentele celulei eucariote
5. Componentele celulei – detalii de structură și funcții. Organitele celulare
6. Importanța volumelor și a suprafețelor celulare în schimburile de substanțe între organism și mediu
7. Schimbul de substanțe între celulă și mediu – Transport pasiv: difuziunea și osmoza
8. Schimbul de substanțe între celulă și mediu: difuzie facilitată, transport activ, transport vezicular
9. Relația ADN–ARN–proteine – noțiuni introductive

Lucrare practică

10. Cromozomii. Ciclul celular. Amitoza și mitoza
11. Rolul mitozei în creștere și dezvoltare
12. Diversitatea celulară corelată cu specializarea funcțională la celulele vegetale, animale, fungice

RECAPITULARE

EVALUARE

A. MOLECULELE VIEȚII

1. Apă, săruri minerale, glucide, lipide, proteine, vitamine, acizi nucleici, ATP

Termeni-cheie:

substanțe anorganice, substanțe organice, ioni, glucide, lipide, proteine, vitamine, acizi nucleici, ATP.

Deși trăim pe uscat, sângele nostru păstrează o „amintire” chimică a oceanelor în care a apărut viața, plasma sangvină având o concentrație de electroliți similară cu mediul acvatic în care au evoluat primele organisme. Echilibrul electroliților (Na^+, K^+ și Cl^-) menține stabil mediul intern (homeostazia), iar „moneda energetică” a organismului este ATP-ul. Ești gata să pătrunzi în intimitatea celei mai avansate tehnologii din Univers, care este corpul tău?

Corpul tău, ca și al lalelei sau al ursului, este alcătuit din celule care conțin aproximativ 70 de elemente chimice sub formă de:

- **compuși anorganici** (apă și săruri minerale);
- **compuși organici** (proteine, glucide, lipide, vitamine, acizi nucleici, ATP – adenozintrifosfat).

COMPUȘI ANORGANICI

Roluri esențiale în menținerea echilibrului celular

APĂ

(70–80% din masa celulară)

Rol structural

Citoplasma este în mare parte apă; constituie sediul în care au loc reacțiile chimice ale celulei.

Termoreglare

Prin transpirație și vasodilatație, apa ajută la eliminarea excesului de căldură (fig. 1).

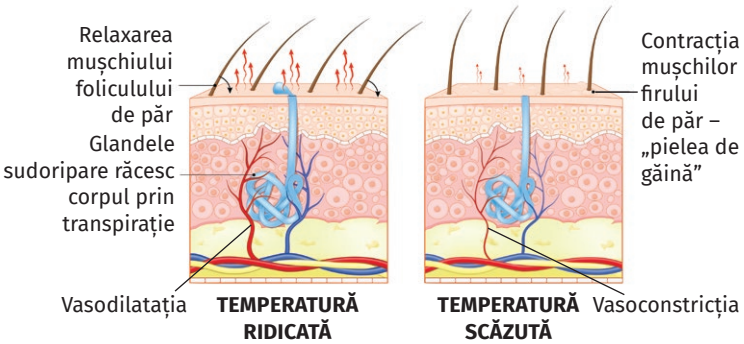


Fig. 1. Procesul de termoreglare

Menținerea echilibrului osmotic

Dizolvă sărurile și menține echilibrul apei în celule, prevenind deshidratarea sau acumularea excesivă a apei.

Transport

Face parte din sânge și alte lichide, transportând nutrienți și eliminând reziduuri.

SĂRURI MINERALE

(se găsesc sub formă de ioni)

1. Ionii de calciu (Ca^{2+}) și structura corpului

Ionii de calciu intră în compoziția oaselor, conferindu-le rezistență, acestea susținând greutatea corpului. Tot calciul este cel care îi „spune” mușchiului să se miște, făcând posibilă contracția musculară.

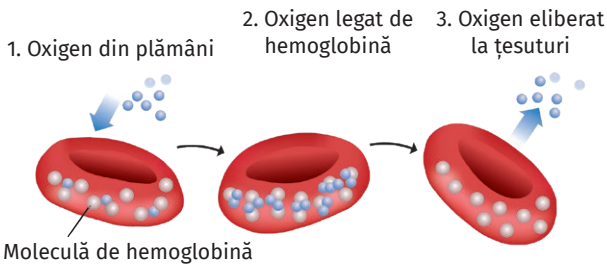


Fig. 2. Transportul oxigenului

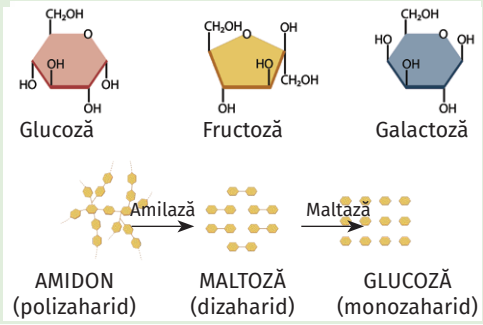
2. Ionii de fier (Fe^{2+}) și transportul oxigenului

Ionii de fier din structura hemoglobinei (proteină din hematii) funcționează ca un „magnet” pentru oxigen, pe care îl leagă în plămâni și îl transportă la țesuturi, unde este eliberat (fig. 2).

3. Ionii de sodiu (Na^+)

Sunt electroliți esențiali care controlează echilibrul apei în corp, reglează tensiunea arterială, asigură transmiterea impulsurilor nervoase și susțin contracția musculară.

COMPUȘI ORGANICI

Tip	Exemple	Funcții principale
Glucide	Glucoză, glicogen, amidon, celuloză, chitină	**Sursă rapidă de energie** – glucoza este combustibilul preferat al creierului și al mușchilor. **Rezervă energetică** – glicogenul este stocat în ficat și în mușchi pentru utilizare ulterioară. **Rol structural** – celuloza asigură rigiditatea peretelui celular vegetal. 
Lipide	Trigliceride, fosfolipide, colesterol	**Rezervă energetică** – furnizează mai multă energie comparativ cu glucidele. **Componentă a membranei celulare –** fosfolipidele constituie bariera cu permeabilitate selectivă a membranei celulare. **Protecție și izolare** – țesutul adipos protejează organele și contribuie la menținerea temperaturii corpului.  **Absorbția vitaminelor** – lipidele facilitează absorbția vitaminelor liposolubile (A, D, E, K).
Proteine	Enzime, hemoglobină, colagen, anticorpi	**Rol structural** – intră în alcătuirea țesuturilor (piele, mușchi, tendoane). **Rol catalitic** – enzimele accelerează (catalizează) reacțiile chimice. **Transport** – hemoglobina transportă oxigenul și dioxidul de carbon în sânge. **Apărare** – anticorpii recunosc și neutralizează agenții patogeni. **Reglare** – unele proteine acționează ca hormoni, de exemplu, insulina.
Vitamine	B, C – hidrosolubile; A, D, E, K – liposolubile	**Reglare metabolică** – participă la activarea enzimelor. **Imunitate** – susțin funcționarea sistemului imunitar. **Sănătatea oaselor și a sângelui** – vitamina D ajută la absorbția calciului; vitamina K intervine în coagularea sângelui. **Protecție antioxidantă** – vitaminele A, C și E protejează celulele de stresul oxidativ (dezechilibru între radicalii liberi rezultați din oxidare și antioxidanți).

Dacă vrei să știi mai mult!

● Unul dintre cele mai importante roluri ale proteinelor este susținerea proceselor de creștere și de reparare a țesuturilor. Organismul utilizează aminoacizii rezultați din digestia proteinelor pentru a sintetiza și regenera structuri celulare precum țesutul muscular, pielea, oasele, tendoanele și organele interne. Acest proces este esențial atât în perioada de creștere, cât și la maturitate, contribuind la refacerea după leziuni, intervenții chirurgicale sau efort fizic intens.

Aprofundează! Data Bank PROTEINE: scanează codul QR.

Știința în context

1. De ce calciul este adesea recomandat în susținerea funcționării sistemelor nervos și muscular?

2. De ce vitamina D este adesea recomandată suplimentar, mai ales iarna?

Poster informativ

Realizează un poster informativ intitulat „Modelat de apă” care să ilustreze rolul apei și a două elemente minerale în organism, reprezentând și câteva dintre procesele în care acestea intervin.

ACIZII NUCLEICI sunt macromolecule biologice esențiale, care coordonează sinteza proteinelor, funcționarea celulei și ereditatea (stochează și transmit informația genetică). Sunt constituiți din **nucleotide**, care conțin: baze azotate comune (adenină, guanină, citozină) și specifice (timină în ADN/uracil în ARN) + pentoză (dezoxiriboză în ADN/riboză în ARN) și radical fosfat (fig. 3).

ADN (acid dezoxiribonucleic) are structură bicatenară, de dublu helix, catenele polinucleotidice răsucite în spirală sunt menținute prin legături de hidrogen dintre baze azotate. **ARN** (acidul ribonucleic) are, de regulă, structură monocatenară.

ATP-ul (ADENOZINTRIFOSFATUL) este un nucleotid alcătuit dintr-o adenină, o riboză și trei grupări fosfat. ATP-ul stochează energia în legăturile macroergice fosfat, aceasta fiind eliberată prin hidroliza ATP-ului (descompunerea enzimatică în mediu apos – fig. 4). Energia este utilizată pentru susținerea proceselor metabolice: contracția musculară, transmiterea nervoasă, sinteza proteinelor, transportul activ al moleculelor. ATP acționează ca o sursă imediată de energie pentru funcțiile vitale, fiind numit și „moneda energetică" a celulei.

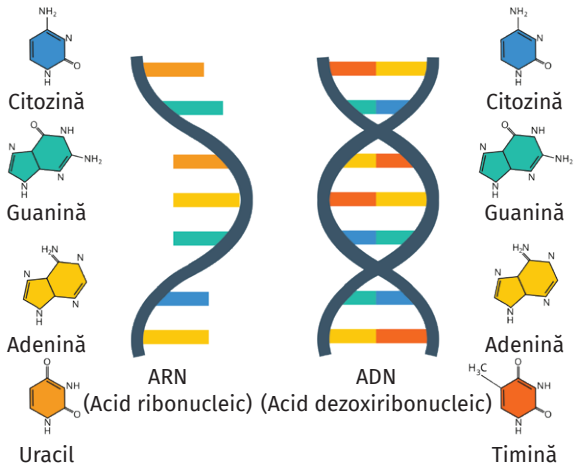


Fig. 3. Comparație între structura ADN și structura ARN

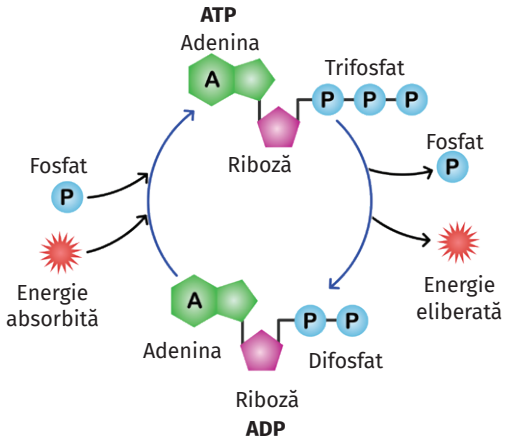


Fig. 4. Ciclul ATP–ADP: stocarea și eliberarea energiei în celulă prin ruperea și refacerea legăturilor fosfat

Concluzie

Apa, sărurile minerale, glucidele, lipidele, proteinele, vitaminele, acizii nucleici și ATP-ul sunt esențiale pentru structura, funcționarea și reglarea tuturor organismelor vii. Aceste molecule lucrează împreună, proteinele și lipidele formând structuri, în timp ce glucidele și ATP-ul asigură energia necesară funcționării.

Aplicații

1. Identifică intrusul din fiecare grup și explică motivul, folosind termeni din lecție.

Grupul 1: Elemente chimice: calciu, sodiu, magneziu, clor.
Grupul 2: glucoză, fructoză, amidon, hemoglobină.
Grupul 3: vitamina A, vitamina D, vitamina C, vitamina K.

2. Alegere dublă. Stabilește calitatea de A/F și modifică enunțul pentru a deveni adevărat.

1. Glucidele și lipidele joacă un rol energetic important, ambele eliberând energie rapid, în cantitate mare.
2. Glicogenul și amidonul sunt polizaharide întâlnite în toate organismele vii.
3. Acizii nucleici sunt macromolecule alcătuite din unități numite nucleotide.

3. Bifează ce poți explica.

☐ De ce elementele chimice sunt importante în funcționarea organismului?
☐ De ce apa este vitală pentru celule?
☐ De ce glucidele sunt preferate ca sursă de energie?
☐ De ce vitaminele (cele mai multe) trebuie obținute din alimentație?

2. Diversitatea rolurilor proteinelor

Proteinele reprezintă cele mai complexe instrumente moleculare ale celulei. Dacă ADN-ul este *planul de construcție* al organismului, proteinele sunt *muncitorii* care pun acest plan în aplicare.

Termeni-cheie:

enzime, amilaza salivară, hormoni, anticorpi, aminoacizi, albumină.

Proteinele sunt macromolecule esențiale pentru toate organismele vii, constituind unul dintre fundamentele structurale și funcționale ale vieții. Sunt formate din secvențe specifice de aminoacizi uniți prin legături peptidice. Structura proteinelor poate fi organizată pe mai multe niveluri: **primară**, **secundară** (α-helix și foi pliate β), **terțiară** (structura tridimensională completă a unei catene polipeptidice) și **cuaternară** (asocierea mai multor lanțuri polipeptidice într-un complex funcțional), fiecare contribuind la forma și activitatea lor biologică – fig. 1).

Temperaturile ridicate sau unele substanțe chimice pot modifica structura proteinelor (**denaturare**), ceea ce duce la pierderea proprietăților. În unele cazuri, dacă structura primară rămâne intactă, proteina poate reveni la forma inițială (**renaturare**). Alteori, la temperaturi extreme (febră de peste 41,5-42°C) proteinele din organism suferă modificări structurale definitive, denaturarea fiind ireversibilă. Exemplu: coagularea albușului de ou prin fierbere (lucrare practică – pagina 34).

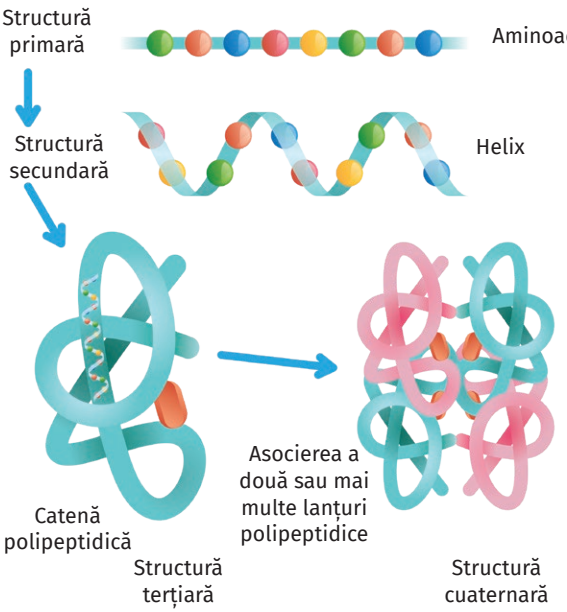


Fig. 1. Structura proteinelor

Diversitatea proteinelor este remarcabilă: unele catalizează reacții chimice sau oferă suport structural, în timp ce altele sunt implicate în transportul sau transmiterea informațiilor în interiorul celulei sau în exteriorul ei. Această varietate funcțională le face esențiale pentru toate procesele biologice.

Rolul de catalizator al enzimelor

Enzimele sunt proteine care accelerează reacțiile chimice de milioane de ori, fără a fi consumate în proces. Fără ele, digestia unei singure mese ar dura foarte mult timp. Activitatea enzimelor în digestia chimică a amidonului este evidențiată în lucrarea practică ce urmărește influența temperaturii și a pH-ului asupra activității enzimatice. Elevii se organizează în două grupe, fiecare grupă urmând să realizeze unul dintre cele două experimente: influența temperaturii, respectiv a pH-ului, asupra activității amilazei salivare (Fișe de lucru – pagina 34).

În concluzie, amilaza salivară își desfășoară activitatea optim la temperatura corpului uman (aproximativ 37°C) și la un pH neutru sau ușor bazic. În aceste condiții, structura sa tridimensională este stabilă și permite hidroliza eficientă a amidonului în zaharuri mai simple (precum maltoza).

Modificările majore ale temperaturii sau ale pH-ului afectează conformația spațială a enzimei. Acest fapt reduce treptat activitatea enzimatică și poate duce la denaturarea proteinei, urmată de pierderea completă a funcției catalitice.

1. Rolul de semnal al proteinelor: hormonii

Hormonii sunt molecule-semnal care coordonează și reglează activitatea organismului. Aceștia sunt secretați de glandele endocrine și eliberați direct în fluxul sangvin, prin intermediul căruia sunt transportați către organe sau celule-țintă aflate la distanță. Hormonii pot fi de natură proteică (insulina și hormonul de creștere, de exemplu) și hormoni de natură lipidică (precum testosteronul și estrogenii).

Mecanismul de acțiune al unui hormon proteic

Glanda endocrină eliberează hormonul în sânge. Acesta circulă prin întregul organism, însă acționează numai asupra celulelor-țintă specifice. Suprafața sau interiorul celulei-țintă prezintă receptori specifici (tot de natură proteică) cu care hormonul interacționează, formând complexul hormon-receptor. Acest complex declanșează o cascadă de semnalizare biochimică, ce determină un răspuns celular specific.

Insulina și reglarea glicemiei

Insulina este un hormon pancreatic de natură proteică. Rolul său principal este de a reduce concentrația de glucoză din sânge (glicemia), atunci când aceasta crește, cum se întâmplă după ingestia de alimente. Mecanismul se desfășoară astfel: după masă, nivelul glicemiei crește, stimulând pancreasul să secrete insulină. Insulina transmite un semnal celulelor (în special celor musculare și hepatice) să preia glucoza din sânge. Ca urmare, glicemia revine la valori homeostatice normale.

Dezechilibru homeostatic: în cazul diabetului zaharat, fie secreția de insulină este deficitară, fie celulele prezintă rezistență la acțiunea acesteia. În ambele situații, glucoza nu poate fi captată eficient, iar glicemia rămâne crescută cronic, ilustrând consecințele perturbării semnalizării proteice.

Receptorii celulari

Pentru ca un semnal hormonal să fie recepționat, celulele trebuie să posede proteine-receptor specifice, localizate pe membrana plasmatică sau în interiorul celulei (citoplasmă ori nucleu). În cazul insulinei, aceasta se leagă de receptori specifici de pe suprafața membranei celulare, declanșând rapid transportul facilitat al glucozei în celulă și activarea proceselor de stocare a energiei sub formă de glicogen (fig. 2).

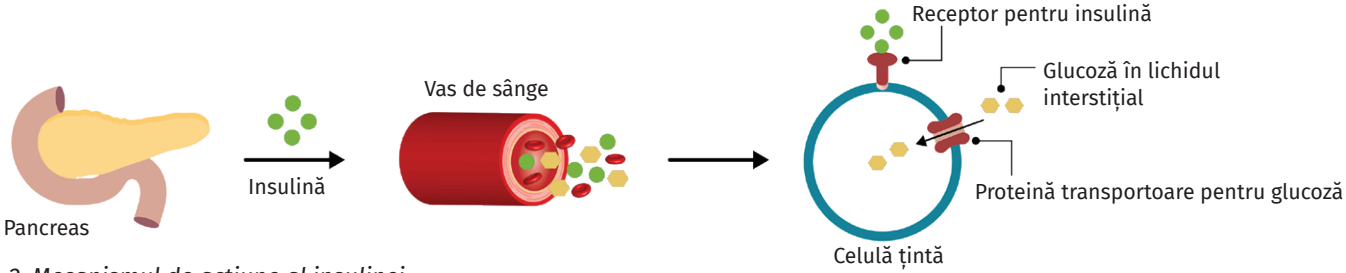


Fig. 2. Mecanismul de acțiune al insulinei

2. Rolul de apărare al proteinelor: anticorpii

Organismul dispune de mecanisme complexe de apărare împotriva bacteriilor, virusurilor și toxinelor, realizate cu ajutorul unor proteine specializate ale sistemului imunitar.

Anticorpii (imunoglobulinele) sunt sintetizați de unele leucocite ca răspuns la prezența antigenelor (substanțe străine sau structuri proprii modificate, pe care sistemul imunitar nu le mai recunoaște ca aparținând organismului). Prin legarea specifică de antigen, anticorpii pot neutraliza direct agentul patogen sau pot facilita recunoașterea și distrugerea acestuia de către celulele efectoare ale sistemului imunitar (fig. 3).

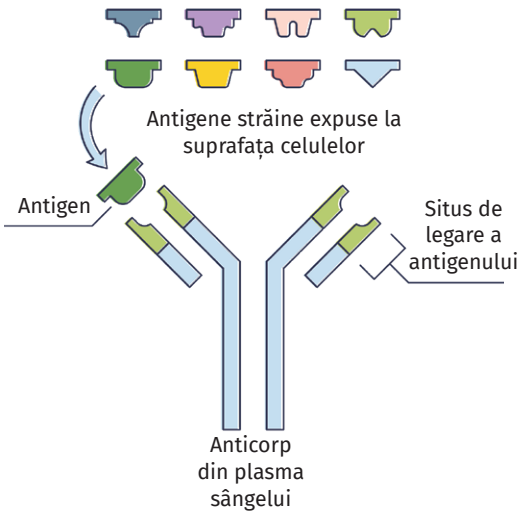


Fig. 3. Antigen versus anticorp

Fiecare anticorp recunoaște un anumit antigen, datorită specificității sale ridicate. Din acest motiv, organismul generează o diversitate foarte mare de anticorpi – specifici pentru fiecare tip de „intrus". În urma primului contact cu un anumit antigen, organismul formează „celule cu memorie imunitară". La o expunere ulterioară la același antigen, răspunsul imun este mult mai rapid și mai intens – acesta fiind principiul fundamental pe care se bazează vaccinarea.

3. Rolul de transport al proteinelor

Hemoglobina și albumina

Anumite substanțe esențiale nu se pot dizolva sau deplasa liber prin mediul intern ori prin membrana celulară, motiv pentru care sunt transportate de către proteine specializate.

➔ **Transportul sistemic** este realizat de proteinele plasmatice și celulare. De exemplu, **hemoglobina**, proteina din compoziția eritrocitelor (globulelor roșii) transportă gazele respiratorii.

● **Albumina**, cea mai abundentă proteină plasmatică, transportă prin sânge substanțe hidrofobe sau parțial solubile, precum acizii grași liberi, bilirubina (un produs de degradare a grupării hem din hemoglobină), hormonii steroidici și anumite medicamente, asigurând distribuția lor eficientă în organism.

➔ **Transportul membranar** este asigurat de proteine specifice din structura membranei celulare (plasmalemei), care controlează selectiv schimbul de substanțe între mediul intracelular și cel extracelular, menținând homeostazia. Ca filtre selective, acestea se împart în două categorii principale: proteine-canal și pompe ionice.

● **Proteinele-canal** formează pori hidrofili în bistratul lipidic al membranei, permițând trecerea rapidă a ionilor și moleculelor organice mici. Acest transport pasiv se realizează fără consum de energie (ATP), în sensul gradientului de concentrație sau al celui electrochimic (fig. 4).

● **Pompele membranare**, precum pompa de sodiu-potasiu, utilizează energia eliberată prin hidroliza ATP-ului pentru a transporta ionii împotriva gradientului lor de concentrație. Acest mecanism de transport activ este esențial pentru menținerea diferențelor de concentrație ionică și a potențialului electric al membranei celulare (fig. 5).

Concluzie

Proteinele sunt macromolecule esențiale ale vieții, implicate în toate procesele biologice fundamentale ale organismului. Deși sunt alcătuite din aceleași unități structurale – aminoacizi – succesiunea acestora și modul de pliere tridimensională determină o mare diversitate de structuri și funcții.

Aplicații

Bio-alarmă: De ce nu „sărim” de 42°C? – Studiu de caz despre febră.
Context: Un pacient are temperatura 41,5°C (febră). Medicul intră în alertă.
Provocare: Folosind cunoștințele învățate astăzi, explică ce se întâmplă cu proteinele din creierul pacientului la această temperatură. De ce renaturarea nu mai este posibilă, dacă depășim pragul critic?

Febra este un mecanism de protecție al organismului sau un factor de risc pentru acesta? Argumentează!

Știai că?

Fără anhidrază, eliminarea dioxidului de carbon ar fi prea lentă; această enzimă catalizează formarea acidului carbonic, disociat apoi în bicarbonat (HCO_3^-) și H^+.

Nu toate organismele folosesc hemoglobină pentru transportul oxigenului: unele moluște și majoritatea artropodelor au hemocianină, o proteină pe bază de cupru care devine albastră în prezența oxigenului.

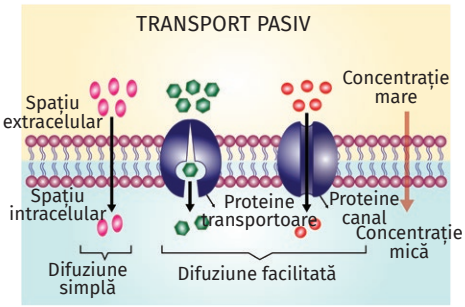


Fig. 4. Transport pasiv

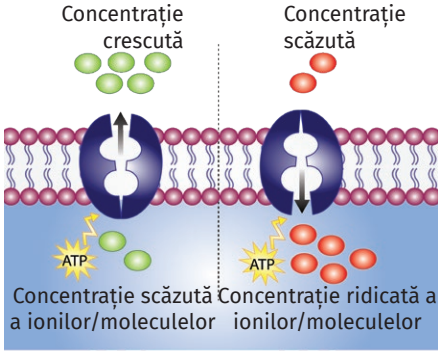


Fig. 5. Transport activ

Gândește critic!

Cum ar fi viața fără enzime?

Imaginează-ți că ești o celulă într-un organism lipsit de enzime. Descrie modul în care sunt afectate reacțiile chimice esențiale (digestia, producerea de energie, sinteza substanțelor) și explică de ce viața nu ar fi posibilă în aceste condiții.

LUCRĂRI PRACTICE

1. Observarea denaturării proteinelor la temperaturi ridicate

Scopul lucrării: Evidențierea efectului temperaturilor ridicate asupra structurii proteinelor și observarea directă a procesului de denaturare a albuminei din albușul de ou (ovalbumina).

Materiale necesare: Albuș de ou proaspăt, apă distilată, eprubete, sursă de încălzire (bec de gaz sau spirtieră), baie de apă (trepied, sită ceramică, pahar Berzelius), termometru, pipete gradate.

Principiul metodei: Proteinele prezintă o conformație tridimensională (structură terțiară sau cuaternară) stabilizată prin interacțiuni precum: legături de hidrogen, punți saline, interacțiuni hidrofobe. Expunerea la temperaturi ridicate determină scindarea acestor legături secundare. Proteina își pierde conformația spațială nativă și proprietățile biologice specifice, proces numit **denaturare**.

Modul de lucru:

➔ Se introduce o cantitate determinată de albuș de ou proaspăt într-o eprubetă.

➔ Se adaugă un volum mic de apă distilată pentru diluare și omogenizare.

➔ Eprubeta se încălzește treptat direct la sursa de căldură sau, de preferat, prin imersie într-o baie de apă.

➔ Se monitorizează temperatura cu ajutorul unui termometru și se notează modificările macroscopice care apar, pe măsură ce amestecul se încălzește.

Observații: În stare nativă, solul macromolecular din albuș este translucid și vâscos. Pe măsura creșterii temperaturii (peste 60°C), acesta devine alb, opac și rigid. La temperaturi ridicate, proteinele denaturate agregă ireversibil (coagulează), formând un gel solid.

Discuții și concluzii: Temperaturile ridicate rup legăturile non-covalente, denaturând proteinele; modificarea structurii și pierderea solubilității se manifestă prin coagularea albuminei din albuș.

2. Influența temperaturii și a pH-ului asupra activității enzimelor

Scopul lucrării: Influența temperaturii și pH-ului asupra activității amilazei salivare în hidroliza amidonului.

Materiale necesare: Soluție de amidon 1%, salivă diluată (sursă de amilază salivară/ptialină), pâlnie, hârtie de filtru, reactiv Lugol (soluție de I + KI), eprubete, pipete, baie de apă (sau pahare cu apă la temperaturi diferite), termometru, soluții tampon (pH acid, neutru, bazic), cuburi de gheață.

Principiul metodei: Amilaza salivară descompune amidonul în zaharuri mai simple. Prezența amidonului se evidențiază cu iod, care dă o culoare albastru-închis. Dispariția culorii indică activitatea enzimei.

Modul de lucru:

1. Influența temperaturii

➔ Se pregătesc 4 eprubete cu soluție de amidon.

➔ Se adaugă 1-2 ml de salivă în fiecare eprubetă.

➔ Eprubetele se introduc în băi de apă reglate la temperaturi diferite (0°C, 20°C, 37°C, 60°C), pentru a asigura menținerea constantă a temperaturii pe durata reacției.

➔ După 5-10 minute se adaugă soluție de iod și se observă culoarea obținută în E1, E2, E3, E4.

2. Influența pH-ului

➔ Se pregătesc 3 eprubete cu soluție de amidon.

➔ Se adaugă soluții tampon cu pH diferit (acid, neutru, bazic).

➔ Se adaugă 1-2 ml de salivă în fiecare eprubetă.

➔ Eprubetele sunt menținute într-o baie de apă la 37°C, pentru a asigura o temperatură constantă pe durata reacției enzimatice.

➔ După 5-10 minute se adaugă soluție de iod și se observă culoarea obținută.

Observații: Culoarea albastru-închis indică prezența amidonului nedigerat, iar absența ei indică hidroliza acestuia.

Discuții și analiza datelor

La temperaturi scăzute (0-20°C), reacția este lentă din cauza energiei cinetice reduse. La 37°C, enzima prezintă activitate maximă, ceea ce confirmă temperatura optimă pentru funcționarea ei. La 60°C, activitatea scade sau dispare din cauza denaturării enzimei.

3. Diversitatea rolurilor glucidelor

Deși adesea reduse la rolul de sursă de energie, glucidele reprezintă în realitate un adevărat „limbaj" molecular al vieții, prin care celulele comunică, se recunosc și se organizează în structuri complexe, asigurând coerența și funcționalitatea organismelor vii.

Termeni-cheie:

carbohidrați, matrice extracelulară, semnalizare celulară, energie, ATP, chitină.

Caracteristici

Glucidele reprezintă o clasă de biomolecule esențiale pentru toate organismele vii. Din punct de vedere chimic, acestea sunt compuși organici formați din atomi de carbon, hidrogen și oxigen. În funcție de complexitatea structurii lor, glucidele se clasifică în: monozaharide, oligozaharide (dizaharide, trizaharide) și polizaharide.

➔ **Monozaharidele** (gr. *monos* = unu, *sacchar* = zahăr) sunt compuși solizi, cristalini, solubili în apă și cu gust dulce. Acestea sunt zaharuri simple, cele mai răspândite în natură fiind hexozele (cu 6 atomi de carbon), precum glucoza, galactoza și fructoza.

➔ **Dizaharidele** sunt formate din două unități de monozaharide unite prin legături glicozidice. Sunt solubile în apă și au un gust dulce pronunțat. Printre cele mai cunoscute exemple se numără:

Zaharoza = glucoză + fructoză; este zahărul natural extras din sfeclă sau din trestie-de-zahăr.
Lactoza = glucoză + galactoză; se găsește în lapte și în produsele lactate.
Maltoza = glucoză + glucoză; se întâlnește în boabele de cereale încolțite (malț).

➔ **Polizaharidele** sunt carbohidrați complecși, care se prezintă sub formă de substanțe solide, amorfe, de culoare albă. Nu au gust dulce. Sunt insolubile în apă rece, însă în apă caldă unele (precum amidonul) pot forma soluții coloidale sau o masă gelatinoasă. Prin hidroliză acidă sau enzimatică, polizaharidele se descompun în monozaharidele componente. Amidonul poate fi identificat prin reacția cu iodul – scanează codul QR.

Cele mai cunoscute sunt amidonul și celuloza (de origine vegetală), glicogenul, specific organismelor animale, și chitina, prezentă în organismele fungice și în exoscheletul artropodelor.

Roluri

Deși glucidele sunt considerate în principal substanțe cu rol energetic, studiile au demonstrat că acestea au și funcții structurale, de recunoaștere și semnalizare celulară, contribuind astfel la organizarea țesuturilor și organismelor vii.

Rolul structural – chitina

Chitina este o substanță polizaharidică derivată din glucoză, având rol de susținere și protecție, fiind întâlnită la fungi și artropode (exoscheletul crustaceelor și al insectelor – fig. 1 – rădașca).

Fig. 1

La fungi (ciuperci): chitina intră în structura peretelui celular, asigurând menținerea formei și rezistenței celulei. De asemenea, aceasta joacă un rol important în creșterea și dezvoltarea fungilor; în timpul diviziunii celulare, sinteza chitinei reprezintă o etapă cheie în formarea noilor pereți celulari.

La crustacee și insecte: exoscheletul (scheletul extern) este alcătuit dintr-o matrice organică formată din chitină, asociată strâns cu proteine structurale. În cazul crustaceelor, această matrice conține o cantitate mare de **carbonat de calciu**, asigurând o rigiditate sporită. La toate artropodele, acest înveliș rezistent protejează corpul și oferă puncte solide de fixare pentru mușchi, fiind indispensabil în realizarea mișcărilor. La artropodele terestre, contribuie și la reducerea pierderilor de apă.

Gândește critic!

Formați echipe de câte patru elevi și discutați pe baza următoarelor întrebări:

De ce excesul de zahăr afectează sănătatea?

Care sunt efectele eliminării zahărului din alimentația noastră de zi cu zi?

Rolul de semnalizare – matricea extracelulară

Celulele unui țesut nu se află izolate, ci sunt înconjurate de o rețea de macromolecule secretate în spațiul dintre ele. Această rețea poartă numele de matrice extracelulară și are rolul de a susține celulele și de a le menține organizate în țesuturi. Matricea extracelulară participă activ și la comunicarea dintre celule, influențându-le forma, adeziunea, migrarea și activitatea lor metabolică.

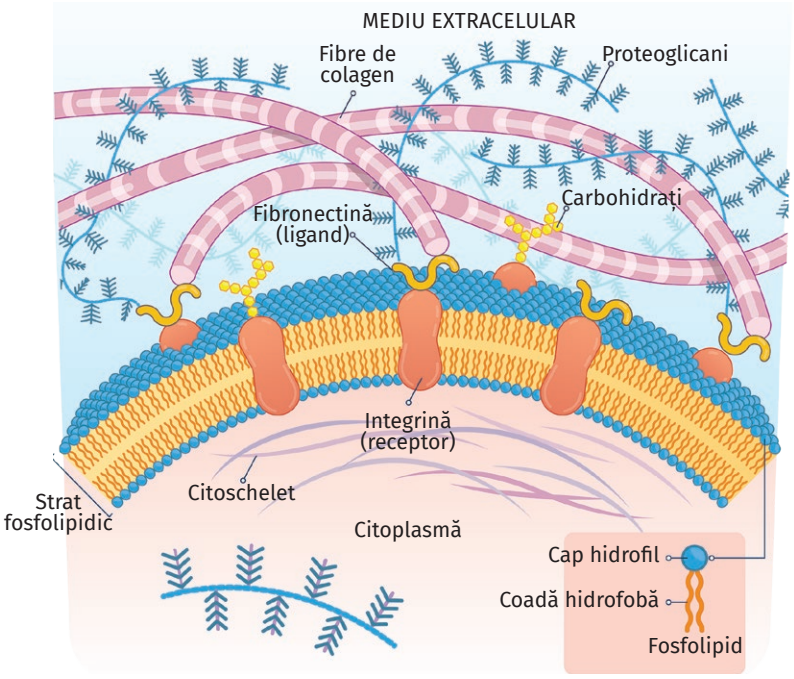


Fig. 2. Matricea extracelulară

Această influență se exercită pe două căi principale. Pe de o parte, componentele matricei se leagă de receptori specifici de pe suprafața celulelor, transmițând astfel semnale în interiorul acestora. Pe de altă parte, matricea funcționează ca un rezervor pentru factori de creștere – molecule-semnal care, odată eliberate, declanșează căi de semnalizare ce reglează diviziunea, deplasarea sau diferențierea celulară.

Printre componentele importante ale matricei se numără și glucidele. Acestea nu apar libere, ci legate de proteine, formând molecule complexe, numite proteoglicani și glicoproteine (fig. 2). O proprietate remarcabilă a acestor structuri este că reține cantități mari de apă, ceea ce face ca țesuturile să fie hidratate, elastice și rezistente la presiune mecanică.

Rol în comunicarea intercelulară

Pe fața externă a membranelor celulare se află structuri complexe, formate din glucide asociate cu proteine sau lipide, denumite glicoproteine și glicolipide. Acest înveliș exterior formează **glicocalixul**, care funcționează ca o „carte de vizită” a celulei. El permite celulelor să se identifice reciproc și să distingă structurile proprii de elementele străine (*non-self*). Totodată, aceste componente au un rol major în răspunsul imun, în recunoașterea agenților patogeni, precum și în procesele de diferențiere și dezvoltare celulară.

Rolul energetic

Cel mai cunoscut rol al glucidelor este cel energetic. Monozaharidele, în special glucoza, reprezintă sursa principală de combustibil celular pentru majoritatea organismelor. În procesul de respirație celulară, glucoza este degradată treptat, iar energia eliberată este utilizată pentru sinteza adenozintrifosfatului (ATP) – molecula implicată direct în stocarea și transferul energiei necesare activității celulare.

În cazul organismelor animale, excesul de glucoză este depozitat, sub formă de glicogen, în ficat și în mușchi, constituind o rezervă energetică rapid mobilizabilă în caz de nevoie.

La plante, amidonul este cel care îndeplinește rolul de substanță de rezervă. Acesta este un polizaharid complex, format din unirea unui număr mare de molecule de glucoză (fig. 3).

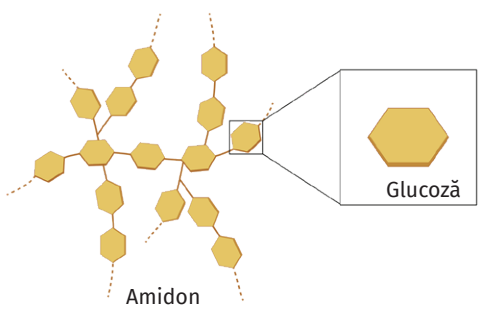


Fig. 3. Descompunerea amidonului în glucoză

SIMULARE DIGITALĂ

Folosește aplicația interactivă MolView și vizualizează structura chimică a polizaharidelor.

CORELAȚIE MEDICALĂ

Celulele canceroase pierd glicoproteinele de contact sau capacitatea de a le „citi". Cum afectează acest lucru comportamentul lor în țesuturi?

Știai că?

Deși reprezintă doar 2% din masa corporală, creierul consumă aproximativ 20% din glucoza din sânge.

Glucidele sunt metabolizate diferit: în timp ce glucoza (monozaharid) eliberează rapid energie asemenea unei explozii de artificii, amidonul (polizaharid) oferă un flux energetic constant pe termen lung, prin hidroliză treptată, ca un foc de tabără.

Ficatul funcționează ca un „dispecer energetic" inteligent, stocând aproximativ 100 g de glicogen.

Celuloza, deși nu poate fi digerată de oameni, are un rol esențial în sănătate prin stimularea și reglarea tranzitului intestinal.

Dacă vrei să știi mai mult!

Glucidele de pe fața externă a membranei celulare, legate de proteine sau de lipide, formează **„cartea de identitate"** a celulei, esențială în recunoașterea și comunicarea intercelulară. Iată câteva exemple:

- **Grupele de sânge** (Sistemul ABO): Pe suprafața hematiilor se află lanțuri scurte și ramificate de glucide. Sistemul imunitar le „citește" pentru a distinge celulele proprii de cele străine. O mică diferență în structura acestor zaharuri determină grupa de sânge (A, B, AB sau O), fiind un factor important în succesul transfuziilor.
- **Gangliozidele** sunt glicolipide complexe, prezente în concentrații ridicate în membrana neuronilor, în special la nivelul terminațiilor sinaptice. Acestea participă la recunoașterea și fixarea unor molecule-semnal, contribuind la transmiterea corectă a impulsului nervos. Tot prin intermediul gangliozidelor, legate de membrana neuronală, se pot transmite și anumite toxine bacteriene, precum toxina holerică, secretată de bacteria *Vibrio cholerae*.
- **Apărarea imunitară**: În caz de inflamație, celulele vaselor de sânge își modifică glucidele de la suprafață, un semnal de alarmă pentru leucocite, care se prind de ele, încetinesc și părăsesc fluxul sangvin pentru a migra direct în țesutul infectat.
- **Controlul diviziunii** (inhibiția de contact): Când celulele unui țesut se ating în procesul de creștere, glucidele lor membranare interacționează direct. Acest contact fizic transmite un semnal intern de oprire a diviziunii, deoarece spațiul este ocupat.

Concluzie

Glucidele sunt biomolecule indispensabile vieții, îndeplinind simultan roluri energetice, structurale și de semnalizare. Prin diversitatea structurală – de la glucoză la polizaharide complexe – acestea furnizează combustibilul celular, susțin țesuturile și mediază comunicarea intercelulară. Astfel, glucidele se dovedesc a fi mai mult decât o sursă de energie: un adevărat „limbaj molecular" prin care celulele se recunosc și se organizează, asigurând funcționalitatea organismelor.

Aplicații

Stabilește dacă următoarele afirmații sunt adevărate sau false. Dacă sunt false, modifică-le parțial, astfel încât să devină adevărate!

1. Glucidele sunt substanțe simple formate din hidrogen, oxigen și carbon.
2. Chitina este un polizaharid întâlnit în exoscheletul artropodelor și la plante.
3. Proteoglicanii și glicoproteinele din matricea extracelulară rețin cantități mari de apă, contribuind la hidratarea țesuturilor.
4. Glucidele de la suprafața membranei celulare au rol în recunoașterea celulelor proprii și a agenților patogeni.

4. Diversitatea rolurilor lipidelor

Termeni-cheie:

fosfolipide, rol structural, semnalizare celulară, bistrat fosfolipidic, hormoni steroizi.

Lipidele reprezintă o categorie importantă de substanțe organice, indispensabile organismelor vii. Considerate mult timp doar substanțe de rezervă, lipidele sunt astăzi cunoscute pentru numeroasele funcții pe care le îndeplinesc în cadrul celulelor și țesuturilor. Ele participă la alcătuirea structurilor celulare, intervin în reglarea proceselor fiziologice și contribuie la comunicarea dintre celule.

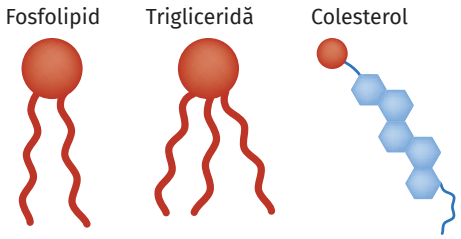


Fig. 1. Categorii de lipide

Din punct de vedere chimic, lipidele sunt alcătuite din carbon, hidrogen și oxigen, conținutul de oxigen fiind mult mai mic decât la glucide; uneori, mai pot conține P, N, S.

În funcție de structura chimică, lipidele se împart în două mari categorii (fig. 1):

– **lipide simple** – conțin doar carbon, hidrogen și oxigen; cele mai cunoscute sunt trigliceridele (grăsimile și uleiurile alimentare) și cerurile;

– **lipide complexe** – conțin, pe lângă C, H, O, și alte elemente: fosfor (fosfolipide), azot (sfingolipide) sau resturi de glucide (glicolipide), componente importante ale membranelor celulare.

Există și o categorie aparte, numită lipide derivate, care cuprinde steroizii (de exemplu, colesterolul și hormonii steroizi) și vitaminele liposolubile (A, D, E, K).

Majoritatea lipidelor conțin **acizi grași**, care pot fi:

– **saturați**: conțin doar legături simple între atomii de carbon; sunt solizi la temperatura camerei (untul, untura, grăsimea din carne);

– **nesaturați**: conțin una sau mai multe legături duble; sunt lichizi la temperatura camerei (uleiul de măsline, de floarea-soarelui, uleiul de pește).

Acizii grași care nu pot fi sintetizați de organism și trebuie obținuți din alimentație se numesc acizi grași **esențiali**, precum: omega-3 (din pește, semințe de in, nuci) și omega-6 (din uleiuri vegetale, semințe). Aceștia sunt necesari pentru dezvoltarea creierului, pentru sănătatea vaselor de sânge și pentru reglarea proceselor inflamatorii.

Trigliceridele sunt principalele lipide de rezervă ale organismului fiind depozitate în celulele adipoase (țesutul adipos). Reprezintă rezerva energetică pe termen lung a organismului, fiind mobilizate și degradate pentru a elibera energie, atunci când aportul alimentar este insuficient.

Lipidele sunt insolubile în apă, dar se dizolvă în solvenți organici (alcool, eter, cloroform), proprietate folosită pentru identificarea și extracția lor.

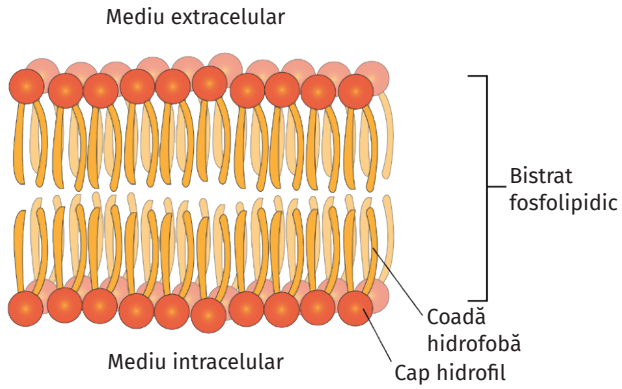


Fig. 2. Bistratul fosfolipidic

Rolul structural

Unul dintre cele mai importante roluri ale lipidelor este **rolul structural**. Lipidele intră în alcătuirea membranei celulare, structura care delimitează celula și o separă de mediul extern. Membrana celulară nu are doar rol protector, ci controlează schimburile de substanțe dintre celulă și mediu, permițând comunicarea cu alte celule.

Componenta principală a membranei este reprezentată de fosfolipide, care au o structură particulară: fiecare fosfolipid prezintă un cap hidrofil (care conține gruparea fosfat), orientat spre mediul apos, și o coadă hidrofobă

alcătuită din două categorii de acizi grași, orientată spre interiorul bistratului fosfolipidic. Datorită acestei organizări, fosfolipidele se dispun spontan într-un dublu strat numit bistrat fosfolipidic (fig. 2). Această structură conferă membranei flexibilitate și stabilitate, făcând posibilă desfășurarea proceselor celulare în condiții optime.

În structura membranei celulelor animale se găsește și colesterolul, un sterol – categorie specială de lipide care au rolul de a stabiliza membrana și de a-i menține fluiditatea ideală. În celulele vegetale, rolul său este îndeplinit de steroli similari, numiți fitosteroli. Deoarece o membrană prea rigidă sau prea fluidă nu ar putea funcționa corespunzător, acești compuși asigură proprietățile ei normale.

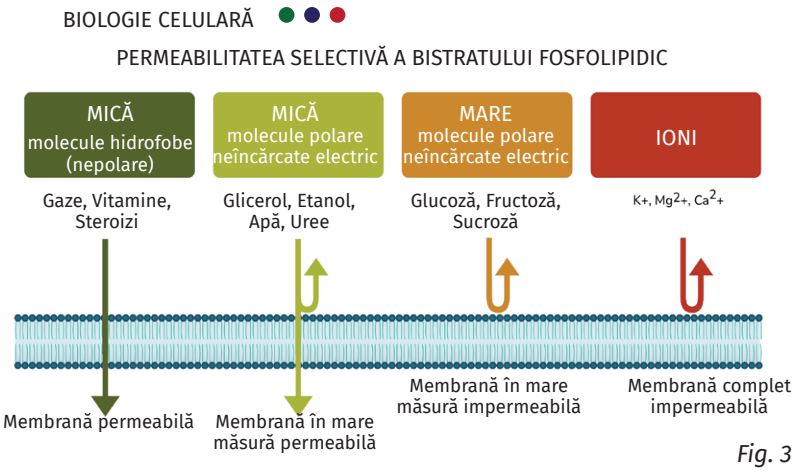


Fig. 3

Membrana celulară prezintă permeabilitate selectivă, proprietate datorită căreia permite trecerea anumitor substanțe și limitează pătrunderea altora. Astfel, celula poate controla schimburile de apă, săruri minerale, nutrienți și produși de metabolism. În același timp, membrana contribuie la menținerea echilibrului intern al celulei (fig. 3).

Rolul de semnalizare

Pe lângă rolul structural, lipidele îndeplinesc și un important rol în semnalizarea celulară. Organismul funcționează ca un sistem integrat, în care diferitele organe și țesuturi comunică permanent între ele. Această comunicare este realizată prin intermediul unor substanțe chimice numite hormoni.

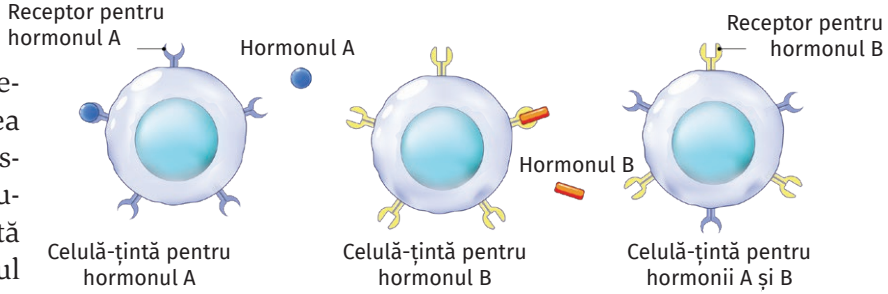


Fig. 4

O categorie importantă de hormoni este reprezentată de hormonii steroizi, derivați din colesterol. Printre aceștia se numără testosteronul, estrogenii, progesteronul și cortizolul. Fiind liposolubili, hormonii steroizi traversează cu ușurință membrana celulară și pătrund în interiorul celulei, unde se fixează pe receptori specifici (fig. 4).

În urma acestei interacțiuni, celula este determinată să producă anumite substanțe necesare desfășurării proceselor vitale. Astfel, hormonii steroizi participă la reglarea creșterii și dezvoltării organismului, la funcționarea aparatului reproducător și la adaptarea organismului la diferite condiții de mediu.

Testosteronul și estrogenii contribuie la dezvoltarea caracterelor sexuale secundare, iar cortizolul intervine în răspunsul organismului la stres. Prin aceste mecanisme, lipidele au un rol esențial în coordonarea activităților organismului.

Rolul energetic

Lipidele reprezintă cea mai concentrată rezervă energetică a organismului. Prin oxidarea unui gram de lipide se eliberează aproximativ 9 kcal – de peste două ori mai mult decât prin oxidarea unui gram de glucide sau de proteine (4 kcal). De aceea, organismele care trebuie să supraviețuiască perioade lungi fără hrană (ursii care hibernează, cămilele, păsările migratoare) au rezerve importante de țesut adipos. Lipidele au și alte funcții importante.

Rolul de protecție mecanică și izolare termică

Țesutul adipos subcutanat formează un strat care protejează organele interne de șocuri mecanice și reduce pierderile de căldură. Animalele din zonele reci (foci, balene, urși-polari) au un strat gros de grăsime, care le permite să trăiască în ape foarte reci.

Știai că?

Creierul uman conține o cantitate mare de lipide, acestea fiind esențiale pentru buna funcționare a celulelor nervoase și pentru transmiterea semnalelor nervoase.

Lipidele pot „spune povești” despre sănătatea organismului. De exemplu, colesterolul, un lipid foarte bine cunoscut, este esențial pentru organism, dar în cantități prea mari poate afecta vasele de sânge.

Gândește critic!

Formați echipe de câte patru elevi și discutați pe baza următoarelor întrebări. Desemnați un reprezentant care să prezinte ideile echipei și notați principalele argumente în caiet.

1. De ce dietele „zero grăsimi” nu sunt sănătoase? Ce s-ar întâmpla cu absorbția vitaminelor A, D, E, K?

2. De ce un nou-născut are nevoie de o cantitate mare de lipide în alimentație (laptele matern conține aproximativ 4% lipide)?

3. De ce sportivii de anduranță (maratoniști, cicliști) consumă carbohidrați înainte de cursă, dar folosesc lipidele ca sursă de energie în timpul efortului prelungit?

SIMULARE DIGITALĂ

Folosește aplicația interactivă MolView sau BioRender și construiește un model de membrană fosfolipidică.

LUCRARE PRACTICĂ

Testul petei translucide

Scanează codul QR pentru a afla cum poți identifica într-o probă prezența lipidelor.

Rol în absorbția vitaminelor liposolubile

Vitaminele A, D, E și K sunt liposolubile – se dizolvă în grăsimi, nu în apă. De aceea, se absorb în intestin doar în prezența lipidelor din alimentație.

Rol în digestie

Acizii biliari, produși de ficat din colesterol și eliberați prin bilă, emulsionează grăsimile din intestin, transformându-le în picături mici care pot fi descompuse de către enzime. Fără acizii biliari, digestia lipidelor ar fi practic imposibilă.

Concluzie

Lipidele sunt substanțe organice insolubile în apă, formate în principal din C, H, O (uneori P, N, S). Se clasifică în lipide simple (trigliceride, ceruri), lipide complexe (fosfolipide, sfingolipide) și lipide derivate (steroizi, vitamine liposolubile). Rolurile pe care le îndeplinesc sunt diverse: rol structural (fosfolipidele), rol de semnalizare (hormonii steroizi – testosteron, estrogeni, cortizol), rol energetic (1 g de lipide eliberează ≈9 kcal, de peste două ori mai mult decât glucidele sau proteinele), rol de protecție mecanică, de izolare termică, în absorbția vitaminelor A, D, E, K, în digestie.

Dacă vrei să știi mai mult!

- Colesterolul circulă în sânge legat de proteine, formând complexe numite lipoproteine. Cele mai cunoscute sunt:
- **LDL** („colesterolul rău”) – transportă colesterolul de la ficat spre celule. În exces, se depune pe pereții vaselor de sânge și produce ateroscleroză, crescând riscul de infarct și de accident vascular cerebral.
- **HDL** („colesterolul bun”) – transportă colesterolul de la celule înapoi spre ficat, unde este eliminat. Un nivel ridicat de HDL protejează vasele de sânge. O alimentație echilibrată, cu grăsimi nesaturate (pește, nuci, ulei de măsline) și mișcare regulată, ajută la menținerea unui raport sănătos între cele două.

Aplicații

Stabilește dacă următoarele afirmații sunt adevărate sau false. Dacă sunt false, modifică-le parțial, astfel încât să devină adevărate.

1. Lipidele intră în alcătuirea membranelor celulare, contribuind la structura și funcționarea acestora.

2. Unele lipide au rol în reglarea proceselor din organism, participând la formarea unor substanțe biologic active.

3. Polul hidrofil al fosfolipidelor este orientat spre interiorul membranei celulare, iar cozile hidrofobe spre exteriorul acesteia.

4. Hormonii steroizi precum testosteronul și cortizolul sunt hidrosolubili.

5. Diversitatea rolurilor vitaminelor

Vitaminele sunt substanțe organice esențiale pentru viață, necesare în cantități mici. Spre deosebire de glucide, lipide și proteine, acestea nu furnizează energie prin oxidare. Ele intervin însă în reacțiile prin care celulele eliberează energia din aceste substanțe, având rol de reglare a metabolismului. Vitaminele acționează, în majoritatea cazurilor, ca precursori de coenzime sau ca antioxidanți, componente nonproteice care se atașează enzimelor și sunt indispensabile pentru funcționarea acestora.

Termeni-cheie:

vitamine liposolubile, vitamine hidrosolubile, rol antioxidant, coagularea sângelui, alimente, hipovitaminoze.

Organismul uman nu poate sintetiza majoritatea vitaminelor sau le produce în cantități insuficiente, motiv pentru care acestea trebuie obținute din alimentație. Astfel, o dietă variată și echilibrată este esențială pentru menținerea sănătății, deoarece deficitul uneia sau a mai multor vitamine poate afecta funcționarea normală a organismului și poate conduce la tulburări metabolice specifice.

Din punct de vedere al proprietăților fizico-chimice, vitaminele se clasifică în două mari categorii: liposolubile și hidrosolubile (fig. 1).

➔ **Vitaminele liposolubile**, adică cele solubile în grăsimi, includ vitaminele A, D, E și K. Acestea se absorb împreună cu lipidele din alimentație și au capacitatea de a se depozita în organism, în special în ficat și în țesutul adipos.

➔ **Vitaminele hidrosolubile**, dintre care fac parte vitaminele din complexul B și vitamina C, sunt solubile în apă și nu se pot stoca în cantități mari în organism. Excepție face vitamina B12, care se depozitează în ficat în cantități suficiente pentru 2-5 ani.

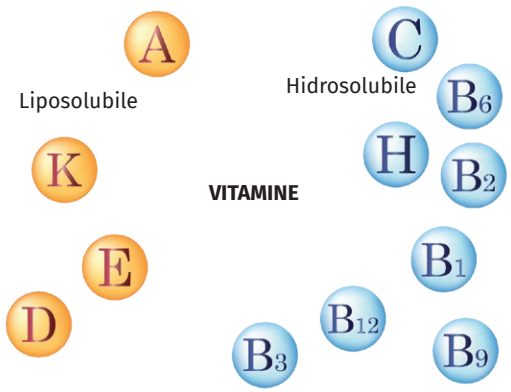


Fig. 1

Rolul vitaminelor liposolubile

➔ **Vitamina A (retinol)**, denumită și „vitamina creșterii”, este esențială pentru dezvoltarea normală a țesuturilor și pentru menținerea sănătății pielii și a mucoaselor. De asemenea, are un rol crucial în procesul vederii, asigurând adaptarea ochiului la întuneric și vederea în condiții de luminozitate scăzută (vederea nocturnă).

Sursele alimentare includ produse de origine animală, precum ficatul, untul și gălbenușul de ou, dar și legume de culoare galben-portocalie sau verde-închis (morcovi, dovleac, spanac), sub formă de β-caroten (provitamina A) – un pigment din clasa carotenoizilor, pe care organismul îl transformă în vitamina A (fig. 2).

Deficitul de vitamina A afectează vederea, provocând **nictalopie** – scăderea vederii în condițiile de luminozitate scăzută, numită popular „orbul găinilor” și **xeroftalmia** (uscarea corneei și a conjunctivei care, în cazuri severe, poate duce la orbire). De asemenea, lipsa acesteia determină uscarea pielii și scăderea rezistenței organismului la infecții.

Fig. 2

ATENȚIE!

Excesul de vitamina A (din suplimente) este toxic și provoacă dureri de cap, greață, leziuni hepatice. La femeile însărcinate, supradozarea poate produce malformații fetale.

Fig. 3. Surse de vitamina D

ATENȚIE!

Vitamina D este, după vitamina A, cea mai toxică în doze mari. Supradozarea provoacă hipercalcemie (calciu prea mult în sânge), care poate duce la depunerea calciului în rinichi și vase de sânge.

➔ **Vitamina D (calciferol)** sau „vitamina soarelui” are un rol fundamental în metabolismul calciului și al fosforului, fiind esențială pentru formarea și menținerea oaselor și a dinților. De asemenea, susține funcționarea sistemului imunitar, a mușchilor și a sistemului nervos.

O particularitate a acestei vitamine este că se poate sintetiza în piele sub acțiunea radiațiilor ultraviolete de tip UVB din lumina solară. Sursele alimentare includ peștele gras (somon, macrou), uleiul de pește, gălbenușul de ou și produsele lactate fortificate (fig. 3).

Deficitul de vitamina D în perioada de creștere afectează mineralizarea osoasă, ducând la apariția rahitismului la copii.

➔ **Vitamina E (tocoferol)**, denumită și „vitamina fertilității”, are un rol antioxidant important, deoarece contribuie la neutralizarea radicalilor liberi, substanțe instabile care pot deteriora celulele. De asemenea, susține funcționarea sistemului imunitar, contribuie la dilatarea vaselor de sânge, poate reduce tendința de formare a cheagurilor și favorizează regenerarea celulară.

Prin acțiunea sa antioxidantă, vitamina E contribuie la protejarea celulelor reproductive împotriva stresului oxidativ și la reglarea producției de hormoni.

Fig. 4. Surse de vitamina E

Sursele alimentare bogate în vitamina E includ uleiurile vegetale, semințele oleaginoase (de floarea-soarelui, migdale, nuci), precum și fructe sau legume precum avocado și spanacul (fig. 4).

Deficitul de vitamina E poate provoca **anemie hemolitică** (prin distrugerea prematură a globulelor roșii), slăbiciune musculară și scăderea fertilității.

➔ **Vitamina K** („vitamina antihemoragică”) este esențială pentru organism, fiind implicată în sinteza proteinelor necesare coagulării sângelui și în prevenirea hemoragiilor. Aceasta intervine și în metabolismul osos, fixând calciul în oase și prevenind depunerea lui în artere, ceea ce menține sănătatea sistemului cardiovascular. Provine din două surse majore:

– Vitamina K1 (filochinona): se găsește în cantități mari în legumele verzi (spanac, broccoli) și în uleiurile vegetale (fig. 5).

Fig. 5. Surse alimentare de vitamina K

– Vitamina K2 (menachinona): este produsă de microbiota din colon, dar se obține și din alimente de origine animală sau fermentate, precum gălbenușul de ou, ficatul și produsele lactate.

Deficitul de vitamina K afectează sever coagularea sângelui, ducând la **hemoragii prelungite** și la apariția spontană a vânătăilor (echimoze). De asemenea, lipsa acesteia determină scăderea densității osoase, crescând riscul de fracturi.

Vitaminele din complexul B participă la transformarea substanțelor nutritive în energie și la buna funcționare a sistemului nervos. Acesta cuprinde opt vitamine, fiecare având roluri specifice în organism:

- **Vitamina B1 (tiamină):** participă la metabolismul glucidelor și contribuie la funcționarea normală a sistemului nervos și cardiovascular.
- **Vitamina B2 (riboflavină):** este implicată în procesele de respirație celulară, contribuie la menținerea sănătății pielii și a vederii și are rol antioxidant.
- **Vitamina B3 (niacină):** contribuie la metabolismul energetic, la funcționarea normală a sistemului nervos și la reducerea oboselii.
- **Vitamina B5 (acid pantotenic):** participă la sinteza coenzimei A, la metabolismul energetic și la sinteza hormonilor steroizi și a unor neurotransmițători.
- **Vitamina B6 (piridoxină):** este implicată în metabolismul proteinelor și al glucidelor, în sinteza hemoglobinei și în reglarea activității hormonale.
- **Vitamina B7 (biotină):** contribuie la metabolismul macronutrienților (proteine, lipide și glucide) și la menținerea sănătății pielii, a părului și a unghiilor.
- **Vitamina B9 (acid folic/folat):** este esențială pentru sinteza ADN-ului și pentru diviziunea celulară, având un rol important în dezvoltarea normală a fătului.
- **Vitamina B12 (cobalamină):** contribuie la formarea globulelor roșii (hematopoieză), la funcționarea normală a sistemului nervos și la sinteza mielinei.

Lipsa vitaminelor B afectează direct producția de energie și sistemul nervos, provocând stări de oboseală cronică, iritabilitate și tulburări de memorie.

B1: deficitul provoacă boala **beri-beri** (afectarea mușchilor și a inimii).

B3: deficitul determină apariția **pelagrei** (boala celor trei D: dermatită, diaree, demență).

B9 și B12: deficitul lor duce la apariția **anemiei** (scăderea numărului de globule roșii) și la probleme neurologice.

Vitamina C (acidul ascorbic) are rol antioxidant și contribuie la sinteza normală a colagenului, o proteină structurală esențială pentru piele, vasele de sânge și țesutul conjunctiv. De asemenea, participă la procesul de vindecare a rănilor, susține funcționarea normală a sistemului imunitar și favorizează absorbția fierului în organism.

Sursele alimentare bogate în vitamina C includ măceșele, cătina, citricele (portocale, lămâi), kiwi, ardeiul gras și pătrunjelul (fig. 6).

Fig. 6. Surse alimentare de vitamina C

Deficitul sever de vitamina C provoacă **scorbut**, de aceea este denumită și vitamina antiscorbutică. Scorbutul este o afecțiune manifestată prin sângerarea gingiilor, pierderea dinților, fragilitate capilară și vindecarea foarte dificilă a rănilor.

Concluzie

Vitaminele îndeplinesc roluri esențiale și variate în organism, participând la procese energetice, structurale, de protecție și de reglare. Deși sunt necesare în cantități reduse, sunt indispensabile pentru menținerea sănătății și a echilibrului biologic. O alimentație variată și echilibrată reprezintă cea mai sigură modalitate de a asigura aportul adecvat de vitamine și de a preveni dezechilibrele metabolice.

Aplicații

Bifează ce poți explica.

- ☐ De ce o alimentație variată este considerată mai eficientă decât administrarea exclusivă de suplimente vitaminice?
- ☐ Imaginează-ți că un coleg consumă frecvent fast-food și foarte puține fructe și legume. Ce consecințe ar putea avea acest stil alimentar asupra aportului de vitamine?
- ☐ Cum crezi că s-ar modifica starea de sănătate a populației, dacă alimentația ar fi săracă în vitamine pe termen lung?

Gândește critic!

Un adolescent consideră că, dacă vitaminele sunt benefice pentru sănătate, administrarea de suplimente vitaminice în cantitate mare îl va face mai sănătos și mai energic.

Consideri că adolescentul are o percepție corectă asupra rolului vitaminelor? Argumentează răspunsurile formulate.

Știai că?

Oamenii sunt printre puținele animale (alături de maimuțe, cobai și unele specii de lilieci) care nu pot sintetiza vitamina C. Celelalte animale o produc singure.

6. Surse alimentare de proteine, glucide, lipide și vitamine

Termeni-cheie:

macronutrienți, micronutrienți, proteine, glucide, lipide, piramida alimentelor.

Hrana să-ți fie medicament și medicamentul să-ți fie hrană – Hipocrate. Acest principiu antic este valabil și astăzi: ceea ce mănânci acum reprezintă materia primă pentru energia și sănătatea ta de mâine. Alegerile alimentare făcute acum vor sta la baza obiceiurilor tale de adult.

Alimentele sunt produsele care constituie hrană pentru om, furnizându-i nutrienți necesari desfășurării funcțiilor vitale.

În funcție de cantitatea necesară organismului, nutrienții se clasifică în:

– **macronutrienți:** necesari în cantități mari (g/zi), cu rol energetic și plastic (glucide, proteine, lipide);

– **micronutrienți:** necesari în cantități mici (mg/zi), dar esențiali pentru reglarea proceselor metabolice (vitamine și săruri minerale).

O alimentație echilibrată cuprinde surse diverse: **proteine** (carne, ouă, lactate, leguminoase), **lipide** (uleiuri, nuci, avocado), **glucide** (cereale, fructe, legume) și **vitamine** (fructe, legume proaspete). Alimentația sănătoasă trebuie să îți asigure toți nutrienții (macro- și micronutrienții) în cantitățile și proporțiile corecte, adaptate vârstei, sexului, activității fizice și stării de sănătate, sprijinind creșterea, dezvoltarea și menținerea sănătății.

Principalele surse de nutrienți alimentari

Glucidele pot fi simple („rapide”), absorbite rapid în sânge, sau complexe („lente”), care eliberează energia treptat. O dietă echilibrată prioritizează grăsimile nesaturate (din uleiuri vegetale, pește și nuci) pentru rolul lor protector, recomandă consumul moderat de grăsimi saturate (din surse animale și uleiuri tropicale) și impune limitarea consumului grăsimilor trans din produsele procesate, care dăunează sănătății. Proteinele pot fi complete, conținând toți aminoacizii esențiali, sau incomplete, care nu conțin toți aminoacizii esențiali. Vitaminele se găsesc în alimente de origine vegetală și animală, în formă activă sau ca precursori (provitamine), care sunt transformați în organism în forme active.

O alimentație corectă trebuie să respecte trei principii fundamentale: **echilibrul** (proporția corectă între macronutrienți), **varietatea** (consumul unor alimente diferite din toate grupele alimentare pentru a asigura toți nutrienții necesari) și **moderația** (cantități adaptate vârstei, sexului, nivelului de activitate fizică și stării de sănătate).

Modelul „Farfuria sănătății" (*Harvard Healthy Eating Plate*)

O metodă vizuală simplă de a construi o masă echilibrată este împărțirea farfuriei astfel:

- ½ din farfurie: legume și fructe (cât mai colorate și variate);
- ¼ din farfurie: cereale integrale (orez brun, paste integrale, quinoa);
- ¼ din farfurie: proteine slabe (pește, pui, ouă, leguminoase);
- ulei sănătos (măsline, rapiță) la gătit, în cantități moderate;
- apă ca băutură principală (evită sucurile îndulcite).

Piramida alimentelor

Piramida alimentelor este reprezentarea grafică a recomandărilor nutriționale, ilustrând tipurile și cantitățile de alimente care trebuie consumate zilnic pentru o sănătate optimă. Apărută în 1974, în Suedia, și popularizată în 1992 de Departamentul de Agricultură al SUA (USDA), piramida a fost actualizată constant, în funcție de cercetările științifice.

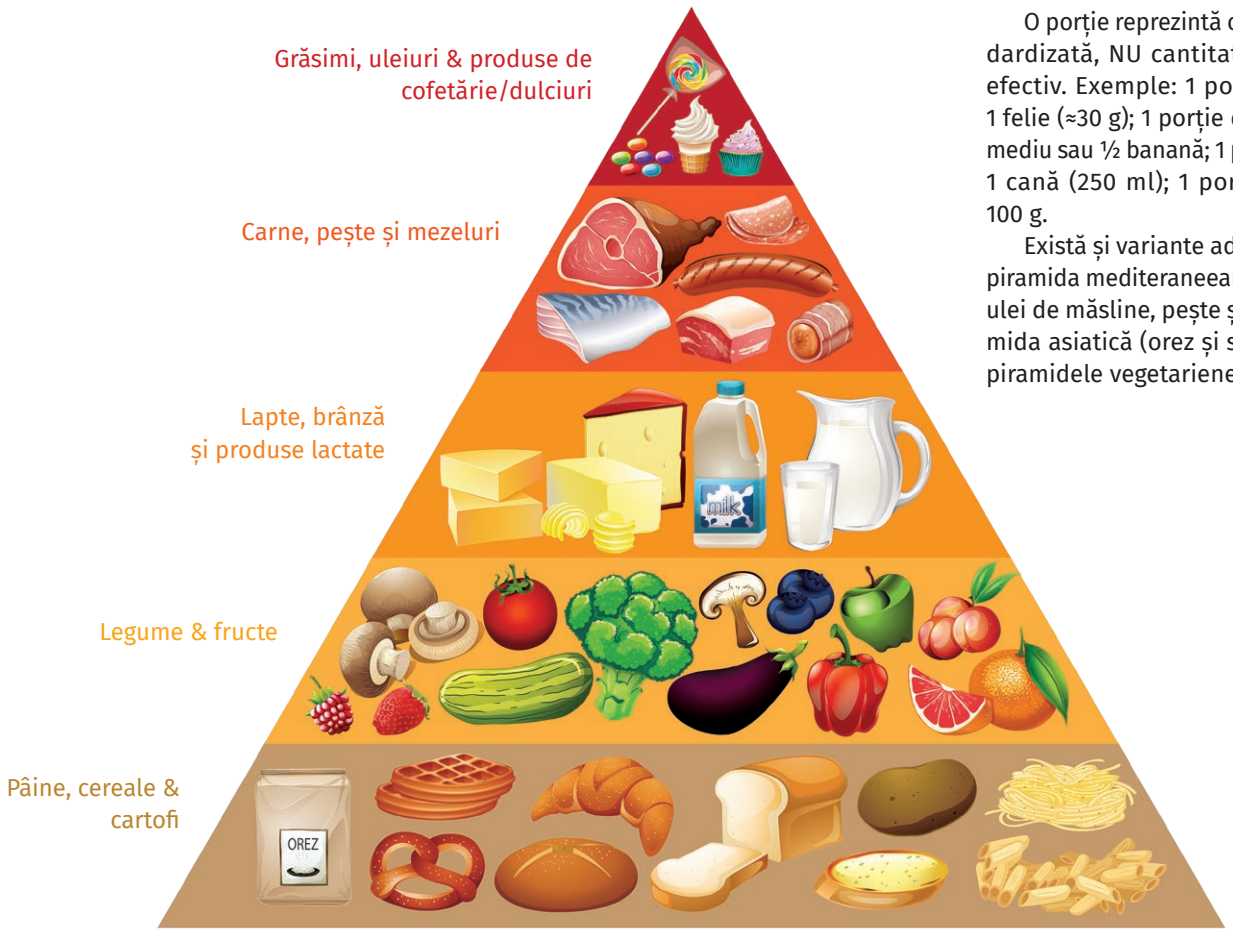


Fig. 1. Piramida alimentară reprezintă un model orientativ
(Recomandările actuale pun un accent mai mare pe consumul de legume, fructe și cereale integrale.)

ATENȚIE!

O porție reprezintă o cantitate standardizată, NU cantitatea consumată efectiv. Exemple: 1 porție de pâine = 1 felie (≈30 g); 1 porție de fruct = 1 măr mediu sau ½ banană; 1 porție de lapte = 1 cană (250 ml); 1 porție de carne = 100 g.

Există și variante adaptate cultural: piramida mediteraneeană (cu accent pe ulei de măsline, pește și legume), piramida asiatică (orez și soia), precum și piramidele vegetariene/vegane.

Nivel	Grupa alimentară	Exemple	Porții/zi
BAZĂ (jos)	Apă și activitate fizică	Apă plată, ceaiuri neîndulcite; mers pe jos, sport	1,5-2 l apă; 30+ min. mișcare
Nivel 1	Cereale integrale	Pâine integrală, orez brun, ovăz, paste integrale, quinoa	6-8 porții
Nivel 2	Legume și fructe	Spanac, broccoli, morcovi, mere, citrice, fructe de pădure	5+ porții
Nivel 3	Lactate și surse proteice	Lapte, iaurt, brânză; pește, pui, ouă, leguminoase, nuci	2-3 porții
Nivel 4	Grăsimi sănătoase	Ulei de măsline, avocado, semințe, nuci	Moderat
VÂRF (sus)	Carne roșie, dulciuri, grăsimi saturate, sare	Cârnați, prăjituri, untură, fast-food, băuturi îndulcite	Rar și puțin

Tabel 1. Structura piramidei alimentare moderne

Știai că?

Acizii grași Omega-3 din pește contribuie la dezvoltarea și funcționarea normală a sistemului nervos. Peștele este numit și „mâncarea pentru deștepți”. Studiile arată că un consum regulat de pește gras este asociat cu o memorie mai bună și un risc redus de demență.

Dieta mediteraneeană este recunoscută, din 2010, de UNESCO ca patrimoniu cultural imaterial al umanității. Aceasta se bazează pe ulei de măsline, pește, legume și cereale integrale, fiind asociată cu cea mai mare longevitate din Europa.

Gândește critic!

1. De ce consumul exclusiv de proteine (dieta hiperproteică) poate fi periculos?

2. Cum explici că un suc de fructe „100% natural” conține, de obicei, aceeași cantitate de zahăr ca unul carbogazos?

3. Argumentează afirmația: Eticheta „bio” sau „natural” este o garanție automată că un produs este sănătos.

Concluzie

Proteinele, glucidele și lipidele nu sunt „dușmanii”, ci aliații tăi – fiecare are un rol esențial și niciunul nu poate fi eliminat fără consecințe. Cheia unei alimentații corecte nu este eliminarea, ci echilibrul: alegerea calității înaintea cantității, varietate, moderație și adaptarea la nevoile individuale. Piramida alimentară este un instrument care te ajută în realizarea unor alegeri alimentare corecte, asigurând toți nutrienții în cantitățile și proporțiile corecte, adaptate vârstei, sexului, activității fizice și stării de sănătate.

Aplicații

1. Studiu de caz

Andreea are 15 ani, joacă volei și se antrenează de cinci ori pe săptămână. În ultimele luni se simte obosită, are crampe musculare și performanța i-a scăzut. Jurnalul ei alimentar tipic conține: dimineața – un croissant cu suc; prânz – pizza congelată; seara – chipsuri și un sandwich cu salam.

1. Identifică minimum trei probleme nutriționale în alimentația Andreei.
2. Propune un meniu echilibrat pentru o zi de antrenament (3 mese + 2 gustări), respectând piramida alimentară.
3. Care macronutrienți crezi că lipsesc din dieta ei și cum ai sfătui-o să-i suplinească?

2. Mit sau realitate?

Adevărat (**A**) sau fals (**F**)?

1. Grăsimile trebuie eliminate complet pentru a slăbi.
2. Fructele au zahăr, deci sunt nesănătoase.
3. Sportivii au nevoie de o cantitate dublă de proteine față de sedentari.

7. Dieta echilibrată

Hrana este combustibilul care îți controlează energia, concentrarea și starea de spirit. Dieta echilibrată nu înseamnă restricții, ci arta de a-i oferi corpului ce are nevoie pentru a funcționa la potențial maxim. Învață să mănânci inteligent, gustos și pentru performanța ta de mâine!

Termeni-cheie:

dietă echilibrată, indice glicemic, etichetă nutrițională, sistem Nutri-Score.

Alimentația face parte din **stilul tău de viață**. O dietă echilibrată este variată, moderată și adaptată nevoilor zilnice. Aceasta trebuie să includă carbohidrați complecși (50-55%), grăsimi sănătoase (20-30%) și proteine (15-25%). Se recomandă un consum bogat de legume, fructe, cereale integrale și proteine slabe, limitând sarea, zahărul și alimentele procesate.

Principii-cheie ale unei diete echilibrate

- **Varietate și moderație:** consum de alimente variate care asigură toți nutrienții necesari, fără a depăși necesarul caloric.
- **Proporția macronutrienților:** o farfurie echilibrată conține surse de proteine variate (carne slabă, pește, ouă, leguminoase), carbohidrați complecși (pâine integrală, orez brun, ovăz) și grăsimi sănătoase nesaturate (ulei de măsline, nuci, avocado).
- **Hidratare adecvată:** consumul a 2-3 litri de apă zilnic este esențial pentru buna funcționare a organismului.
- **Limitarea alimentelor „nocive”:** reducerea drastică a consumului produselor de patiserie, fast-food, snack-uri, băuturi carbogazoase și a mezelurilor, care conțin grăsimi trans și glucide „rapide”.
- **Gătit sănătos:** sunt recomandate fierberea, coacerea sau prepararea la abur, evitând prăjelile. Gătirea excesivă poate distruge anumite vitamine sensibile la căldură, precum vitamina C.
- **Mese regulate:** 3 mese principale și gustări sănătoase (fructe, iaurt, nuci) mențin metabolismul activ.

O dietă sănătoasă ține cont și de **indicele glicemic** (IG) al alimentelor. Acesta este un indicator al creșterii nivelului de glucoză din sânge (glicemia). Alimentele cu **IG mare** determină creșterea rapidă a glicemiei și stimulează **secreția de insulină**, care scade glicemia, ceea ce duce la apariția **senzației de foame**, la scurt timp după ingestia alimentelor.

Valoarea indicelui glicemic este influențată de o serie de factori:

- **procesarea:** alimentele rafinate (pâine albă) au IG mai mare decât cele integrale;
- **prepararea:** fierberea prelungită crește IG;
- **compoziția mesei:** proteinele, grăsimile și fibrele încetinesc absorbția zahărului, reducând IG-ul total al mesei.

ATENȚIE!

Evită alimentele pe a căror listă de ingrediente scrie „grăsimi vegetale hidrogenate” sau „parțial hidrogenate”. Surse frecvente: produsele de patiserie și cofetărie (croasante, prăjituri, biscuiți); margarina și cremele tartinabile; alimentele prăjite în ulei refolosit (cartofi prăjiți, produse pane din comerț); snackuri ambalate (pufuleți, chipsuri, popcorn pentru microunde).

Știai că?

Aminoacizii esențiali (lizina, valina, leucina) nu pot fi sintetizați de animale și de om și trebuie obținuți din alimentație (plante leguminoase, cereale, nuci, semințe).

Necesarul zilnic de proteine este de 0,8-1 g/kg corp, fiind vital pentru menținerea masei musculare și a sănătății.

Indicele glicemic (IG) al unor alimente

- **IG scăzut (0-55):** mere, iaurt, fasole, linte, legume verzi.

- **IG mediu (56-69):** orez brun, porumb, cartofi fierți, paste integrale.

- **IG ridicat (70-100):** pâine albă, cartofi prăjiți, orez alb, dulciuri, băuturi zaharoase.

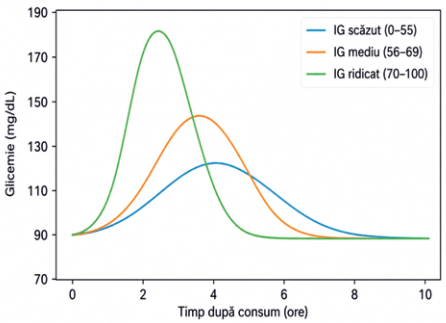


Fig. 1. Evoluția glicemiei în funcție de IG

Ce este eticheta nutrițională?

Eticheta nutrițională este „cartea de identitate” a unui aliment. În Uniunea Europeană, declararea informațiilor de pe ambalaj este obligatorie pentru majoritatea alimentelor procesate.

Hrișcă decorticată cu gătire rapidă – produsul nu reprezintă o sursă semnificativă de grăsimi saturate, grăsimi trans, colesterol, zaharuri totale, zaharuri adăugate, vitamina D, calciu, fier sau potasiu.

Unt de arahide – sursă bună de nutrienți, dar trebuie consumat cu moderație, deoarece conține uleiuri adăugate și sare.

Bomboane – produs ultraprocesat, cu o cantitate foarte mare de zahăr, aditivi alimentari; fără valoare nutritivă; de evitat!

Tabelul nutrițional conține:

1. Lista de ingrediente:
- ordonate descrescător din punct de vedere al cantității;
- zahărul sau grăsimile situate în primele trei componente indică un produs slab nutrițional;
- o listă scurtă, cu termeni ușor de recunoscut, indică un produs mai puțin procesat.

2. Dimensiunea porției:
- valorile nutriționale sunt afișate, de obicei, pentru 100 g/100 ml de produs;
- dacă ambalajul întreg are o cantitate mai mare – 200 g sau mai mult, valoarea corectă a ceea ce se consumă reprezintă produsul dintre valoarea afișată și gramajul total.

3. Zahărul ascuns:
- chiar dacă termenul „zahăr” nu apare explicit pe etichetă, pot fi prezente zaharuri adăugate sub alte denumiri: sirop de glucoză-fructoză, dextroză, zahăr invertit, malț de orz sau miere;
- peste 15 g zaharuri/100 g înseamnă un produs foarte dulce.

4. Grăsimile saturate și trans:
- grăsimile nesaturate (ulei de măsline, nuci) sunt benefice pentru organism;
- grăsimile saturate (uleiuri tropicale – din palmier, cocos – sau grăsimile animale) trebuie limitate;
- grăsimile hidrogenate (trans), foarte nocive, trebuie evitate complet.

Sistemul Nutri-Score clasifică produsele alimentare după calitatea lor nutrițională, facilitând alegerea unor alimente mai sănătoase:
- **A și B (verde)**: alimente bogate în fibre, proteine și nutrienți (recomandate zilnic);
  - **A (verde închis)**: scor 0-1; produse echilibrate: legume, cereale etc.;
  - **B – verde deschis:** scor 0-2; produs de calitate bună;
- **C (galben)**: scor 3-10; alimente moderate, de consumat cu atenție;
- **D și E (portocaliu/roșu)**; alimente ultraprocesate, bogate în sare, zahăr sau grăsimi (de consumat rar/de evitat).
  - **D (portocaliu)**: scor 11-18;
  - **E (roșu)**, cel mai puțin favorabil: scor de 19 sau mai mare; dulciuri concentrate, mezeluri foarte sărate etc.

Pentru **băuturi**: apa simplă este singura băutură care poate primi calificativul A. Deși brânzeturile au multe grăsimi saturate (puncte negative), pentru aportul masiv de proteine și calciu (puncte pozitive) pot ocupa un loc superior lui E. Carnea roșie este evaluată mai sever decât cea de pasăre sau peștele.

Piramida alimentară, etichetele nutriționale și sistemul Nutri-Score sunt instrumente moderne care oferă repere și informații utile pentru realizarea unor alegeri alimentare informate și pentru adoptarea unei alimentații echilibrate, adaptate vârstei, stării de sănătate și nivelului de activitate fizică.

Caracterizează alimentele din imaginile alăturate, din punct de vedere al calității nutriționale.

Scanează unul dintre cele două coduri și utilizează aplicația pentru a analiza etichetele nutriționale și a compara alimentele.

Aplicații

1. Alegere sănătoasă

Ioana a găsit în frigider două iaurturi. Și-a amintit că nu toate alimentele sunt la fel de sănătoase și a hotărât să aleagă un produs, după ce va analiza eticheta nutrițională, care indică valorile din tabel. Ce produs (iaurt 1 sau iaurt 2) crezi că va alege Ioana? Argumentează!

Produs	Glucide/ Zaharuri	Fibre	Proteine	Estimare IG
Iaurt 1	15 g/14 g	0 g	3 g	ridicat
Iaurt 2	4 g/3 g	2 g	8 g	scăzut

2. Problemă de calcul nutrițional: „Meniul de duminică”

Andrei a consumat într-o singură zi de weekend toate dulciurile primite: o pungă de bomboane de 100 g (o porție de 28 g bomboane conține 21 g zahăr), o înghețată la cornet (22 g zahăr) și un pachet de biscuiți din gama „Zero zahăr adăugat” (cu doar 0,5 g zahăr). Cerințe:

a. calculează câte grame de zahăr conține punga întreagă de bomboane consumată de Andrei;

b. află cantitatea totală de zahăr, exprimată în grame, pe care Andrei a asimilat-o în acea zi;

c. află cantitatea de zahăr, exprimată în linguriță, știind că o linguriță corespunde unei cantități egale cu 4 g;

d. știind că OMS recomandă un consum maxim de șase linguriță de zahăr pe zi, determină de câte ori a depășit Andrei această limită.

3. REPORTAJ: „Alimentația și sănătatea în familie”

Filosoful Denis Diderot afirma: *Medicii lucrează pentru a ne menține sănătatea, iar bucătarii, ca să o strice.*

Intervievează trei membri ai familiei (de preferat din generații diferite) despre obiceiurile lor alimentare și notează răspunsurile într-un tabel asemănător celui de mai jos.

Persoana	Nr. mese/zi	Alimente consumate frecvent	Fructe/legume (des/rar)	Probleme de sănătate
Persoana 1				
Persoana 2				
Persoana 3				

Redactează un scurt **reportaj (6-8 rânduri)** în care analizezi dacă există o legătură între obiceiurile alimentare și starea de sănătate a persoanelor intervievate.

8. Utilizări ale moleculelor în biotehnologii alimentare – enzime și în biotehnologii farmaceutice – hormoni

Termeni-cheie:

molecule, enzime, hormoni, insulină, diabet zaharat, biotehnologii moderne.

Biotehnologia este o știință multidisciplinară care utilizează organismele vii sau componentele acestora, precum ADN-ul sau enzimele, pentru a dezvolta produse și tehnologii inovatoare. Moleculele biologice joacă un rol esențial în aceste procese: în timp ce enzimele catalizează reacții chimice specifice cu o viteză și eficiență sporite, hormonii acționează ca regulatori celulari, facilitând împreună transformarea eficientă a materiei prime în biotexturi sau compuși de interes.

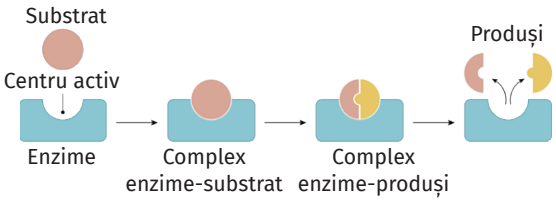


Fig. 1. Etapele reacției enzimatice și formarea complexului enzimă-substrat

Enzimele și rolul lor în biotehnologiile alimentare

Enzimele sunt catalizatori biologici, în majoritatea cazurilor de natură proteică, ce accelerează reacțiile chimice din organismele vii, fără a fi consumate în cursul procesului. Fiecare enzimă acționează asupra unui anumit substrat, pe care îl transformă în unul sau mai mulți produși (fig. 1). Datorită acestei specificități și eficienței lor ridicate, enzimele sunt utilizate pe scară largă în industria alimentară.

În biotehnologiile alimentare, enzimele au o multitudine de utilizări, care vor fi tratate în cele ce urmează.

Industria panificației

În industria panificației, enzimele joacă un rol esențial în transformarea aluatului și în obținerea pâinii de calitate superioară. Amilazele (fig. 2) hidrolizează (descompun) amidonul din făină în zaharuri fermentescibile (precum maltoza și glucoza), care sunt ulterior metabolizate de drojdii în procesul de fermentație alcoolică. Acest mecanism determină eliberarea dioxidului de carbon, gaz responsabil de creșterea și porozitatea aluatului. Prin utilizarea enzimelor se obține o pâine cu volum mai mare, textură îmbunătățită a miezului și prospețime prelungită.

Fig. 2. Structura moleculară a alfa-amilazei

Industria berii și a vinului

În industria berii, enzimele sunt utilizate pentru hidrolizarea amidonului din cereale (scindarea amidonului sub acțiunea apei și a enzimelor) în zaharuri fermentescibile, necesare procesului de fermentație alcoolică. Acest rol este îndeplinit în principal de amilaze, în etapa de zaharificare a mustului.

În industria vinului și a sucurilor naturale, pectinazele degradează selectiv pectina din pereții celulari vegetali. Această acțiune enzimatică facilitează extracția sucului, crește randamentul de presare și contribuie la limpezirea eficientă a băuturilor prin sedimentarea particulelor în suspensie.

Industria lactatelor

În industria produselor lactate, enzimele sunt esențiale pentru obținerea brânzeturilor și a produselor lactate speciale. Cea mai utilizată enzimă este chimozina sau labfermentul (cheagul), care determină coagularea laptelui prin transformarea cazeinei în coagul solid și separarea zerului. În prezent, chimozina este obținută preponderent prin metode biotehnologice moderne, utilizând microorganisme modificate genetic (recombinate), ceea ce asigură un proces de producție eficient și standardizat.

O altă enzimă cu impact major este lactaza, care catalizează scindarea lactozei în glucoză și galactoză, fiind utilizată la scară largă pentru obținerea produselor destinate persoanelor care prezintă intoleranță la acest dizaharid.

Casetă informativă: Intoleranța la lactoză

Deficitul de lactază la nivelul mucoasei intestinale împiedică hidroliza și absorbția corectă a lactozei (zaharul din lapte), conducând la manifestări clinice specifice. Această afecțiune se manifestă prin simptome digestive neplăcute, precum balonare, crampe abdominale și diaree, instalate la un interval de 30-120 de minute după ingestia de lactate. Recomandări: reducerea/excluderea produselor lactate clasice din alimentație; consumul de brânzeturi maturate (cașcaval, parmezan) cu un conținut minim de lactoză, consumul alternativelor comercializate ca *produse fără lactoză* (fig. 3) și administrarea orală de capsule cu lactază exogenă, înainte de mesele care conțin lactate.

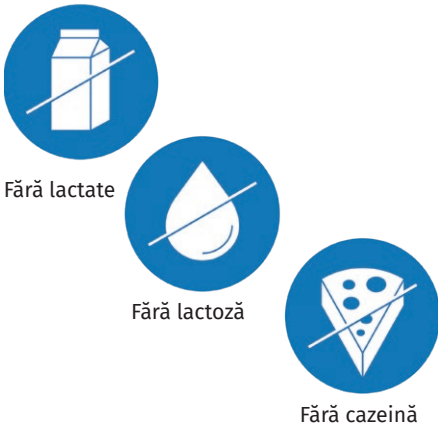


Fig. 3

Industria sucurilor de fructe

În obținerea sucurilor de fructe, un complex enzimatic format din pectinaze, celulaze și hemicelulaze este utilizat pentru a spori eficiența extracției și claritatea produsului finit. Aceste enzime degradează componentele structurale ale pereților celulari, facilitând separarea fazei lichide de pulpa fructului. Procesul asigură obținerea unor sucuri cu un aspect limpede, o stabilitate coloidală superioară și un randament crescut de valorificare a materiei prime.

Utilizarea enzimelor în industria alimentară prezintă **avantaje** competitive majore, printre care se numără: specificitatea ridicată de substrat (care elimină reacțiile secundare), reducerea consumului de energie prin operarea la temperaturi moderate, implementarea unor procese tehnologice prietenoase cu mediul („verzi") și îmbunătățirea calității produselor finale.

Utilizări ale moleculelor în biotehnologii farmaceutice – hormoni

Hormonii sunt molecule de semnalizare sintetizate în principal de sistemul endocrin, având rolul de a regla diverse procese fiziologice complexe. Aceștia acționează în concentrații extrem de mici și modifică selectiv activitatea celulelor-țintă, care exprimă receptori specifici pentru liganzii corespunzători.

În biotehnologia medicală, hormonii au o importanță majoră în dezvoltarea unor terapii sigure și înalt purificate. Inițial, acești compuși erau obținuți prin extracție din țesuturi animale sau prin sinteză chimică complexă, metode limitate însă de randamentul scăzut, costurile mari și riscul de contaminare cu agenți patogeni.

În prezent, standardul industrial este reprezentat de tehnologia ADN-ului recombinant. Prin această metodă, genele care codifică hormonii umani sunt inserate în vectori de clonare și exprimate în microorganisme-gazdă (bacterii sau drojdii) ori în culturi de celule de mamifere, transformându-le în adevărate bioreactoare celulare, capabile să sintetizeze molecule identice cu cele native.

Cel mai elocvent exemplu este **insulina**, biosintetizată pentru prima dată pe cale recombinantă în anul 1978. În trecut, insulina utilizată în tratamentul diabetului zaharat era extrasă din pancreasul de porcine sau de bovine. Deși similară, această formă animală prezenta diferențe în secvența de aminoacizi, fapt ce declanșa frecvent reacții imunologice sau alergice la pacienți.

Astăzi, prin introducerea genei umane a insulinei în sisteme de expresie precum bacteria *Escherichia coli* sau drojdia *Saccharomyces cerevisiae*, se obține insulină umană pură. Fiind identică structural cu cea endogenă, aceasta reduce, în mare parte, riscurile imunologice, asigură un control glicemic optim și îmbunătățește semnificativ calitatea vieții pacienților cu diabet.

Un alt exemplu remarcabil este **hormonul somatotrop** (somatotropina sau hormonul de creștere uman – hGH), utilizat în tratamentul copiilor diagnosticați cu nanism hipofizar. Această afecțiune, determinată de

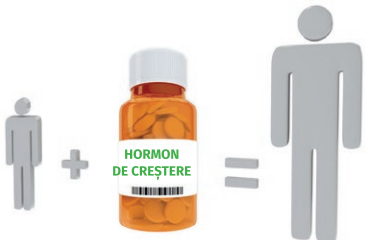


Fig. 4. Rolul hormonului somatotrop

insuficiența secreției de hGH de către glanda hipofiză în perioada copilăriei, se manifestă clinic prin retard sever de creștere, caracterizat printr-o talie redusă la vârsta adultă, însă cu o dezvoltare proporționată și armonioasă a corpului (fig. 4).

Prin tehnici moderne de biotehnologie moleculară, somatotropina este produsă astăzi la scară industrială, utilizând microorganisme modificate genetic. Acest sistem de expresie recombinant asigură obținerea unor cantități mari de hormon, în condiții riguros controlate și cu un grad înalt de puritate și siguranță biologică.

Un alt hormon de interes major este **eritropoietina** (EPO) (fig. 5), o glicoproteină sintetizată în mod natural, în principal, la nivelul rinichilor, care stimulează eritropoieza în condiții de hipoxie. Prin legarea de receptori specifici exprimați pe celulele-țintă din măduva hematogenă, acest hormon asigură supraviețuirea, proliferarea și maturarea precursorilor eritrocitari, crescând astfel capacitatea sângelui de a transporta oxigenul către țesuturi. Eritropoietina obținută prin biotehnologie modernă (EPO recombinantă umană – rhEPO), utilizând culturi de celule de mamifere, este utilizată pe scară largă în tratamentul anemiei severe, în special la pacienții cu insuficiență renală cronică sau la cei supuși chimioterapiei.

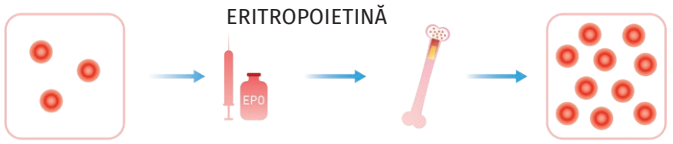


Fig. 5. Rolul eritropoietinei

Știai că?

Proteina fluorescentă verde (GFP) a fost izolată dintr-o meduză marină? GFP, identificată la specia *Aequorea victoria*, emite fluorescență verde sub lumină ultravioletă. Această proteină este utilizată pe scară largă în biologia moleculară ca marker genetic pentru urmărirea expresiei genelor și a proceselor celulare.

Microalgele sunt investigate ca sursă de biocombustibili. Microalgele fotosintetice pot acumula lipide intracelulare care pot fi transformate în biodiesel. Cercetările vizează optimizarea randamentului de producție pentru utilizarea lor ca sursă regenerabilă de energie.

Concluzie

Biotehnologia modernă permite obținerea de biomolecule esențiale cu aplicabilitate majoră în medicină și alimentație, de la hormoni la enzime specifice utilizate în panificație, lactate și băuturi. Aceste produse oferă o puritate înaltă, siguranță ridicată și o producție standardizată la scară industrială. Astfel, utilizarea biomoleculelor optimizează tratamentele medicale și procesele alimentare, reducând dependența de sursele naturale limitate.

STUDIU DE CAZ DIGITAL

Scanează codul QR, accesează pagina HHMI Biointeractive și vizionează o animație cu privire la producerea insulinei recombinante.

DEZBATERE ETICĂ

Formați echipe de câte patru elevi și discutați pe baza următoarelor întrebări:

➔ Este acceptabilă utilizarea enzimelor modificate genetic în industria alimentară?

➔ Biotehnologia alimentară aduce mai multe beneficii sau riscuri?

➔ Este sigură utilizarea organismelor modificate genetic pentru producerea hormonilor umani?

➔ Este biotehnologia alimentară o soluție reală pentru reducerea poluării industriei alimentare?

➔ După discuții, fiecare echipă desemnează un reprezentant care să prezinte concluziile. Ulterior, notați în caiete principalele argumente pro și contra, bazate pe dovezi științifice.

PROIECT – *Biotehnologiile care ne înconjoară*

Realizează un miniproiect pe tema *Biotehnologiile care ne înconjoară.* Poți adapta sau modifica titlul proiectului, de exemplu: *Cine a făcut pâinea pufoasă?/Ce microorganisme se ascund în frigiderul meu?/Rolul microorganismelor în alimentația noastră.*
Poți realiza proiectul sub formă de pliant sau de broșură/PPT.

Model pentru o prezentare în format digital (PPT)
Structura proiectului (pagini/slide-uri)

➔ **Pagina 1: Coperta**
- Titlul: *Miniproiect – Biotehnologiile care ne înconjoară.*
- Numele elevului, clasa și școala.
- Numele profesorului coordonator.

➔ **Pagina 2: Introducere (Ce sunt biotehnologiile?)**
- O definiție simplă: utilizarea organismelor vii sau a componentelor lor (enzime, celule) pentru a crea produse utile.
- Scurt istoric (de la fermentația tradițională la biotehnologia modernă).

➔ **Pagina 3: Biotehnologia în medicină (salvarea de vieți)**
- Exemplul hormonilor recombinanți: producerea insulinei, somatotropinei sau eritropoietinei în laborator, fără a mai depinde de surse animale.
- Avantaje: puritate maximă, siguranță pentru pacienți, producție constantă.

➔ **Pagina 4: Biotehnologia în alimentație** (*Ce mâncăm și bem?*)
- Rolul enzimelor în viața de zi cu zi:
  - *Panificație:* amilazele care fac pâinea pufoasă.
  - *Lactate:* lactaza pentru laptele fără lactoză și cheagul pentru brânzeturi.
  - *Băuturi:* pectinazele care limpezesc sucurile naturale de fructe.

➔ **Pagina 5: Concluzii**
- *(Aici se inserează un text de 4-5 rânduri).*

➔ **Pagina 6: Bibliografie/Surse**
- Manuale, reviste, articole de specialitate.
- Site-uri web.

➔ **Linii generale de întocmire (Sfaturi pentru elev)**

- **Limbaj accesibil:** Utilizează un text inteligibil, accesibil unui coleg de clasă, fără termeni științifici prea complicați.
- **Elemente vizuale:** Fiecare pagină sau slide trebuie să conțină o imagine reprezentativă (o sticlă de lapte fără lactoză, o schemă simplă cu ADN, o pâine rumenită etc.).
- **Format scurt și la obiect:** Pentru un proiect în Word, sunt suficiente 3-4 pagini sau o prezentare PowerPoint de 6-7 slide-uri.

Regula de aur: Evită să faci copy-paste; informațiile trebuie citite și reformulate în propriile cuvinte.

CELULA – UNITATE STRUCTURALĂ ȘI FUNCȚIONALĂ A LUMII VII

MOLECULELE VIEȚII alcătuiesc materia vie și se împart în două mari categorii:

A. Substanțe ANORGANICE

- **Apa:** solvent, mediul suport în care au loc toate reacțiile chimice; rol structural și funcțional
- **Sărurile minerale:** sub formă de ioni, rol structural (oase, hemoglobină), funcțional (contracție mușchi)

B. Substanțe ORGANICE

- **Glucide –** rol energetic, structural, funcțional
  - unități structurale – **monozaharide** (glucoză, fructoză, galactoză)
  - dizaharide – zaharoza, lactoza, maltoza
  - polizaharide – amidon, celuloză, glicogen, chitină
  - **glucoza –** sursa celulară principală de energie chimică stocată în ATP
- **Lipide –** rol structural, funcțional, energetic
  - unități structurale – **acizi grași** saturați (unt) și nesaturați (ulei de măsline), esențiali (omega 3)
  - lipide simple – trigliceride și ceruri
  - lipide complexe – fosfolipide, sfingolipide, glicolipide
  - lipide derivate – steroizi (colesterol, hormonii steroizi), vitamine liposolubile (A, D, K, E)
- **Proteine –** rol structural și funcțional
  - unități structurale – **aminoacizi** uniți prin legături **peptidice**
  - au structură primară, secundară, terțiară și cuaternară
  - enzime (amilaza), hormoni (insulina), anticorpi (imunoglobuline), hemoglobina
- **Vitamine –** rol în reglarea metabolismului (unele intră în structura coenzimelor)
  - liposolubile (solubile în grăsimi) – A, D, K, E
  - hidrosolubile (solubile în apă) – complexul B și vitamina C
  - deficitul de vitamine poate provoca: rahitism, anemie, scorbut, hemeralopie, pelagra, beri-beri
- **Acizi nucleici –** stochează informația genetică, coordonează sinteza proteinelor și activitatea celulei; formați din **nucleotide (**bază azotată, pentoză, radical fosfat)
  - ADN – bicatenar, dublu helix (A, G, C, T; dezoxiriboză; radical fosfat)
  - ARN – de regulă, monocatenar (A, G, C, U; riboză; radical fosfat)
- **Dieta echilibrată** presupune echilibru între calitatea, cantitatea și varietatea alimentelor, precum și adaptarea la nevoile individuale.
  - Piramida alimentară – reprezentarea grafică a recomandărilor nutriționale, instrument care te ajută în realizarea unor alegeri alimentare corecte.
- **Biotehnologia modernă** produce biomolecule utilizate în medicină și alimentație: hormoni, enzime necesare pentru obținerea produselor de panificație, lactate, băuturi etc.

I. A. Completează spațiile libere din afirmația următoare, astfel încât aceasta să fie corectă.

Piramida _____ este reprezentarea grafică a recomandărilor _____, ilustrând tipurile și cantitățile de _____ care trebuie consumate zilnic pentru o _____ optimă.

B. Numește două tipuri de compuși organici. Asociază fiecare compus organic numit cu câte un rol al acestuia.

C. Alege un singur răspuns corect dintre variantele propuse.

1. În transportul gazelor respiratorii, intervine:

a. Ca^{2+}; b. Na^{+}; c. K^{+}; d. Fe^{2+}.

2. Baze azotate comune acizilor nucleici sunt următoarele, cu excepția:

a. adenina; b. uracilul; c. guanina; d. citozina.

3. Insulina este:

a. produsă de ficat; c. o vitamină;

b. un compus derivat din colesterol; d. un hormon care scade glicemia.

4. Lactoza:

a. este un monozaharid; c. este alcătuită din trei monozaharide;

b. conține fructoză; d. prin descompunere formează glucoza.

D. Adevărat sau fals? Scrie litera **A** pentru enunțurile corecte și litera **F** pentru cele false. Modifică parțial afirmația pe care o consideri falsă, pentru ca aceasta să devină adevărată.

1. Lipidele sunt insolubile în apă, dar se dizolvă în solvenți organici.
2. Glicogenul este un polizaharid depozitat în ficat și în mușchi, iar untul este o grăsime saturată.
3. Vitamina D (retinol) sau „vitamina soarelui” are un rol fundamental în metabolismul calciului și al fosforului.

II. 1. Acizii nucleici sunt macromolecule esențiale care coordonează sinteza proteinelor, funcționarea celulei și ereditatea.

a. Numește și descrie două caracteristici structurale ale macromoleculei de ADN.

b. Explică afirmația următoare: „ATP este o macromoleculă esențială pentru funcționarea celulelor”.

c. Construiește două enunțuri afirmative, utilizând limbajul științific adecvat, utilizând informații referitoare la următoarele conținuturi: **proteine**, **vitamine**.

2. O dietă echilibrată este variată, moderată și adaptată nevoilor zilnice.

a. Numește două principii-cheie ale unei diete echilibrate.

b. Scrie un argument în favoarea afirmației următoare: „Piramida alimentară și etichetele nutriționale sunt instrumente moderne care stau la baza unor alegeri alimentare corecte”.

c. Alcătuiți un minieseu (4-5 fraze), intitulat „Aplicații ale biotehnologiei moderne în alimentație”

Notă: Total puncte **(I., II.)** + puncte din oficiu = 90 p. + 10 p. = **100 de puncte**

Punctaj acordat: **I.** A. 1 p. x 4 = 4 p. B. (1 p. + 2 p.) x 2 = 6 p. C. 2 p. x 4 = 8 p. D. (2 p. x 3) +2 = 8 **(26 p.)**/ **II.** 1. a. (2 p. +3 p.) x 2 = 10 p. b. 6 p. c. 2 p. x 4 = 8 p. **(24 p.)**/2. a. 4 p. x 2 = 8 p., b. 10 p., c. = 22 p. **(40 p.).**

B. CELULA

1. Celula – structură vie. De ce virusurile nu sunt vii?

Termeni-cheie:

teoria celulară, celula, virusuri, viroizi, prioni.

Dacă vom compara celula cu un „oraș” care se autoîntreține, funcționează independent și se divide pentru a forma un nou oraș, atunci virusul ar putea fi un stick USB cu un cod (ADN sau ARN), ce caută o „gazdă”-computer (celulă), care să-l multiplice până când orașul se prăbușește.

Așadar, este suficient să ai material genetic pentru a fi considerat viu? Sau viața presupune mai mult decât informație? Pentru a răspunde la întrebare, trebuie să înțelegem mai întâi ce este **celula**. Primul pas în descifrarea celulei a fost făcut odată cu perfecționarea microscopului.

În 1839, Matthias Schleiden și Theodor Schwann au demonstrat că atât plantele, cât și animalele sunt alcătuite din celule. Rudolf Virchow, în 1855, completează teoria – orice celulă provine dintr-o altă celulă. Astfel s-a conturat ideea fundamentală a biologiei moderne: **viața nu poate exista în afara celulei.**

Despre virusuri. Sunt virusurile organisme vii?

Deși multe boli sunt produse de virusuri care pătrund în organismele vii, parazitându-le și chiar producându-le moartea, ele nu sunt încadrate între organismele celulare pentru că nu se respectă principiul de bază al **teoriei celulare**. Virusurile au o structură acelulară (nucleocapsidă = genom viral și capsidă proteică, acoperite uneori de o anvelopă – fig. 1. a), comparativ cu structura celulară, mai simplă, necompartimentată la bacterii (fig. 1. b) sau compartimentată și cu materialul genetic protejat în nucleu la celula animală (fig. 1. c).

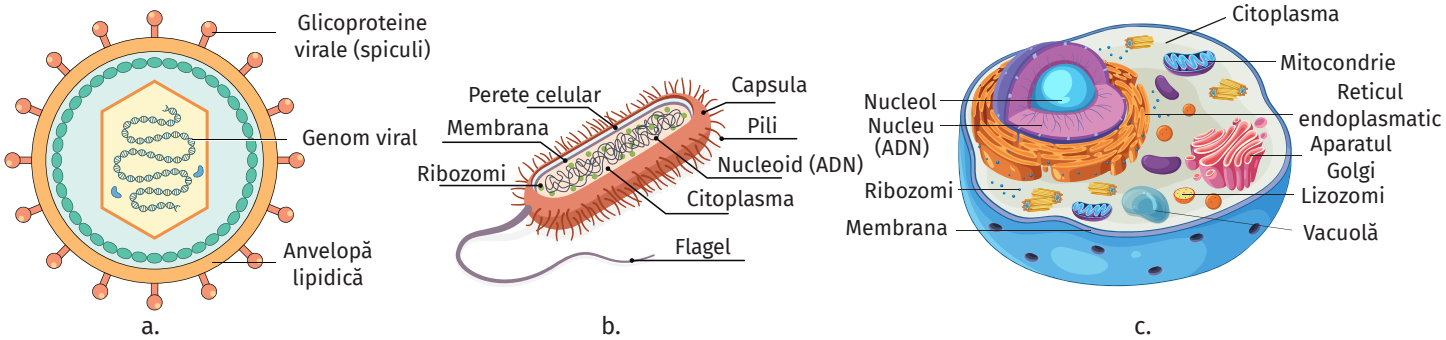


Fig. 1. Forme de organizare acelulare și celulare: a. – Virus; b. – Bacterie; c. – Celulă eucariotă animală

Virusurile (lat. *virus* – otravă) **nu sunt considerate vii**, deoarece:

– sunt **acelulare** (nu au componentele de bază ale unei celule, au doar material genetic – fie ADN, fie ARN și o capsidă proteică);

– sunt entități infecțioase, parazite obligatoriu intracelular, în afara gazdei parazitate fiind biologic inactive: nu se hrănesc, nu respiră și nu produc energie singure, deci nu au un metabolism propriu;

– nu au capacitate de autoreproducere.

Există biologi care consideră că virusurile sunt vii, pentru că au informație genetică și pot suferi mutații, deci evoluează, adaptându-se rapid la diferite gazde și la mecanismele de apărare ale acestora.

Dacă virusurile nu sunt vii și nu au mecanisme proprii de funcționare, atunci cum reușesc totuși să se înmulțească?

Virusul nu se divide, așa cum face o celulă. El nu „crește” și nu se dublează. În schimb, pătrunde în celulă și îi folosește mecanismele pentru a produce copii ale propriului material genetic și ale proteinelor sale. Acest proces se numește **multiplicare** (fig. 2).

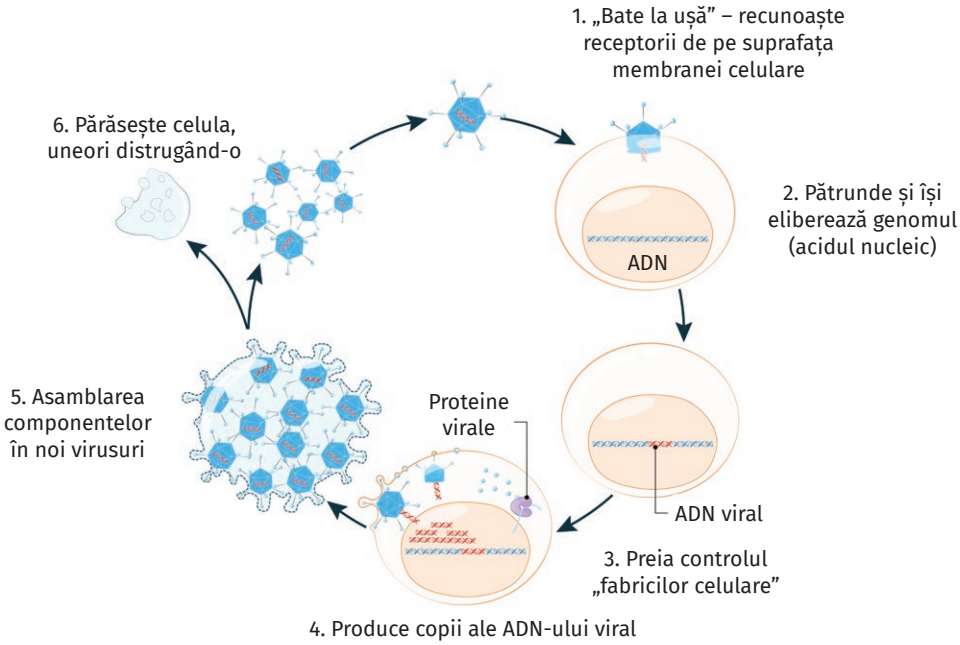


Fig. 2. Etapele multiplicării virale în celula-gazdă a unui adenovirus

Dacă vrei să știi mai mult!

- **Virusurile ARN** (virusul gripal, coronavirusurile) evoluează rapid pentru că acumulează multe mutații într-un timp scurt, se pot recombina (rezultând tulpini noi, care nu vor mai fi recunoscute de sistemul imunitar al organismului) și se adaptează rapid la o nouă gazdă (pot trece de la animale la om).
- Unele **viroze** (boli produse de virusuri) pot fi letale, de exemplu, la om, virusul HIV (**H**uman **I**mmunodeficiency **V**irus) produce SIDA, care distruge sistemul imunitar al gazdei.
- Există entități infecțioase, mult mai simple decât virusurile: **viroizii** și **prionii**. **Viroizii** au material genetic ARN și provoacă boli la plantele superioare. **Prionii** sunt mici particule proteice infecțioase care provoacă boli neurodegenerative: boala vacii nebune, scrapie la ovine și caprine, boala Kuru și boala Creutzfeldt-Jacob la om, cu pierderea controlului motor și comportamente neobișnuite.

Concluzie Moleculele unei celule (proteine, ADN, lipide) nu sunt vii luate separat. Viața apare doar când aceste componente sunt organizate într-o structură delimitată de membrană, capabilă să producă energie și să se autoregleze, adică celula. Virusurile sunt entități infecțioase, submicroscopice, lipsite de organizare celulară, strict parazite intracelular.

Gândește critic!

Faptul că virusurile sunt inerte în afara gazdei (nu se hrănesc, nu respiră, nu se înmulțesc) poate fi interpretat ca un progres sau ca un regres biologic? Argumentează!

Interpretează!

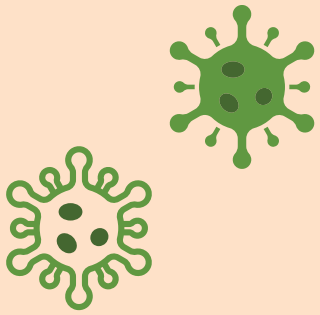
Medicul microbiolog, academicianul Nicolae Cajal spunea: *Virusurile bat la poarta vieții.* Explică!

Știai că?

- Celula a fost descoperită de Robert Hooke în 1665, în timp ce studia secțiuni fine din tulpini de plută folosind microscopul; le-a denumit celule (lat. *cellula* = camera mică) în lucrarea *Micrographia*.
- Virozele nu se tratează cu antibiotice. Vaccinurile se pot dovedi eficiente ca metode de prevenție, deoarece stimulează sistemul imunitar să producă anticorpi, fără a produce boala.
- Majoritatea speciilor virale sunt de 100 de ori mai mici decât bacteriile.

Aplicații

1. Alege varianta corectă.



1. Virusurile sunt considerate nevii, deoarece:
   a. au structură celulară;
   b. au capsidă;
   c. au ADN sau ARN;
   d. sunt lipsite de metabolism.
2. Celula este unitatea genetică a materiei vii, deoarece:
   a. are membrană, citoplasmă și nucleu;
   b. realizează funcțiile organismului;
   c. este cea mai mică parte din orice organism;
   d. deține și transmite informația genetică.

2. Decizie și justificare!

Ești ministrul sănătății și trebuie să formulezi poziții oficiale în situații care implică sănătatea publică și decizii interinstituționale. Formulează o **decizie** și **argumentează științific**, pentru fiecare situație!

1. Un număr mare de persoane solicită antibiotic pentru tratarea gripei.
2. Populația întreabă de ce vaccinul antigripal nu oferă protecție pe viață.
3. Ministerul Economiei solicită o analiză privind impactul creșterii prețului produselor de igienă asupra stării de sănătate a populației.

3. Studiu de caz: Codul evadat: Este virusul un software biologic sau o formă de viață?

Context: În anul 2023, cercetătorii din domeniul biologiei sintetice au reușit să creeze în laborator „virusuri terapeutice” – entități artificiale programate să pătrundă doar în celulele canceroase pentru a le distruge, fără a afecta celulele sănătoase. Aceste entități nu au metabolism, nu respiră și sunt complet inactive în afara „gazdei-computer” (celula), exact ca un stick USB care așteaptă să fie introdus într-un port USB.

1. **Analiză:** Dacă acest „virus terapeutic” suferă o mutație și începe să se adapteze rapid, schimbându-și modul de atac pentru a supraviețui mecanismelor de apărare ale celulei, poate fi considerat „viu”?
2. **Dezbatere:** Folosind teoria celulară, argumentează de ce, deși acest virus „reprogramează” activitatea celulară, rămâne o entitate acelulară și nu devine organism propriu-zis.
3. **Reflecție critică:** În cazul unui virus creat de om, care are un scop precis și un cod genetic „scris” pe calculator, crezi că această entitate este mai aproape de un robot microscopic sau de o fărâmă de viață? Argumentează răspunsul, folosind termenul de „metabolism propriu”.

4. Checklist (Listă de verificare)! Bifează ce știi să explici după această lecție.

- ☐ De ce virusurile nu se pot înmulți pe mânerul unei uși.
- ☐ De ce antibioticele nu acționează asupra virusurilor.
- ☐ De ce spălatul pe mâini poate distruge virusurile, înainte de infectare.
- ☐ De ce virusurile pot depăși barierele de specie, adaptându-se ușor la alte gazde, de exemplu de la animale la om.

De ce vaccinurile gripale se actualizează periodic?

2. Tipuri fundamentale de celule – procariote și eucariote

Dacă celula procariotă ar fi o garsonieră minimalistă, cu ADN-ul „pe jos", în citoplasmă, atunci celula eucariotă ar fi o vilă de lux, ultra-compartimentată, unde nucleul are seiful lui propriu (anvelopa), iar mitocondriile și cloroplastele au camere separate. Deși diferite, celula procariotă – eficientă și rapidă și cea eucariotă – complexă și organizată, ambele celule susțin show-ul vieții!

Termeni-cheie:

procariot, eucariot, nucleoid, nucleu, membrană, citoplasmă, organite celulare.

Primele organisme care au populat Pământul, acum aproximativ 3,5 miliarde de ani, au fost procariotele. De atunci, ele au evoluat continuu, diversificându-se și adaptându-se la toate mediile de viață.

Celula procariotă (din gr.: *pro* – înainte, *karyon* – nucleu) nu are nucleu individualizat, adevărat. Materialul genetic nefiind protejat de un înveliș nuclear, vine în contact direct cu citoplasma și se numește **nucleoid**. De dimensiuni microscopice, celula procariotă are o structură mult mai puțin compartimentată decât cea eucariotă, din exterior spre interior observându-se (fig. 1):

a. Învelișuri:

– **capsulă:** protejează celula împotriva deshidratării sau de sistemul imunitar al gazdei;

– **perete celular:** un înveliș rigid, deasupra membranei, care conferă formă celulei, protecție și rezistență; conține , de regulă, **peptidoglican** (mureină);

– **membrana plasmatică:** un înveliș subțire și deformabil, care delimitează celula, controlează schimburile de substanțe dintre celulă și mediul exterior, permite comunicarea cu alte celule; poate prezenta: **flagelii,** pentru locomoție, iar pentru atașare de suprafețe – **fimbriile.**

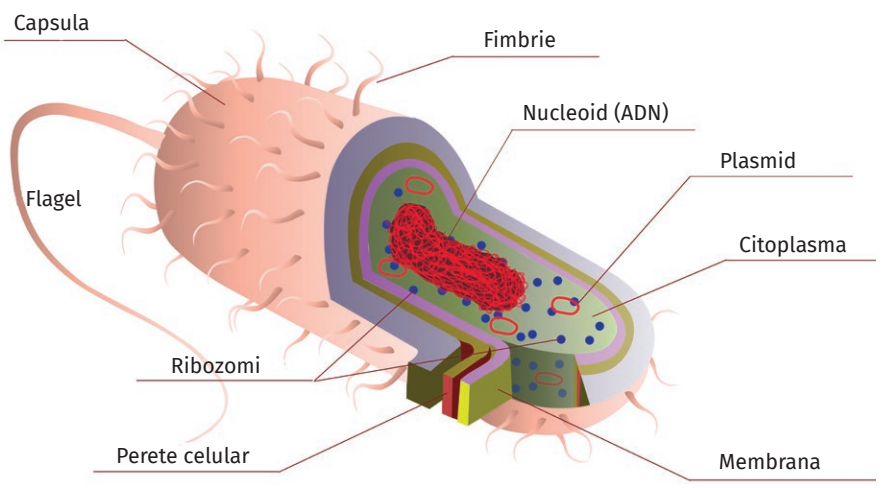


Fig. 1. Celula procariotă

b. Citoplasma, substanța gelatinoasă din interiorul celulei, reprezintă sediul reacțiilor chimice celulare. Este necompartimentată și lipsită de curenți citoplasmatici. Conține un citoschelet simplu și rudimentar, ribozomi (organite celulare fără membrană) și incluziuni citoplasmatice.

c. Material genetic reprezentat de:

– **nucleoid:** materialul genetic principal al celulei, reprezentat de o macromoleculă de ADN, circulară, dublu catenară, sub forma unui cromozom; este lipsit de înveliș nuclear;

– **plasmide:** materialul genetic accesoriu al celulei, care conține macromolecule de ADN, de regulă circular; acestea conferă bacteriilor avantaje, spre exemplu rezistența la antibiotice.

Rol: Bacteriile participă la circuitul materiei în natură (ca descompunători), sunt utilizate în industria alimentară (pentru fermentații), biotehnologii (utilizarea în producerea de vaccinuri, antibiotice, aditivi alimentari, biodegradarea deșeurilor etc.), dar există și mulți agenți patogeni care determină boli, numite bacterioze.

Celula eucariotă (din gr.: *eu* – adevărat, *karyon* – nucleu) prezintă o organizare internă mai complexă decât a celei procariote, având un nucleu bine individualizat, delimitat de anvelopă nucleară și organite membranare specializate.

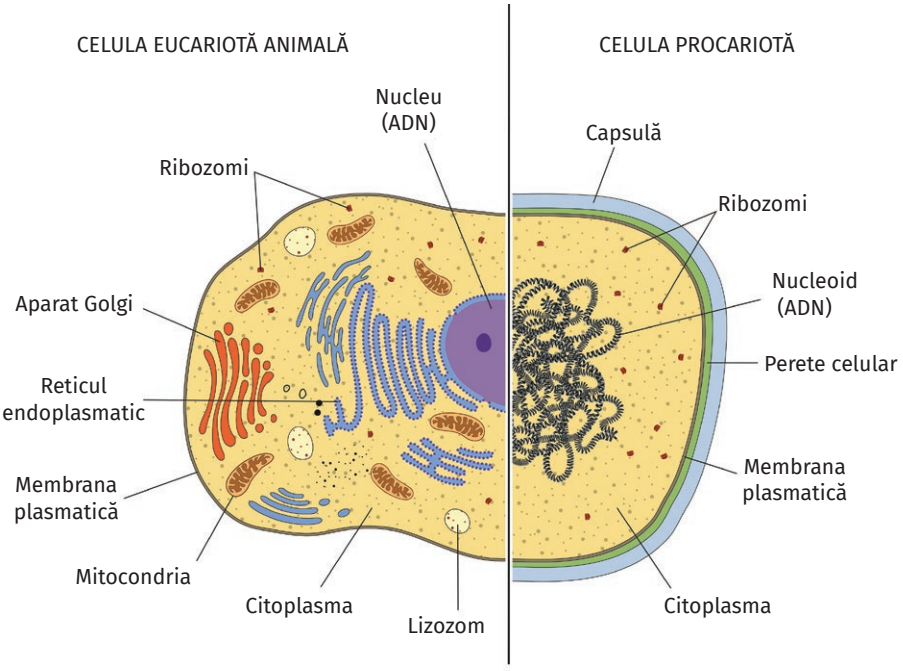


Fig. 2. Reprezentare comparativă a ultrastructurii celulei eucariote (stânga) și procariote (dreapta)

Dacă vrei să știi mai mult!

- În secolul al XIX-lea, fizicianul danez Hans Christian Gram a clasificat bacteriile, în funcție de diferențele în compoziția peretelui celular, în bacterii Gram-pozitive și Gram-negative. Această clasificare este importantă în identificarea tipului de infecție bacteriană (Gram-pozitivă sau Gram-negativă) și în alegerea unui tratament adecvat. Bacteriile Gram-negative (*Escherichia coli*, *Salmonella*, *Pseudomonas aeruginosa* și *Klebsiella)* pot prezenta rezistență crescută la antibiotic. Acestea au, în plus, o membrană externă care acoperă peretele celular, împiedicând pătrunderea multor antibiotice și crescând astfel riscul apariției infecțiilor rezistente.

Celula eucariotă	Celula procariotă	Rol
Învelișuri celulare		
Perete celular la celula vegetală, fungică	Capsulă; Perete celular	Protecție; asigură forma celulei
Membrană celulară	Membrană celulară	Schimburi de substanțe cu mediul; protecție și formă (la celula animală)
Citoplasmă		
Hialoplasmă (citosol): sol (fluid) ↔ gel	Hialoplasmă (citosol) – uniformă	Mediu pentru reacțiile chimice
Organite celulare: numeroase	**Organite celulare**	Roluri diverse în cadrul celulei
Mitocondrii	-	Furnizează energie celulei
Plastide – în celula vegetală	-	Sinteza și depozitarea substanțelor organice
Aparatul (complexul) Golgi	-	Secreția celulară
Reticulul endoplasmatic	-	Transportul intracelular și sinteză de substanțe
Lizozomi	-	Rol în digestia intracelulară
Ribozomi: structuri celulare nemembranare	Ribozomi	Sinteza proteinelor
Material genetic – ADN bicatenar		
ADN liniar – cromatină – cromozomi – număr constant pentru fiecare specie; existent în nucleu, mitocondrii, cloroplaste	**ADN circular:** existent în **nucleoid** (formează un singur cromozom) și în **plasmide**	Stocarea, transmiterea și exprimarea informației genetice
Nucleu – delimitat de citoplasmă prin anvelopă nucleară (membrană nucleară dublă)	**Nucleoid:** zonă mai densă a citoplasmei, fără înveliș membranar	**Nucleu** – coordonarea întregii activități celulare

Concluzie Celulele procariote și eucariote au o structură de bază comună, dar diferă prin complexitate. Procariotele au o organizare celulară mai simplă, fără nucleu delimitat, iar eucariotele sunt mai complexe, prezentând nucleu și organite. Aceste diferențe reflectă diversitatea și evoluția organismelor vii. Apariția celulei eucariote a fost urmată de creșterea dimensiunii celulare și de formarea organismelor pluricelulare.

Știința în context

Cum acționează antibioticele?

Multe antibiotice, precum penicilina, inhibă sinteza peretelui bacterian. Acestea blochează enzimele care „leagă" peptidoglicanul în timpul construcției peretelui celular, lăsând bacteria fără protecție. În absența unui perete rezistent, bacteria nu mai poate face față presiunii osmotice interne și suferă liză.

Știai că?

- Pentru a forma un milimetru este nevoie de 1 000 de bacterii (de câte 1 µm) aliniate cap la cap.
- Structurile denumite „mezozomi", descrise în trecut în bacterii, sunt astăzi recunoscute în literatura de specialitate ca **artefacte experimentale** (resturi/efecte ale tehnicilor de fixare pentru microscopie electronică), nu ca structuri reale ale celulei (conform *https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/6796029/*).

Ce importanță are modul de acțiune al antibioticelor, în cazul în care trebuie să le utilizezi? Argumentează!

Aplicații

1. Alegere dublă. Stabilește calitatea de A/F și modifică enunțul pentru a deveni adevărat.

☐ 1. Celula animală prezintă o vacuolă mare, centrală, cu rol în asigurarea echilibrului hidric.

☐ 2. Celulele: procariotă, fungică și vegetală au în comun peretele celular, dar cu o compoziție diferită.

2. Corpul tău conține aproximativ 30–37 de trilioane de celule umane și un număr aproape egal de bacterii (microbiomul), localizate în special în intestin. Deși sunt la fel de numeroase, bacteriile reprezintă doar circa **2%** din masa ta corporală.

a. **Calculează** masa bacteriilor din propriul corp, raportându-te la o medie de 2% din masa corporală.

b. **Compară** volumul unei celule procariote cu cel al unei celule eucariote, pornind de la raportul calculat (număr similar de celule, dar masă totală diferită).

c. **Argumentează** de ce bacteriile, organisme simple, s-au adaptat la toate mediile de viață: aer, apă, sol, corpul organismelor.

3. Alarmă biologică: Biofilmul – amenințare sau utilitate?

Accesează codul QR, vizionează videoclipul și apoi citește textul.

Pe suprafața legumelor, fructelor sau a echipamentelor din industria alimentară se pot forma biofilme – pelicule invizibile alcătuite din bacterii și alte microorganisme care se fixează pe suprafețe umede și secretă substanțe lipicioase ce le protejează. În interiorul biofilmului, microorganismele devin mult mai rezistente la dezinfectanți și antibiotice. Dacă pelicula se rupe, bacterii precum Salmonella sau Escherichia coli pot ajunge în alimente și pot provoca toxiinfecții alimentare. De aceea, curățarea și dezinfectarea riguroasă a suprafețelor sunt esențiale.

☐ Precizează un avantaj/un dezavantaj al biofilmului.

☐ Placa bacteriană de pe suprafața dinților este tot un biofilm. De ce o simplă clătire a gurii cu apă nu este suficientă pentru a o îndepărta?

3. Originea și diversitatea celulelor eucariote

Termeni-cheie:

endosimbioză, cianobacterie, celulă-gazdă ancestrală, variabilitate dimensională, morfologică; specializare funcțională.

Cu miliarde de ani în urmă, într-o lume microscopică, o celulă care avea nevoie de hrană a „înghițit" o bacterie, dar nu a digerat-o. Aceasta a început să producă energie din care a primit și celula-gazdă. S-a produs astfel „o afacere de succes" care s-a extins, asociindu-se și cu alte bacterii noi „înghițite" care au realizat fotosinteză, oferind gazdei noi substanțe. Această colaborare a favorizat evoluția vieții.

Pe parcursul istoriei evolutive a vieții pe Pământ, celulele au suferit diferite modificări structurale și funcționale majore, care au permis trecerea de la microorganisme procariote simple la organisme complexe. Prezența mitocondriilor și a cloroplastelor în interiorul celulei eucariote – organite complexe care funcționează ca niște „centrale energetice" și „fabrici de substanțe organice", prezentând similitudini izbitoare cu bacteriile – a stârnit timp de decenii curiozitatea comunității științifice. Biologul Lynn Margulis (1967) a fost cea care a fundamentat **teoria endosimbiontă**. Conform acesteia, originea celulelor eucariote este rezultatul înglobării și conviețuirii armonioase a unor celule procariote în interiorul unei celule-gazdă.

Scanează codul QR și urmărește filmulețul *Endosimbioza*. Pe baza informațiilor prezentate în acest film didactic, utilizând noțiunile următoare: *bacterie aerobă, celulă procariotă ancestrală, cianobacterie, formarea nucleului (pliuri desprinse din suprafața membranei), eucariot ancestral,* identifică structurile notate de la 1 la 5 pe imagine (fig. 1):

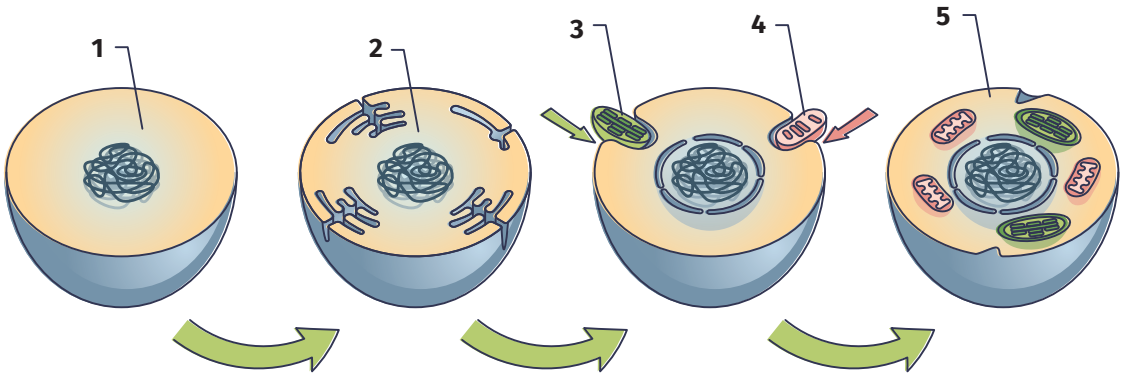
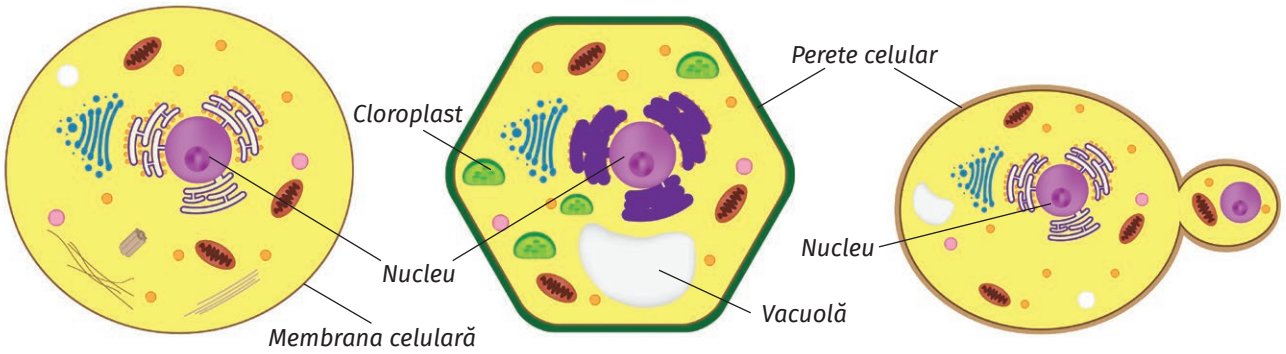


Fig. 1. Procesul de endosimbioză

În prima etapă, o celulă procariotă ancestrală a înglobat o bacterie aerobă (capabilă să utilizeze oxigenul pentru generarea de energie); aceasta, fiind inițial inclusă într-o veziculă, a evoluat ulterior într-un organit celular specializat – **mitocondria**, stabilindu-se astfel o relație de interdependență obligatorie (simbioză) cu celula-gazdă. Într-un stadiu evolutiv ulterior, o celulă eucariotă timpurie a înglobat o cianobacterie fotosintetizatoare, care s-a transformat în plastidul (**cloroplastul**) celulei vegetale.

Dovezile moleculare și structurale care susțin această teorie sunt evidente: ambele organite de origine endosimbiontă sunt delimitate de o membrană dublă, posedă un genom propriu format din ADN circular (de tip procariot) și se multiplică independent prin diviziune directă.

Spre deosebire de procariote, celula eucariotă (fig. 2) posedă un nucleu individualizat și o citoplasmă compartimentată în organite membranare (cu excepția ribozomilor și centrozomului). Această delimitare concentrează enzimele, accelerează reacțiile și izolează procesele biochimice incompatibile. Apariția organitelor a sporit eficiența metabolică, propulsând evoluția spre apariția organismelor pluricelulare și spre specializare celulară în forme și dimensiuni adaptate diverselor funcții fiziologice.



a. animală *b. vegetală* *c. fungică*

Fig. 2. Tipuri de celule eucariote

Celula animală	Celula vegetală	Celula fungică
– nu are perete celular; – membrana celulară conferă plasticitate și modificarea formei (pentru hrănire, deplasare etc.); – sistem vacuolar slab dezvoltat; – nu prezintă cloroplaste; – rezervele glucidice – glicogen.	– peretele celular conține celuloză care îi conferă rigiditate, oferind celulei formă fixă (adesea poligonală); – sistem vacuolar bine dezvoltat; – prezintă cloroplaste; – rezerve glucidice – amidon.	– corpul organizat în filamente lungi (hife); – prezintă perete celular impregnat cu chitină; – nu prezintă cloroplaste. – acumulează ca substanțe de rezervă glicogen și lipide.

Celulele eucariote prezintă o remarcabilă variabilitate dimensională și morfologică, determinată direct de specializarea lor funcțională.

Dimensiunile celulelor (fig. 3) sunt extrem de variate, situându-se, în general, între 20 și 40 µm (1 micrometru = 0,001 mm). Există și celule care depășesc considerabil aceste valori, fiind vizibile chiar și cu ochiul liber (de exemplu, ovulele, celulele mari, pline cu suc vacuolar, din pulpa fructelor citricelor sau fibrele textile vegetale).

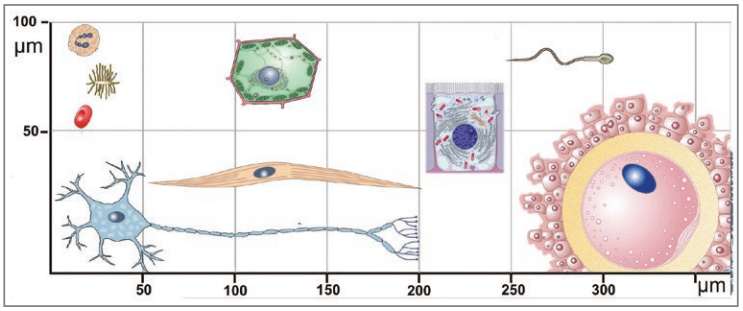


Fig. 3

Observă celulele umane din fig. 4 și asociază numerele cu forma și denumirea, utilizând informații din text.

Forma celulelor este diversă, putând fi:

- **sferică/ovală:** globulele albe (leucocitele), ovulele, dar și celulele drojdiilor (fungi) sau algele verzi unicelulare (*Chlorella*);
- **disc biconcav:** globulele roșii (hematii);
- **stelată:** neuronii (celulele nervoase), osteocitele (celule osoase mature);
- **fusiformă:** celulele musculare netede și fibrele de sclerenchim (țesut vegetal de susținere).

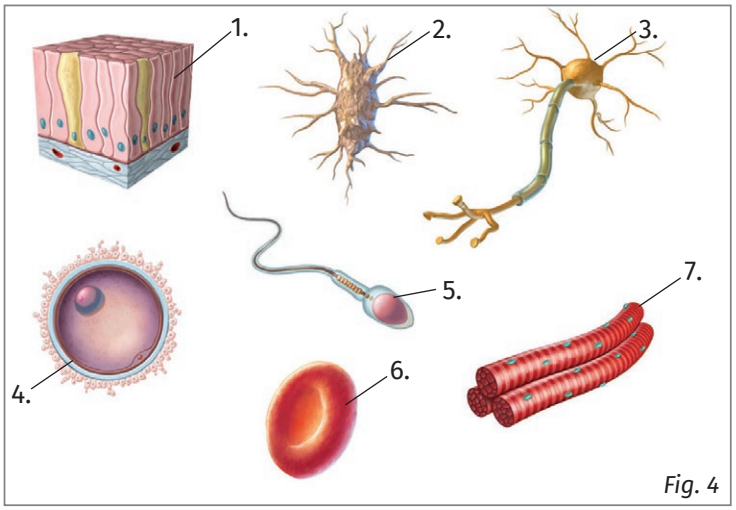


Fig. 4

- **pavimentoasă** (turtită): endoteliul capilarelor, alveolele pulmonare, dar și celulele epidermei;
- **poligonală:** hepatocitele (celulele ficatului), celulele parenchimului clorofilian (din frunze);
- **cilindrică (prismatică):** celulele din mucoasa intestinală, celulele traheelor/traheidelor (vasele conducătoare lemnoase ale plantelor);
- **cubică:** celulele din canalele unor glande endocrine (tiroidă) sau din tubii renali ai rinichiului;
- **cilindrică/alungită:** fibrele musculare striate (scheletice).

Concluzie

Celula eucariotă a evoluat prin endosimbioze succesive între o celulă-gazdă ancestrală și procariote capabile să furnizeze energie și să producă substanțe organice, care au fost transformate ulterior în mitocondrii și cloroplaste. Acestea și-au păstrat caracteristicile procariote native, precum ADN-ul circular și diviziunea directă. Compartimentarea internă prin membrane și individualizarea nucleului au optimizat procesele metabolice, iar această complexitate structurală a permis ulterior specializarea funcțională și diversificarea morfologică a celulelor în organismele pluricelulare animale și vegetale.

Știai că?

- Cele mai mici eucariote libere sunt: alga marină *Ostreococcus tauri* (0,8 µm în diametru); în corpul uman: spermatozoidul, ca volum (capul acestuia măsoară 3-5 µm), hematiile – 7-8 µm diametru; celulele granulare din cerebel – 5 µm;
- Cele mai mari celule din lumea vie sunt adesea adaptate pentru a stoca substanțe nutritive sau pentru a îndeplini funcții de lungă durată: oul de struț înainte de fecundare (ovul) are 15-18 cm lungime și 1,5 kg; cel mai mare organism unicelular (celulă gigantică multinucleată) – alga *Caulerpa taxifolia* (30 cm-3 m); în organismul uman – cel mai mare volum: ovulele – 100-200 µm; fibra musculară striată – 15 cm; cea mai lungă celulă este neuronul motor (poate depăși 1 m), iar la animale precum girafa, un singur neuron poate depăși 3 m.

Aplicații

A. Alege varianta corectă (un singur răspuns).

1. Teoria endosimbiotică explică originea căror organite celulare?
   a. reticulul endoplasmatic și aparatul Golgi;
   b. mitocondriile și cloroplastele;
   c. lizozomii și ribozomii;
   d. ribozomii și cloroplastele.
2. Originea procariotă a mitocondriei este susținută de:
   a. prezența unei membrane simple și a unui nucleu individualizat;
   b. absența totală a proteinelor structurale;
   c. prezența unui ADN propriu, circular, asemănător celui bacterian;
   d. prezența enzimelor oxidoreducătoare.
3. Cloroplastele au apărut prin endosimbioza dintre o celulă-gazdă și:
   a. o bacterie aerobă heterotrofă;
   b. o cianobacterie (bacterie fotosintetizatoare);
   c. un virus complex;
   d. o bacterie care producea energie.

2. Adevărat sau fals? Dacă apreciați că afirmația este adevărată, scrieți litera **A**, iar dacă apreciați că afirmația este falsă, scrieți litera **F** și modificați parțial afirmația pentru a deveni adevărată.

1. Fibra musculară striată are formă cilindrică.
2. Mitocondria a luat naștere prin pătrunderea în celula procariotă a unei cianobacterii.
3. Celulele vaselor conducătoare au formă rotundă și au pereții îngroșați.
4. Plastidul s-a format dintr-o bacterie aerobă.
5. Neuronii au forma adaptată pentru transmiterea informației de la o celulă la alta.
6. Teoria endosimbiontă afirmă că originea celulelor procariote este în celulele eucariote.

4. Componentele celulei eucariote

Celula eucariotă este ca un „oraș microscopic” care ne ține în viață. Este înconjurată de ziduri de protecție: membrana celulară și peretele celular, pentru celula vegetală și fungică. Are un centru de comandă – nucleul, centrale care furnizează energie – mitocondrii, un captator de energie solară – cloroplastul și numeroase alte organite celulare, toate acestea comunicând prin intermediul citoplasmei.

Termeni-cheie:

celulă eucariotă, membrană celulară, perete celular, citoplasmă, nucleu, mitocondrie, plastid, cloroplast.

Înțelegerea vieții este legată de cunoașterea organizării și funcționării **celulei eucariote** (fig. 1), o structură complexă aflată la baza organizării protistelor, cromistelor, fungilor, plantelor și animalelor.

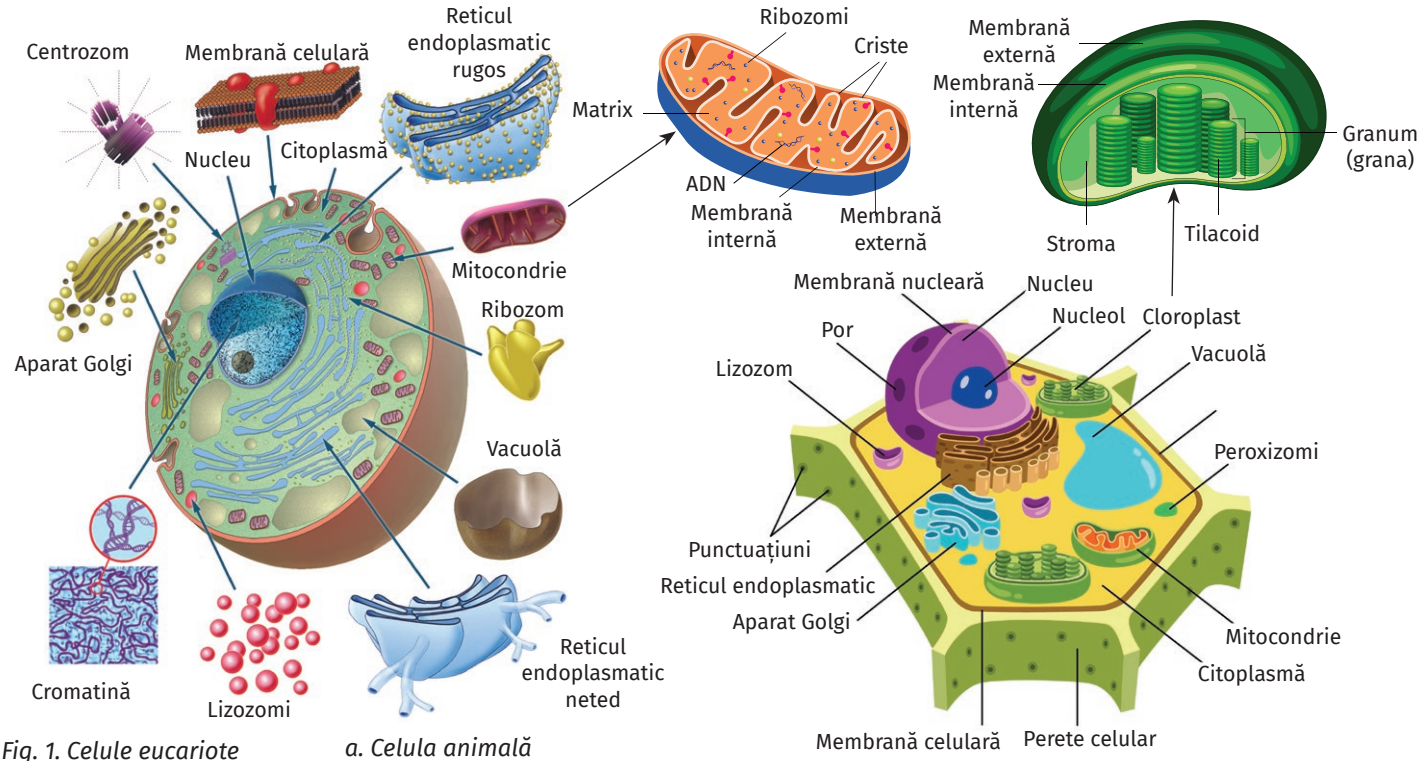


Fig. 1. Celule eucariote

a. Celula animală

b. Celula vegetală

Structura celulei eucariote cuprinde:

➔ **a. Învelișuri celulare:**

l. Membrană celulară (plasmalema): existentă la toate celulele. Are rol în delimitarea celulei de mediul extern și determină forma celulelor lipsite de perete celular. Structura sa lipoproteică este descrisă prin *modelul mozaicului fluid* (fig. 2), structură care permite membranei să-și exercite funcțiile de:

– realizare a schimburilor de substanțe cu mediul extern (facilitează trecerea nutrienților și eliminarea deșeurilor prin intermediul proteinelor transportoare); această funcție este datorată permeabilității selective a membranei;

– comunicare celulară (receptorii proteici preiau semnalele din exterior);

– recunoaștere celulară, prin glicoproteine și glicolipide de la suprafața membranei, care acționează ca markeri chimici.

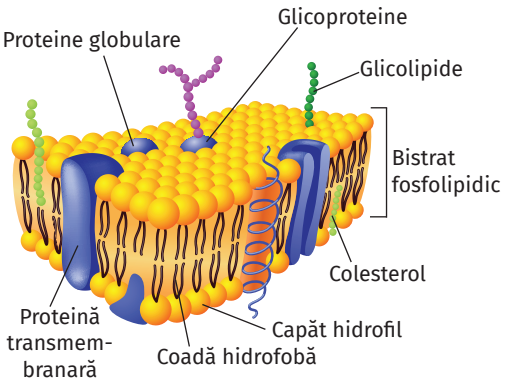


Fig. 2. „Modelul mozaicului fluid” – bistrat fosfolipidic cu proteine inclavate și lanțuri glucidice atașate

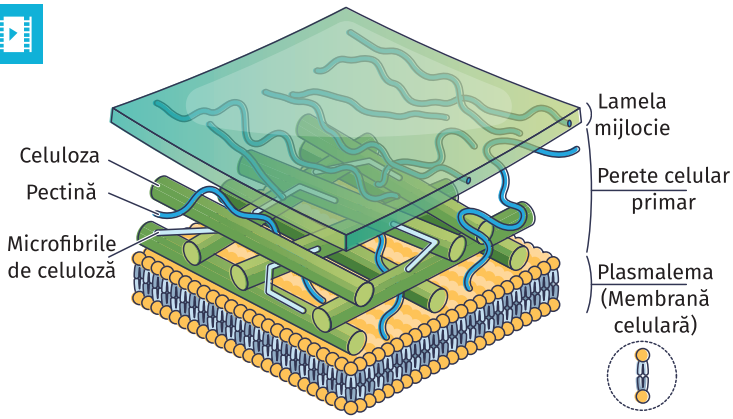


Fig. 3. Structura peretelui celular la plante

2. Perete celular: situat deasupra membranei celulare, este specific **celulelor vegetale** și **fungice.** Acesta conține polizaharide cu structură fibrilară: celuloză (la plante – fig. 3) și chitină (la fungi). La plantele superioare există un perete celular primar, format în principal din celuloză, hemiceluloză și pectină. Pe parcursul creșterii și specializării celulelor vegetale (de exemplu, în țesutul conducător lemnos) se formează peretele secundar, îngroșat prin depunerea de lignină – o substanță impermeabilă care conferă rigiditate și rezistență mecanică.

Peretele celular este rigid, având rolul de a menține forma celulei, de a asigura protecție împotriva presiunii osmotice interne și de a conferi rezistența mecanică a țesuturilor. Pereții celulelor vegetale vecine sunt solidarizați prin intermediul lamelei mijlocii. Comunicarea și schimbul de substanțe dintre citoplasmele celulelor adiacente se realizează prin plasmodesme – punți citoplasmatice fine care traversează peretele celular și lamela mijlocie.

➔ **b. Citoplasma** conține hialoplasmă (citosol), organite și citoschelet.

Hialoplasma este o soluție coloidală, vâscoasă, cu aspect de gel, incoloră și transparentă. Aceasta conține o cantitate mare de apă, mediu care favorizează desfășurarea reacțiilor chimice. În funcție de anumiți factori (temperatură, unele substanțe sau starea de activitate a celulei), soluția coloidală poate trece din starea de sol (fluidă, caracteristică celulelor tinere) în cea de gel (vâscoasă, specifică celulelor îmbătrânite). Creșterea temperaturii la peste 50-60°C determină denaturarea proteinelor și coagularea ireversibilă a citoplasmei.

Citoscheletul este o rețea complexă, formată din filamente proteice. În structura sa există trei tipuri de fibre: microtubuli, filamente intermediare și microfilamente (fig. 4) care mențin forma celulei și permit mișcarea organitelor intracelulare.

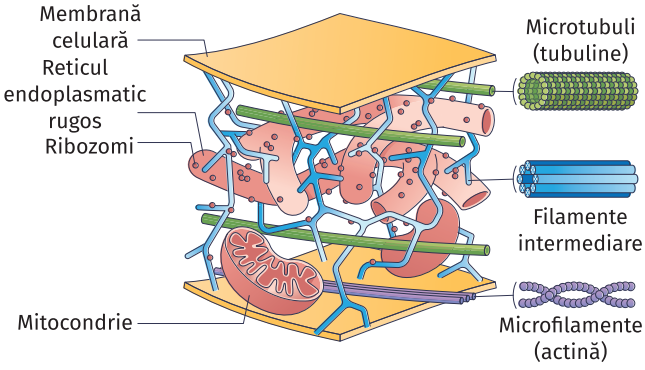


Fig. 4. Structura citoscheletului

➔ **c. Nucleul** este un component major al eucariotelor. Majoritatea celulelor sunt mononucleate, dar există și celule polinucleate (fibra musculară striată) sau anucleate la maturitate (hematia adultă de la mamifere). Ocupă o poziție centrală (în celula adipoasă) sau periferică (în fibra musculară striată).

Nucleul (fig. 5) este delimitat de o **anvelopă nucleară** (membrană nucleară dublă) cu ribozomi pe fața externă și cu pori care controlează schimbul de substanțe cu citoplasma. În interior se află **nucleoplasma**, care conține **cromatina** (ADN și proteine histonice), difuză între diviziuni, când cromozomii nu sunt individualizați. Tot aici se găsesc **1-3 nucleoli**, structuri dense, sferice, care sintetizează ARN-ul ribozomal și asamblează subunitățile ribozomale, folosind proteine citoplasmatice. Are rol în coordonarea proceselor celulare (precum sinteza proteinelor și diviziunea celulară), precum și în stocarea și transmiterea informației genetice prin intermediul cromozomilor.

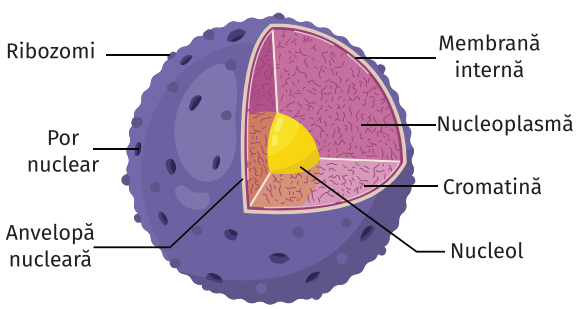
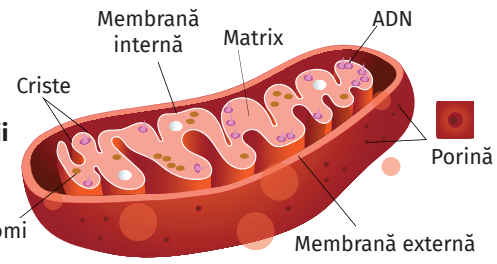


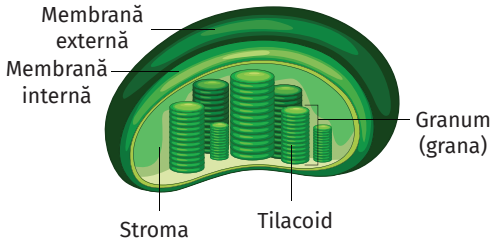
Fig. 5

Organite celulare cu membrană dublă

Mitocondrii



Plastide



Mitocondriile („centralele energetice" celulare) sunt organite alungite, delimitate de un înveliș dublu. Membrana externă este netedă, iar cea internă este pliată în criste care conțin enzime oxidoreducătoare (citocromi). În matricea mitocondrială se găsesc ADN, ARN, ribozomi și enzime.

Rolul principal este producerea de energie prin respirație celulară: oxidarea substanțelor organice cu producere de energie care se stochează în ATP. Numărul lor variază în funcție de activitatea metabolică a celulei, fiind abundente în celulele hepatice, musculare și neuroni.

Plastidele, organite specifice celulelor vegetale și unor protiste; în funcție de pigmenții conținuți, sunt:

- **Cromoplaste:** au pigmenți carotenoizi care dau culoarea galbenă, portocalie sau roșie florilor, fructelor și a unor rădăcini (morcov).
- **Leucoplaste:** lipsite de pigmenți, stochează substanțe de rezervă (amidon, proteine, lipide).
- **Cloroplaste:** conțin clorofilă și realizează fotosinteză. Au o membrană dublă și substanță fundamentală (**stromă**) cu formațiuni numite **grana** (discuri tilacoidale suprapuse), care conțin pigmenții fotosintetizatori.

Concluzie Celula eucariotă prezintă: o membrană celulară, care asigură comunicarea celulei cu exteriorul, uneori și perete celular – înveliș exterior de apărare al celulei vegetale și fungice, citoplasma – mediul de desfășurare pentru majoritatea reacțiilor chimice (cu numeroase organite celulare, printre care mitocondrii – „uzine energetice" ale celulei și cloroplaste – sediul fotosintezei), precum și nucleul – centrul de comandă al celulei.

Aplicații

1. Alegere simplă (Este corectă o singură variantă de răspuns.)

1. Peretele celular:
   a. este prezent la celula animală;
   b. apare și la fungi;
   c. înlocuiește membrana celulară la plante;
   d. are o structură lipoproteică.
2. Nucleul:
   a. lipsește la fungi;
   b. prezintă o membrană simplă;
   c. este bine individualizat la eucariote;
   d. are rol în producerea energiei.

2. Alegere dublă: Adevărat sau fals?

1. Moleculele de lignină intră în structura peretelui celular la celula fungică.
2. Procesul de sinteză a proteinelor se finalizează în nucleu.
3. Membrana celulară are permeabilitate selectivă.
4. Anvelopa nucleară prezintă atașați ribozomi, la exterior.
5. Receptorii proteici au rol în transportul substanțelor.

Știai că?

- Teoria „mozaicului fluid" (propusă de S. J. Singer și G. L. Nicolson, în 1972) prezintă membrana celulară ca pe o structură dinamică, flexibilă, compusă dintr-un amestec de molecule (fosfolipide, proteine, carbohidrați) care se deplasează lateral într-un strat fluid, asemănător unor „aisberguri" care plutesc pe ocean.
- Celulele miocardului (mușchiul inimii) prezintă structuri numite desmozomi, prin care sunt strâns conectate și joncțiuni de tip gap, prin care comunică celulele adiacente.

5. Componentele celulei – detalii de structură și funcții. Organitele celulare

Termeni-cheie:

organite comune: reticul endoplasmatic, aparat Golgi, ribozomi, lizozomi; organite specifice: vacuole, centrozom, miofibrile, neurofibrile, corpi Nissl, cili, flageli, incluziuni citoplasmatice.

În celulele eucariote, prin plierea și compartimentarea membranelor celulare, au apărut organite de forme și dimensiuni variate, situate în citoplasmă. Acestea diferă ca structură, compoziție chimică și funcție îndeplinită în viața celulei. În citoplasmă există, de asemenea, structuri fără membrană proprie, precum și incluziuni citoplasmatice – substanțe rezultate în urma metabolismului celular.

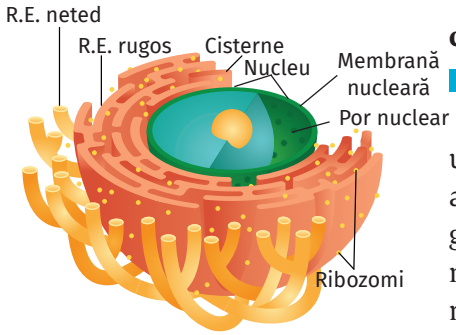


Fig. 1

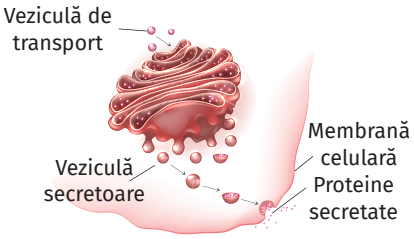


Fig. 2

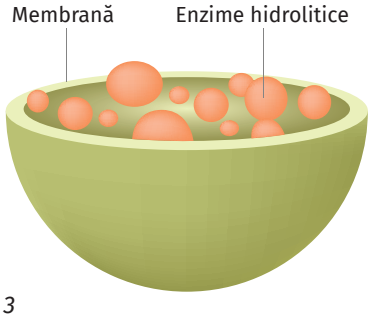


Fig. 3

După prezența sau absența lor în toate celulele, organitele pot fi: **comune** și **specifice**.

A. Organite celulare comune

Reticulul endoplasmatic (R.E.) – (fig. 1) este structurat sub forma unui sistem complex de canalicule și cisterne anastomozate. Membrana acestuia se continuă direct cu foița externă a anvelopei nucleare, asigurând compartimentarea citoplasmei și transportul intracelular de molecule. La microscopul electronic s-au evidențiat două tipuri de R.E.: rugos (R.E.R. sau R.E.G.), care prezintă ribozomi atașați pe fața sa citoplasmatică, și neted (R.E.N.), lipsit de ribozomi.

R.E.N. are rol în sinteza majorității lipidelor (inclusiv a unor hormoni steroizi), în metabolismul carbohidraților (glicogenoliză), detoxifierea substanțelor dăunătoare (proces intens în hepatocite) și în stocarea ionilor de calciu (în celulele musculare).

R.E.R. are rol în sinteza proteinelor destinate secreției celulare sau membranelor (de exemplu, secreția de insulină în celulele endocrine pancreatice). Din membranele reticulului endoplasmatic se desprind continuu vezicule de transport care direcționează produsele sintetizate către aparatul Golgi.

Aparatul Golgi (fig. 2) este un organit poziționat în apropierea nucleului și colaborează cu reticulul endoplasmatic. Este format din unități structurale numite dictiozomi (grupuri de cisterne membranare aplatizate), din marginile cărora se desprind continuu micro- și macrovezicule de transport (conțin substanțe chimice secretate). Acest organit prezintă o dezvoltare maximă în celulele cu activitate secretorie intensă (cum sunt celulele glandulare).

Roluri: modifică proteinele și lipidele primite de la R.E., le sortează și le ambalează în vezicule de secreție, direcționându-le către membrana plasmatică (pentru exocitoză), către interiorul celulei sau către lizozomi; intervine direct în sinteza polizaharidelor din structura peretelui celular (la plante) și în formarea acrozomului spermatozoidului (la animale).

Lizozomii (fig. 3) sunt organite sferice membranare, ca niște vezicule, care provin din aparatul Golgi. Aceștia funcționează ca un „sistem digestiv" celular, adăpostind peste 40 de tipuri de enzime hidrolitice care au rol în digestia intracelulară a materialelor exogene capturate (străine organismului) sau a organitelor proprii îmbătrânite. Membrana

lizozomală conține proteine glicozilate pe fața internă, care o protejează de acțiunea litică a propriilor enzime, evitând autodigestia celulei însăși (autoliza). Numărul lor este mare în celulele specializate în fagocitoză și apărare imunitară (de exemplu, leucocitele).

B. Organite celulare specifice

În **celulele vegetale**, complexul de organite celulare specifice include **plastidele** (organite cu membrană dublă, care adăpostesc pigmenți fotosintetici) și aparatul vacuolar.

Vacuolele celulelor vegetale mature se contopesc într-o structură unică (fig. 4), voluminoasă și permanentă, comparativ cu cele din celula animală, unde sunt mici și tranzitorii. Acestea sunt învelite de o membrană simplă numită **tonoplast**, care delimitează sucul vacuolar, o soluție apoasă complexă ce înglobează ioni minerali, acizi organici, glucide, enzime hidrolitice, pigmenți hidrosolubili – cum sunt antocianii.

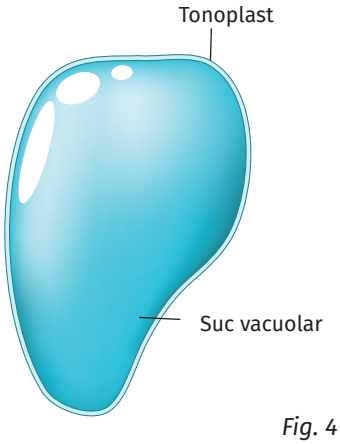


Fig. 4

Rol: la plante, reglează echilibrul hidric, stochează diferite substanțe de rezervă sau izolează compuși toxici; la protozoare, vacuolele digestive asigură degradarea enzimatică a nutrienților.

În **celulele animale**, organitele specifice sunt reprezentate de centrozom, miofibrile, neurofibrile, corpusculi Nissl, cili și flageli.

Centrozomul (centrul celular) (fig. 5), situat în apropierea nucleului, este constituit dintr-o pereche de centrioli, așezați perpendicular unul față de celălalt, înconjurați de o zonă citoplasmatică mai densă, numită centrosferă. În alcătuirea unui centriol intră 9 triplete de microtubuli. Are rol în asamblarea fusului de diviziune. Acest organit lipsește la neuroni, de aceea, ei nu se pot divide.

Miofibrilele sunt organite specifice celulei musculare striate, având o structură ordonată (striată), determinată de alternanța sarcomerelor – unități morfofuncționale, alcătuite din discuri clare și întunecate. La microscopul electronic se observă miofilamente groase (de miozină) și subțiri (de actină), organizate într-un model tridimensional hexagonal.

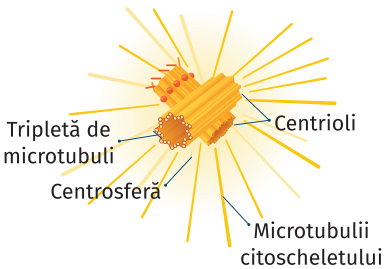


Fig. 5

Neurofibrilele și corpusculii Nissl sunt organite specifice neuronale.

Neurofibrilele sunt fascicule de neurofilamente și microtubuli care alcătuiesc citoscheletul neuronal. Formează o rețea în corpul celular, care se continuă și în axon, având rol în menținerea formei celulei și în susținerea transportului intracelular.

Corpusculii Nissl se găsesc în citoplasma corpului celular neuronal și la baza dendritelor. Sunt aglomerări de R.E.R. și au rol în sinteza unor proteine structurale și a celor necesare metabolismului neuronal.

Organite de mișcare

Cilii și flagelii (fig. 6) sunt organite citoplasmatice implicate în locomoția unor eucariote unicelulare și în motilitatea unor celule din organismele pluricelulare, precum spermatozoizii. Cilii epiteliului traheal asigură deplasarea mucusului și a impurităților reținute de acesta. Cilii și flagelii prezintă o formațiune ultrastructurală numită axonemă, caracterizată prin aranjamentul de tip „9 + 2” (9 dublete de microtubuli periferici și o pereche centrală). Microtubulii sunt conectați prin proteine motorii care determină glisarea lor. Cilii sunt mai scurți și numeroși, iar flagelii mai lungi și, de regulă, unici. Aceștia se fixează de celulă printr-un corpuscul bazal, cu o structură similară unui centriol (9 triplete de microtubuli).

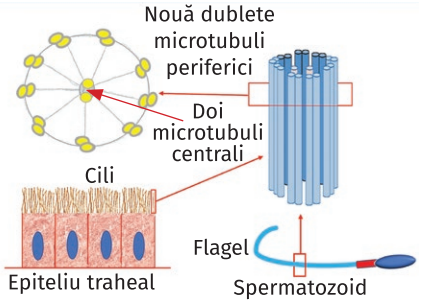


Fig. 6. Ultrastructura cililor și flagelilor (Aranjamentul 9+2 al axonemei)

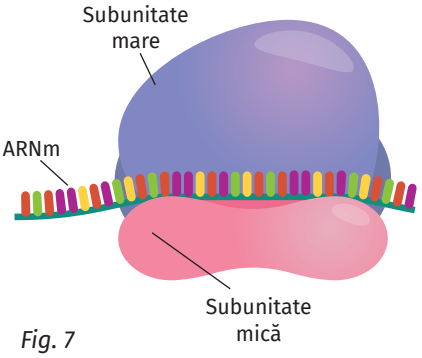


Fig. 7

Ribozomii (granulele lui Palade) (fig. 7) sunt corpusculi de dimensiuni mici (nanometrice sau o miime dintr-un micron), fără membrană. Ei sunt prezenți universal în materia vie (atât în celulele procariote, cât și în cele eucariote). Structural, sunt formați din două subunități asimetrice (una mare și una mică), fiecare fiind constituită din ARN ribozomal (ARNr) și proteine structurale.

Aceștia se pot afla în stare liberă în citosol (organizați adesea în poliribozomi) sau atașați pe fața citoplasmatică a canaliculelor R.E.R. Funcțional, ribozomii reprezintă sediul exclusiv al sintezei proteinelor celulare: ei decodifică informația genetică transcrisă în nucleu și asamblează aminoacizii în lanțuri polipeptidice specifice.

Incluziunile citoplasmatice sunt depozite amembranare (fără membrană) de substanțe de rezervă sau metaboliți secretați în hialoplasmă. Pot fi: granule glucidice (amidonul din semințe), picături lipidice, rășini specifice coniferelor etc.

Concluzie Celula eucariotă este un sistem biologic complex, compartimentat, în care organitele celulare ajută la funcționarea unitară a celulei, sub coordonarea nucleului.

Găsește intrusul!

Identifică termenul care nu se încadrează în enumerarea următoare: reticul endoplasmatic, ribozom, aparat Golgi, vacuolă, chitină, centrozom. Argumentează!

Știai că?

- George Emil Palade (1912–2008), savant american de origine română, a primit, împreună cu Albert Claude și Christian de Duve, Premiul Nobel pentru Medicină, în 1974, pentru descoperiri privind organizarea structurală și funcțională a celulei, inclusiv rolul ribozomilor în sinteza proteinelor.

Aplicații

Studiu de caz. Compartimentarea celulei eucariote: Putem face un update orașului celular?

Context: Celulele eucariote prezintă o compartimentare complexă, realizată de organitele celulare. În orașul celular, fiecare organit funcționează ca un cartier specializat. În timp ce organitele comune asigură metabolismul de bază, cele specifice reflectă adaptarea nutrițională și structurală la mediul de viață.

Provocare

1. **Analiză de sistem**. Dacă ai fi un bioinginer și ar trebui să trimiți o „echipă de intervenție” (o nanocapsulă) pentru a ajuta o celulă care nu mai poate elimina deșeurile toxice, către ce organit ai direcționa-o: către aparatul Golgi sau către lizozomi? Justifică-ți alegerea!
2. **Hacking biologic**. Conform modului de nutriție, celula vegetală are nevoie de anumite organite (cloroplastele) care ajută la hrănirea acesteia prin sinteza substanțelor organice. Ce alte organite din celulă ar fi strict necesare pentru buna funcționare și gestionare a resurselor în celula vegetală?
3. **Sistemul de securitate**. Ce structură specifică folosește „orașul vegetal” ca scut mecanic exterior și de ce celula animală nu are nevoie de o astfel de structură rigidă?

6. Importanța volumelor și a suprafețelor celulare în schimburile de substanțe între organism și mediu

Termeni-cheie:

homeostazie, membrane, filme lichide, raport suprafață-volum, compartimentare, invaginări.

Esența adaptării biologice o reprezintă trecerea de la organismele dependente de mediu la cele capabile de autoreglare a parametrilor interni (nivelul glicemiei, nivelul de apă, temperatura etc.), compensând schimbările din exterior. Aceasta oferă celulelor un „microclimat" constant și optim, respectiv libertatea de a trăi în habitate diverse. Vrei să explorezi cum volumele și suprafețele celulare intervin în schimburile de substanțe cu mediul?

Înțelegerea vieții este legată de cunoașterea organizării și funcționării celulei.

Homeostazia – rolul membranei și al filmelor lichide

Între organism și mediu există un echilibru dinamic, realizat prin schimburi permanente la nivelul membranei plasmatice, un „filtru inteligent" care decide ce intră și ce iese din celulă. Membranele celulare nu sunt doar simple granițe, ci interfețe dinamice, esențiale pentru menținerea unui mediu intern stabil (homeostazie) și pentru supraviețuirea celulei.

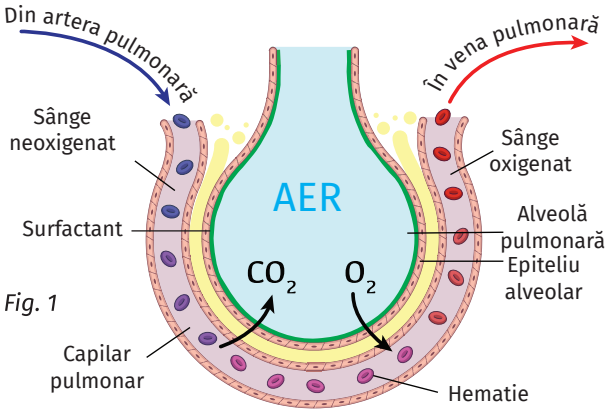


Fig. 1

Când pe suprafețele celulare există mucus sau surfactant (complex de fosfolipide și proteine care facilitează umezirea), acestea formează **pelicule lichide subțiri** (fig. 1) care asigură:

– dizolvarea gazelor: oxigenul trebuie mai întâi să se dizolve într-un film subțire de lichid surfactant pentru a putea traversa membrana alveolo-capilară;

– protecție și curățare: mucusul (din sistemul digestiv și respirator) captează particulele străine și facilitează transportul substanțelor;

– reducerea tensiunii superficiale din alveole: surfactantul pulmonar, care tapetează peretele alveolar, împiedică colapsul acestora (alipirea pereților alveolari) și menține suprafața necesară schimbului de gaze;

– schimbul de substanțe dintre organism și mediu, prin:

- ❑ difuzia eficientă a gazelor respiratorii la nivelul plămânilor;
- ❑ absorbția selectivă a nutrienților, dar și protecția celulelor de enzimele agresive la nivel digestiv.

Raportul suprafață/volum

Eficiența schimburilor dintre mediul intern și extern depinde direct de **mărimea suprafeței**, dar și de volum, adică de **raportul dintre suprafață și volum (S/V)**. Acest raport determină cât de eficient poate supraviețui o celulă sau un organism în relație cu mediul său. Aspectele-cheie se referă la:

– **limita de mărime a celulei:** volumul celulei crește mult mai rapid decât suprafața membranei;

– **volumul** celulei determină cantitatea de nutrienți necesară și volumul de deșeuri produs de metabolism în timp ce **suprafața** membranei limitează fluxul maxim de schimb; dacă volumul devine prea mare raportat la suprafață, atunci membrana nu mai poate asigura fluxul necesar de substanțe pentru metabolism, iar celula riscă să devină ineficientă metabolic sau este forțată să se dividă;

– **eficiența difuziei** este invers proporțională cu distanța; un volum celular mic asigură un schimb rapid și uniform între centrul și periferia celulei.

Strategii de optimizare a suprafeței ca adaptare la volume mari

Organismele cu volum mare raportat la suprafața pielii au dezvoltat strategii de compensare prin:
– **compartimentare:** împărțirea volumului total în miliarde de celule mici;
– **invaginări (pliere):** sistemele vitale (respirator, digestiv, renal) au adaptări pentru eficientizarea funcțiilor – organele cu volum relativ mic au o suprafață internă uriașă.

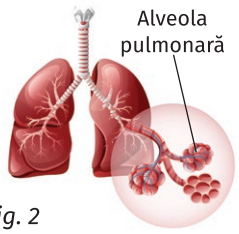


Fig. 2

Sistemul respirator (alveolele pulmonare)

Plămânul mamiferelor are un **volum limitat** de cutia toracică, însă conține numeroase **alveole**, care-i fragmentează volumul și-i măresc suprafața de schimb gazos (la om, echivalentul unui teren de tenis), asigurând oxigenarea rapidă a sângelui (fig. 2).

Sistemul digestiv (vilozități)

În tubul digestiv se absoarbe un volum mare de nutrienți printr-o suprafață limitată. Prin **specializări (microvili și vilozități** – fig. 3) suprafața de contact cu alimentele a mucoasei intestinului subțire este mărită de sute de ori, fără a-i mări volumul, optimizând astfel transferul substanțelor către sânge.

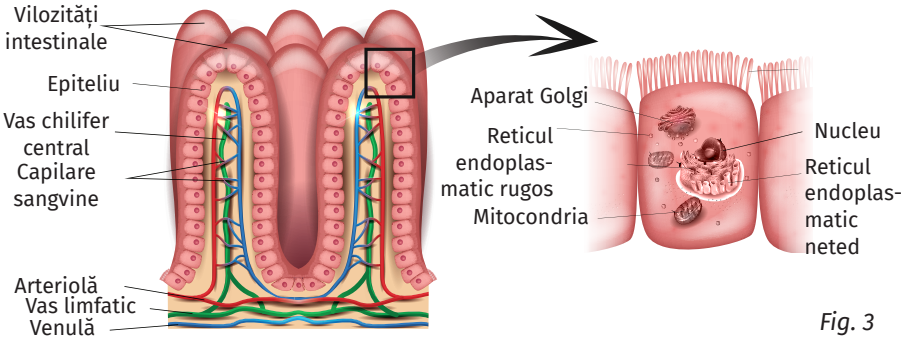


Fig. 3

Sistemul renal (nefroni modificați)

Mamiferele de deșert (precum **șobolanul-cangur**) au adaptări la nivelul rinichilor pentru conservarea apei. Nefronii au ansa Henle foarte lungă, ceea ce mărește suprafața de reabsorbție a apei dintr-un volum mic de filtrat renal. Urina rezultată este extrem de concentrată, iar animalul supraviețuiește fără să bea apă.

Adaptări climatice – termoreglarea (regula raportului S/V la vulpi și balene)

La mamifere, raportul **suprafață/volum (S/V)** dictează strategia de supraviețuire (vizând pierderea căldurii, a apei și schimburile metabolice) prin adaptări anatomice specifice la mediu:

Vulpea-arctică – minimizează pierderea de căldură 	**Vulpea-de-deșert (fenecul) – permite disiparea rapidă a căldurii** 
Are corp compact, picioare scurte și urechi mici, care reduc suprafața de contact cu aerul rece.	Are urechi uriașe, bogat vascularizate, care măresc enorm suprafața de schimb – eliminarea căldurii în exces fără a crește semnificativ volumul corpului.
Dimensiunea corporală: căldura este produsă în **volumul** corpului și este pierdută prin **suprafața** pielii.	
Mamiferele mari (balene, elefanți) au un raport S/V mic – rețin căldura eficient.	Mamiferele mici (chițcanii) au un raport S/V ridicat, ceea ce facilitează pierderea rapidă a căldurii.

Complexitate neuronală (circumvoluțiuni)

La om, **circumvoluțiunile cerebrale** (pliurile scoarței cerebrale) reprezintă o adaptare a raportului S/V. Acestea măresc suprafața emisferelor cerebrale, fără a crește prea mult volumul encefalului. Astfel, scoarța cerebrală va conține un număr mai mare de neuroni.

Concluzie Membranele plasmatice, suprafețele celulare și raportul S/V sunt elemente esențiale pentru supraviețuirea organismului. Raportul S/V stabilește, de regulă, o corelație inversă între dimensiunea animalului și intensitatea metabolismului, respectiv între metabolism și longevitate.

Dacă vrei să știi mai mult!

Celule care sfidează raportul suprafață/volum

1. Oul de struț nefecundat este o celulă gigantică (1,4 kg și 1 litru volum). Deși forma aproape sferică nu favorizează schimburile de substanțe cu exteriorul (raport mic S/V), până la fecundație nu necesită schimburi intense de substanțe, având un metabolism scăzut.

2. Alga *Caulerpa taxifolia*, deși unicelulară, poate crește până la 3 metri, deoarece fiind multinucleată (conține mii de nuclei), poate depăși limitele normale de mărime impuse de raportul S/V.

Aplicații

1. Alege varianta corectă.

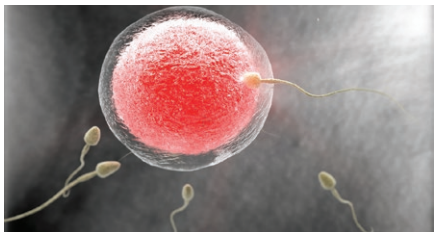
1. Cum evoluează raportul S/V pentru o celulă care crește în dimensiuni?
   a. suprafața și volumul cresc în mod egal, raportul rămâne constant;
   b. volumul crește mult mai rapid decât suprafața, deci raportul S/V scade;
   c. suprafața crește mai rapid decât volumul, deci raportul S/V crește;
   d. volumul scade, pe măsură ce suprafața se extinde.
2. Forma geometrică celulară care oferă cel mai eficient raport S/V pentru schimburile de gaze este:
   a. sfera perfectă;
   b. cubul compact;
   c. discul biconcav;
   d. cilindrul scurt și gros.
3. Vilii și microvilii de la nivelul intestinului subțire reprezintă o adaptare pentru:
   a. reducerea volumului total al intestinului;
   b. mărirea suprafeței fără a mări volumul;
   c. trecerea lentă a nutrienților pentru a fi procesați;
   d. protejarea celulelor de enzimele digestive.

2. Aplicație practică – Gătitul și biologia

De ce tăiem cartofii în cubulețe mici pentru a-i fierbe mai repede?

Gândește critic!

Explică motivul pentru care celulele reproducătoare umane sunt atât de diferite ca mărime, ovulul fiind aproape vizibil cu ochiul liber, iar spermatozoidul una dintre cele mai mici celule.



Dezbatere: Limita de creștere

Scenariu: Într-un laborator genetic, inteligența artificială (AI) modifică programul genetic al unei celule, în scopul obținerii unei „supercelule” producătoare de biocombustibil. Îi blochează complet orice diviziune celulară, iar aceasta crește continuu. În scurt timp, celula moare.

Provocare: Cum poți explica AI-ului că modificarea programului genetic a provocat moartea celulei?

Analiză: 1. Mai poate asigura membrana celulei, în aceste condiții, fluxul de oxigen pentru noul volum uriaș al celulei?

2. Ce se întâmplă cu deșeurile celulare și cu toxinele din celulă, dacă suprafața de evacuare nu s-a modificat?

Știai că?

- Pentru că trebuie să genereze căldură constant, consumul de oxigen/gram de țesut, la șoarece este de aproximativ 20 de ori mai mare decât la elefant, iar inima bate mult mai repede (până la 600-1 000 bătăi/minut la chițcan) pentru a asigura nutrienții necesari metabolismului intens.
- Scoarța cerebrală „întinsă” a unui adult ar ocupa aproximativ suprafața a patru pagini de format A4.

7. Schimbul de substanțe între celulă și mediu – Transport pasiv: difuziunea și osmoza

Termeni-cheie:

transport transmembranar, transport pasiv, difuziune simplă, osmoză.

Dacă celula ar fi un club exclusivist, atunci membrana ar fi zidul cu permeabilitate selectivă. Moleculele care vor să intre sau să iasă sunt „clienții", iar deplasarea lor este dată de aglomerația din club (gradient de concentrație). Invitații VIP (moleculele mici - O_2 și CO_2), trec prin „perete" (bistratul lipidic) fără ajutor, dar numai în sensul în care îi împinge fluxul mulțimii.

Celula este un sistem complex care schimbă permanent materie, energie și informație cu mediul, pentru a supraviețui, prin intermediul **membranei celulare**, o structură cu permeabilitate selectivă, care permite trecerea unor molecule, în timp ce pe altele le restricționează.

Componentele structurale (fig. 1 – lipide, proteine și glucide) conferă membranei celulare particularități funcționale, asigurând fluiditatea, transportul selectiv și recunoașterea celulară, contribuind astfel la menținerea integrității și compartimentării celulare.

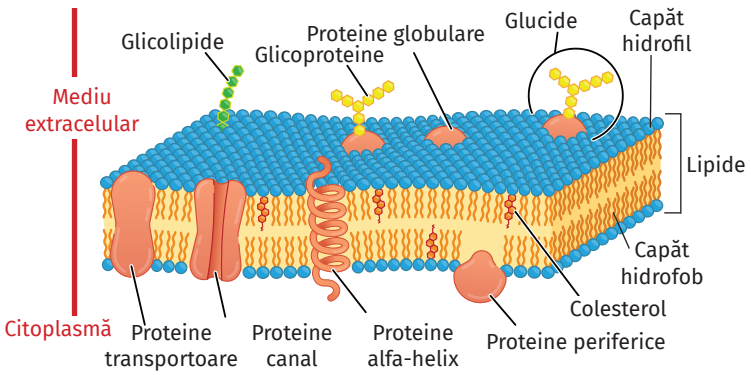


Fig. 1. Ultrastructura membranei celulare (plasmalemei): două straturi de fosfolipide, în care sunt inclavate proteine și carbohidrați

Glucidele (**carbohidrații**) sunt molecule distribuite doar pe fața externă a membranei, totalitatea lor formând glicocalixul. Au rol în recunoașterea celulelor și organizarea lor în țesuturi, ca și în recunoașterea și respingerea celulelor sau particulelor străine organismului de către sistemul imunitar.

Fosfolipidele sunt molecule care formează spontan membrana celulară, deoarece au o parte hidrofilă, care atrage apa și o parte hidrofobă, care o respinge. În mediul apos, acestea se organizează automat într-un dublu strat, cu cozile hidrofobe orientate spre interior și capetele hidrofile spre exterior. Acest fenomen se numește **autoasamblare moleculară** și este unul dintre motivele pentru care membranele celulare se pot reface singure după mici leziuni.

Proteinele sunt macromolecule alcătuite din aminoacizi, situate în structura membranei celulare la periferie sau transmembranar, putând fi proteine-canal (asigură transportul ionilor), proteine transportoare (cărăuș – „carrier") sau proteine-receptori (recunosc și leagă specific: neurotransmițători, hormoni).

Transportul transmembranar

Transportul transmembranar este procesul prin care celula realizează schimburi de substanțe cu mediul. Este esențial pentru menținerea homeostaziei, putând fi de tip:

- **pasiv**: asigură deplasarea substanțelor conform gradientului de concentrație (de la concentrație mare la concentrație mică), fără consum energetic, folosind energia cinetică a moleculelor; poate fi de tip:

– **difuziune simplă**: proces prin care moleculele de gaz sau lichid se deplasează spontan dintr-o zonă cu o concentrație mare spre o zonă cu o concentrație mică, până la egalarea concentrațiilor celor două medii;

– **osmoză**: difuziunea apei printr-o membrană semipermeabilă, care are loc în scopul egalării concentrațiilor celor două medii.

• **activ:** asigură transportul moleculelor împotriva gradientului (de la concentrație mică la concentrație mare), în care se consumă energie ce provine din hidroliza ATP.

Transportul pasiv

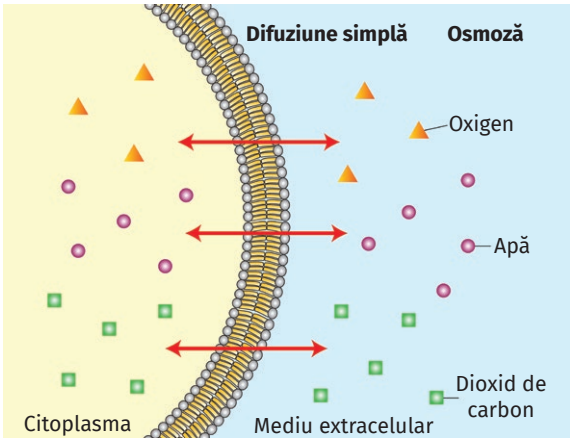


Fig. 2. Transport pasiv

Difuzia simplă este procesul fizic prin care **moleculele mici** (liposolubile) și **fără sarcini electrice** străbat membranele celulare în sensul gradientului de concentrație (de la concentrație mai mare la concentrație mai mică) până la egalarea concentrației pe cele două fețe ale membranei (de exemplu, CO_2, O_2, etanolul, ureea, hormonii steroizi). Difuzia este un tip de **transport pasiv** (fig. 2), care:

• are loc fără consum de energie (ex. difuzia gazelor respiratorii prin membrana alveolo-capilară);

• este dependentă de:

❍ energia moleculelor: cele mici difuzează mai repede;

❍ temperatură: viteza procesului crește cu creșterea t°.

Osmoza (fig. 3) este procesul prin care moleculele de **apă** traversează liber membrana plasmatică semipermeabilă dintr-un mediu în care concentrația soluției este mai mică în unul cu concentrație mai mare până la egalarea concentrațiilor (atingerea echilibrului osmotic).

Osmoza este responsabilă pentru deplasarea apei:

– din spațiul intercelular în celule;

– din sol în perișorii absorbanți ai rădăcinii;

– din vasele conducătoare lemnoase în celulele din țesutul fundamental al frunzei.

Osmoza asigură menținerea echilibrului apei în mediul intracelular raportat la mediul extracelular.

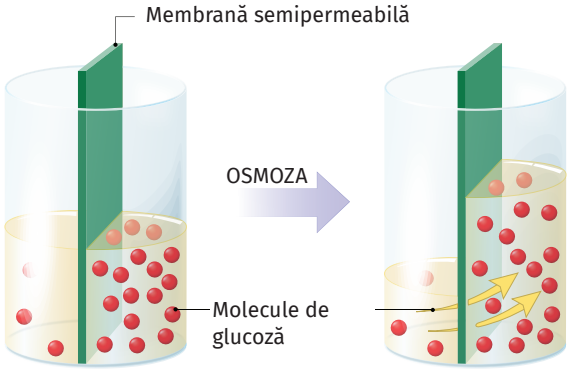


Fig. 3. Osmoza

Concluzie Transportul substanțelor prin membrana celulară poate fi pasiv (difuziune simplă, difuziune facilitată, osmoză), fără consum de energie sau activ, care necesită energie rezultată prin hidroliza ATP.

Aplicații

Biologia în viața cotidiană

Andrei a observat în bucătărie două fenomene ciudate:

Cazul 1: Pentru prânz, mama a pregătit o salată verde: într-un bol a tăiat frunze proaspete de salată verde, adăugând apoi sare, ulei și oțet. După două ore, Andrei a constatat că frunzele de salată s-au „înmuiat”, iar pe fundul bolului s-a strâns multă apă.

Cazul 2: Bunica a cumpărat cireșe proaspete pe care le-a lăsat într-un vas plin cu apă. După câteva ore, Andrei a observat că unele cireșe s-au umflat atât de tare încât coaja lor a crăpat.

Găsește o explicație pentru cele două cazuri. Argumentează!

Știai că?

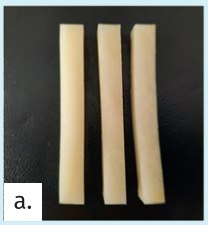
• Moleculele de apă traversează membrana celulară prin proteine-canal pentru apă, numite aquaporine. Prof. univ. dr. Gheorghe Benga a identificat și descris pentru prima dată prezența acestor canale în membrana hematiilor. La nivel internațional, descoperirea aquaporinelor este atribuită lui Peter Agre, recompensat cu Premiul Nobel în 2003.

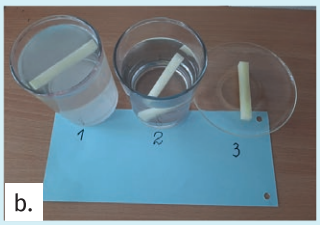
LUCRARE PRACTICĂ: Evidențierea osmozei la tuberculul de cartof

Ipoteză: Dacă lăsăm niște felii de cartof în apă o anumită perioadă, **atunci** acestea își vor mări dimensiunile, **deoarece** apa se deplasează prin osmoză din mediul cu concentrație mai mică de solviți către mediul cu concentrație mai mare de solviți.

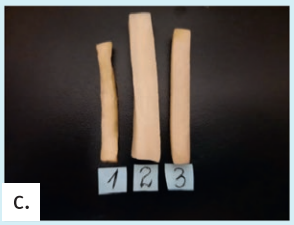
Materiale necesare: tubercul de cartof; vase de sticlă; cutter/cuțit; soluție saturată de zahăr (204 g zahăr în 100 ml apă, cu o temperatură de 20°C).

Mod de lucru: Cu ajutorul unui cuțit, decupează dintr-un tubercul de cartof trei bucăți prismatice, subțiri, egale și cât mai lungi (a.). Pune într-un vas cu soluție saturată de zahăr prima bucată (b. 1), într-un vas cu apă cea de-a doua bucată (b. 2), iar a treia o păstrezi ca martor (b. 3), pentru a sesiza dacă au survenit modificări ale dimensiunilor. Soluția saturată de zahăr se obține prin adăugarea zahărului până când acesta nu se mai dizolvă. Solubilitatea unei substanțe variază în funcție de temperatura apei în care se dizolvă.


a.



b.



c.

Concluzie După un timp (minimum 30 de minute), vei observa că prima felie de cartof se scurtează și se înmoaie (c.1), iar cea de a doua se alungește (c. 2). În primul caz, mediul hipertonic (soluția concentrată din vas) determină ieșirea apei din sucul vacuolar din celulele cartofului. În al doilea caz, mediul hipotonic determină pătrunderea apei în celulele cartofului din exterior, prin osmoză.

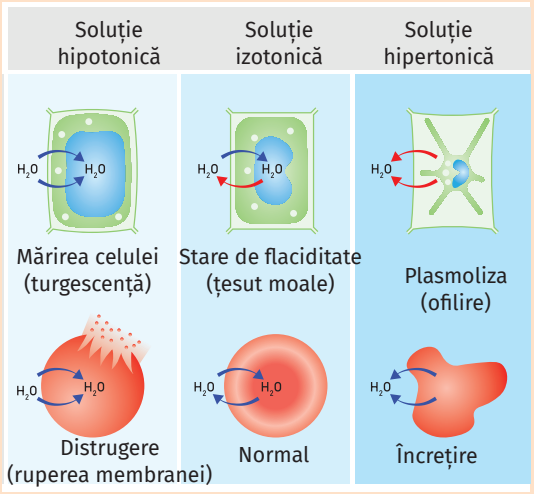
Aplicații

Rezolvați itemii propuși cu ajutorul imaginii alăturate, care ilustrează efectele soluțiilor hipotonice (concentrație de săruri mai scăzută decât citoplasma celulelor), **izotonice** (aceeași concentrație) **și hipertonice** (concentrație mai mare) **asupra celulelor vegetale și animale.**

1. Alegere simplă

Este corectă afirmația:

a. mediul hipertonic este favorabil celulei animale;
b. mediul izotonic este favorabil celulei vegetale;
c. mediul hipotonic provoacă plasmoliza celulei vegetale;
d. mediul izotonic este favorabil celulei animale.



2. Bio-alarmă – Studiu de caz

1. De ce soluția hipersalină trebuie utilizată în practica medicală cu mari precauții?

Context: Soluția hipersalină (puternic hipertonică) este administrată intravenos doar în anumite cazuri: edem cerebral, hiponatremie severă simptomatică (pacienți cu convulsii, comă).

Provocarea: Explică ce se întâmplă în cazul unui pacient fără simptomatologia de mai sus, căruia i s-a administrat accidental soluție hipersalină. Îi este periclitată viața? Argumentează!

2. De ce serul fiziologic administrat intravenos trebuie să fie izotonic cu sângele?

8. Schimbul de substanțe între celulă și mediu: difuzie facilitată, transport activ, transport vezicular

La marginea unui oraș, mulți călători clandestini așteptau să ajungă în centru. Unii au pătruns discret, fără a fi observați; alții au găsit niște porți mai mari, intrări speciale prin care au trecut, iar o altă categorie și-a plătit biletul, reușind să intre, în ciuda aglomerației. În mod asemănător, se realizează și transportul substanțelor prin membrana celulară.

Termeni-cheie:

difuzie facilitată, proteine-canal, proteine transportoare, transport activ, simport, antiport, endocitoză, exocitoză, fagocitoză, pinocitoză.

În transportul transmembranar, anumite molecule nu pot străbate bistratul lipidic decât cu ajutorul unor proteine specifice, fenomen numit **difuziune facilitată**. Majoritatea acestor proteine membranare prezintă o înaltă specificitate, transportând doar anumite substanțe în sensul gradientului de concentrație, fără consum de energie. Din acest motiv, difuziunea facilitată este încadrată în categoria **transportului pasiv**. Proteinele de transport pot fi de două tipuri: **proteine-canal** și **proteine transportoare** (cărăuși). (fig. 1).

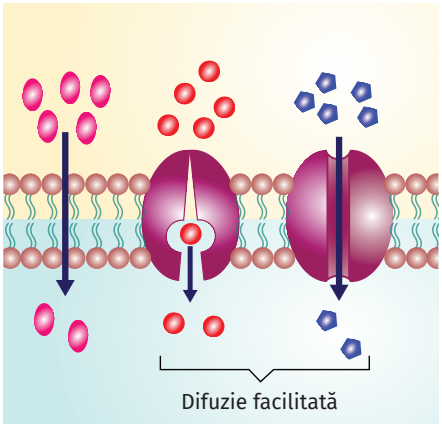


Fig. 1

a. Proteinele-canal (sau canalele ionice) au rolul de a transporta ioni (Na^+, K^+, Cl^-, Ca^{2+}) și au proprietatea de a se închide și deschide în funcție de acțiunea unui stimul (electric sau chimic). De exemplu, în stare

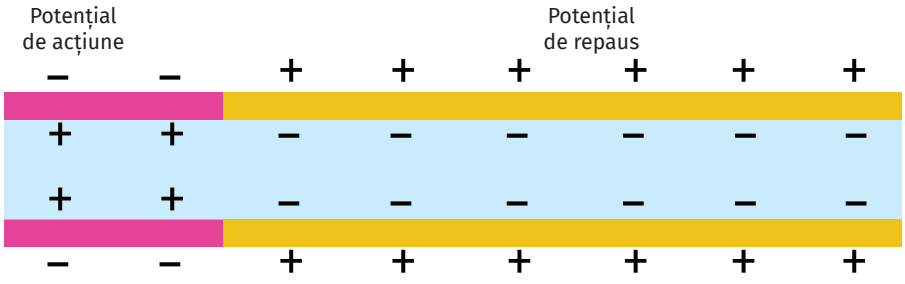


Fig. 2

de repaus, celula nervoasă este polarizată electric: pozitiv la exterior și negativ la interior (potențial de repaus). Sub acțiunea unui stimul, deschiderea canalelor de Na^+ determină inversarea polarității (negativă la exterior și pozitivă la interior), generând un **potențial de acțiune** (impuls nervos) care se va propaga (fig. 2).

b. Proteinele transportoare (cărăușii) au rolul de a permite trecerea unor molecule mai mari (glucoza, aminoacizii). Glucoza se leagă de proteina transportoare, determinând modificarea formei acesteia, și este eliberată de cealaltă parte a membranei.

Transportul activ (fig. 3) presupune deplasarea moleculelor sau a ionilor de la o concentrație mai mică spre una mai mare, împotriva gradientului de concentrație. Acest proces este posibil exclusiv datorită energiei furnizate prin hidroliza ATP-ului.

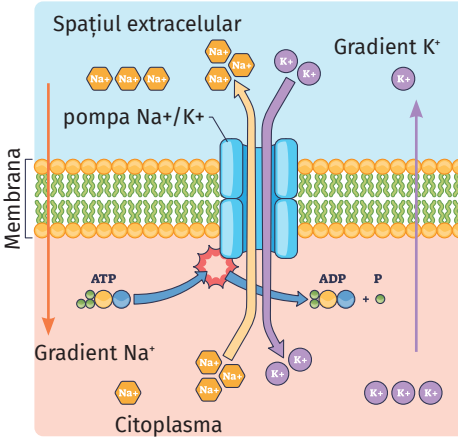


Fig. 3. Transport activ

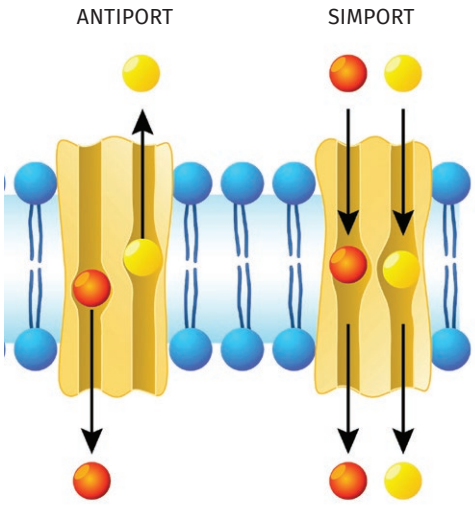


Fig. 4

Transportul activ este de două tipuri:

• **Transport activ primar**: utilizează direct energia rezultată din hidroliza ATP-ului. Un exemplu clasic este pompa de Na^+/K^+, care elimină $3Na^+$ din celulă și introduce $2\ K^+$. Acest proces menține diferența de sarcină electrică între cele două fețe ale membranei celulare.

• **Transport activ secundar** (cotransport): nu folosește direct energia furnizată de ATP, ci utilizează energia stocată în gradientul electrochimic creat de transportul activ primar. Acesta poate fi (fig. 4):

– simport: ambele substanțe sunt transportate în aceeași direcție (de exemplu: glucoza și ionii de Na^+ sunt introduși împreună în celulele mucoasei intestinale);

– antiport: cele două substanțe se deplasează în direcții opuse (de exemplu: ionii care ajută la reglarea pH-ului celular).

Transportul vezicular

Unele molecule de dimensiuni mari traversează membrana celulară doar după ce sunt înglobate în vezicule. Aceste macromolecule sau particule sunt prea mari pentru a putea fi transportate prin intermediul proteinelor-canal sau al proteinelor transportoare. În acest caz, membrana celulară se deformează și le înglobează în „săculeți" sferici, numiți vezicule.

Introducerea substanțelor în celulă prin acest mecanism se numește **endocitoză** (fig. 5). În funcție de starea de agregare a particulelor, endocitoza este de două tipuri:

Fagocitoza (celula „mănâncă"): apare atunci când particulele înglobate sunt mari și solide (bacterii, resturi celulare sau tisulare). Membrana celulară emite prelungiri numite **pseudopode** („picioare false"), înconjoară particula și o introduce în interiorul celulei sub formă de veziculă (fagozom), unde va fi degradată. Un exemplu clasic este înglobarea bacteriilor de către globulele albe (leucocite).

Pinocitoza (celula „bea"): apare când sunt înglobate lichide. Membrana celulară se invaginează (se deformează spre interior), lichidul pătrunde în această mică depresiune, marginile membranei se unesc, iar vezicula formată se desprinde de membrană și intră în citoplasmă.

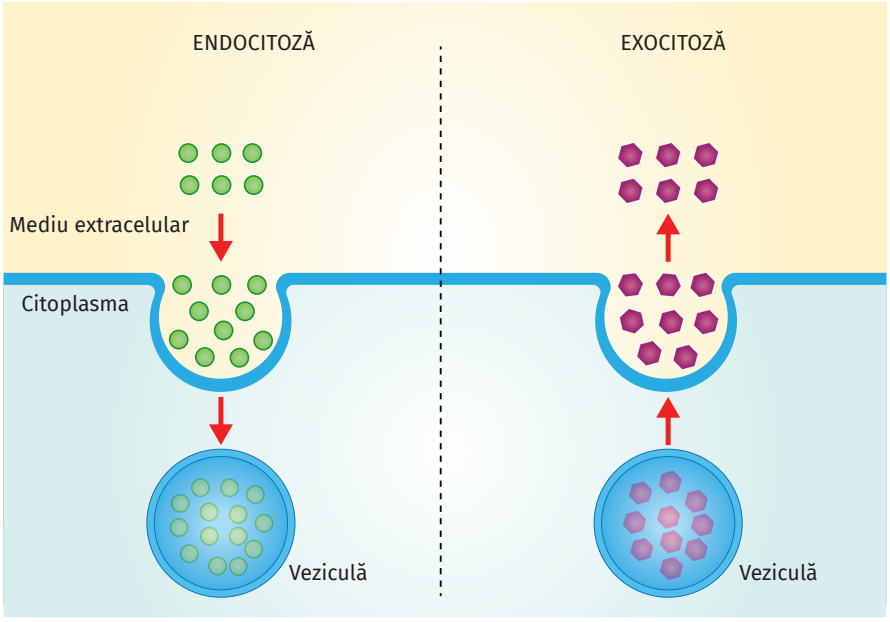


Fig. 5. Endocitoza și exocitoza

Exocitoza (fig. 5). este procesul invers, prin care anumite macromolecule sunt eliminate din celulă. Substanțele destinate eliminării sunt ambalate în vezicule (formate, de regulă, la nivelul aparatului Golgi), care se deplasează spre periferie, fuzionează cu membrana celulară și își descarcă conținutul în mediul extracelular (de exemplu: eliberarea hormonilor sau a enzimelor).

Concluzie

Transportul activ este mecanismul vital prin care celula își controlează compoziția internă, reușind să acumuleze nutrienți esențiali sau să elimine deșeuri, indiferent de „aglomerația” (gradientul de concentrație) din mediul extern. Spre deosebire de transportul pasiv, acesta funcționează ca o pompă moleculară care necesită obligatoriu consum de energie (ATP). Fără această capacitate de a transporta substanțele, celula nu ar putea menține echilibrul electric și chimic necesar vieții.

Aplicații

1. Pentru fiecare dintre itemii următori, alege o singură variantă corectă.

1. Difuziunea facilitată se deosebește de transportul activ prin faptul că:

a. folosește proteine-canal;
b. se realizează fără consum de energie (ATP);
c. deplasează moleculele împotriva gradientului de concentrație;
d. transportă doar particule solide mari.

2. Pompa de Na^+/K^+ este un exemplu de:

a. transport activ primar;
b. transport pasiv prin difuziune simplă;
c. endocitoză;
d. transport activ secundar de tip antiport.

2. Stabilește calitatea de adevărat/fals a propozițiilor următoare și scrie litera A, dacă afirmația este adevărată, sau F, dacă afirmația este falsă. Modifică parțial afirmația pe care o consideri falsă, pentru ca aceasta să devină adevărată.

1. Transportul activ secundar (cotransportul) folosește direct energia furnizată de ATP.

2. Fagocitoza este procesul prin care o celulă înglobează particule lichide prin invaginarea membranei.

3. Emiterea de pseudopode („picioare false”) este o caracteristică specifică procesului de fagocitoză.

4. Prin exocitoză, substanțele sunt ambalate în vezicule formate în aparatul Golgi și eliminate la exterior.

3. Completează spațiul liber.

În stare de repaus, membrana celulei nervoase este polarizată electric, având sarcină _____ la exterior.

În funcție de starea de agregare a particulelor, _____ se realizează prin fagocitoză (particule mari și _____) sau prin _____ (particule _____).

Gândește critic!

Misterul insulei pustii și otrava celulară

Context: Un grup de cercetători a descoperit pe o insulă pustie o plantă mutantă care produce o toxină rară, numită *Substanța X*. În urma experimentelor de laborator, s-a observat că această substanță **blochează complet producerea de ATP** în celulele umane, fără a distruge fizic membrana celulară.

Analizează efectele introducerii în organism a *Substanței X*; argumentează răspunsurile.

1. Va fi afectat transportul glucozei prin simportul Na^+/glucoză din celulele intestinale?

2. Va fi afectată transmiterea impulsului nervos?

3. Va fi afectată supraviețuirea din cauza efectului toxinei asupra globulelor albe? De ce?

Știai că?

- Celulele glandei tiroide sunt campioane absolute la transportul activ împotriva „aglomerației”. Pentru a produce hormonii tiroidieni, glanda are nevoie de iod, care deja se găsește în interiorul glandei într-o concentrație de peste 30 de ori mai mare decât în sânge. Cu toate acestea, celulele continuă să „pompeze” și mai mult iod în interior. Acest lucru este posibil doar prin transport activ secundar, o pompă moleculară care forțează iodul să intre în celulă, împotriva gradientului de concentrație, consumând o cantitate mare de energie.

9. Relația ADN–ARN–proteine – noțiuni introductive

Termeni-cheie:

replicare, transcripție, translație, ARN mesager, ARN de transport, ARN ribozomal, ADN polimeraza, ARN polimeraza, dogma centrală.

Pentru a produce proteine, celula folosește o serie de instrucțiuni scrise într-o veritabilă „carte originală de rețete”: **ADN-ul**. Deoarece această carte nu părăsește niciodată nucleul, rețetele necesare sunt mai întâi copiate (sub formă de **ARN**) și apoi trimise unui executor: **ribozomul**. Acesta citește instrucțiunile, le interpretează și asamblează ingredientele (**aminoacizii**) în ordinea corectă. Produsele finale (**proteinele**) sunt ulterior livrate acolo unde celula are nevoie de ele pentru a funcționa.

Nucleul celulelor stochează informația genetică în molecula de ADN, care participă la alcătuirea cromozomilor. Această informație genetică se multiplică prin replicare și este decodificată (exprimată sub forma unor proteine specifice) prin două procese succesive: **transcripție** și **translație**.

Replicarea (replicația – fig. 1**)** este procesul care are ca scop duplicarea moleculei de ADN și se realizează în faza S (de sinteză) a ciclului celular. Molecula de ADN se replică după modelul **semiconservativ**. Conform acestui model, inițial se rup punțile de hidrogen dintre bazele azotate complementare, iar cele două catene se despart. Ulterior, fiecare catenă veche (originală) servește drept matriță pentru sinteza unei catene noi, complementare. În final, rezultă două molecule de ADN identice, fiecare conținând o catenă veche și una nou-sintetizată.

Având în vedere că legăturile de hidrogen se stabilesc strict pe baza complementarității bazelor azotate din nucleotide (Adenina se leagă mereu de Timină, A = T, iar Guanina de Citozină, G ≡ C), secvența nucleotidelor din cele două molecule-fiice este identică cu cea din molecula-mamă. În acest proces complex intervin mai multe enzime specifice, precum **helicazele** (care desfac punțile de hidrogen), **ADN-polimerazele** (care sintetizează catena nouă) și **ligazele** (care unesc fragmentele de ADN).

Rolul replicației este de a asigura transmiterea fidelă a informației genetice de la o generație de celule la alta (în timpul diviziunii celulare).

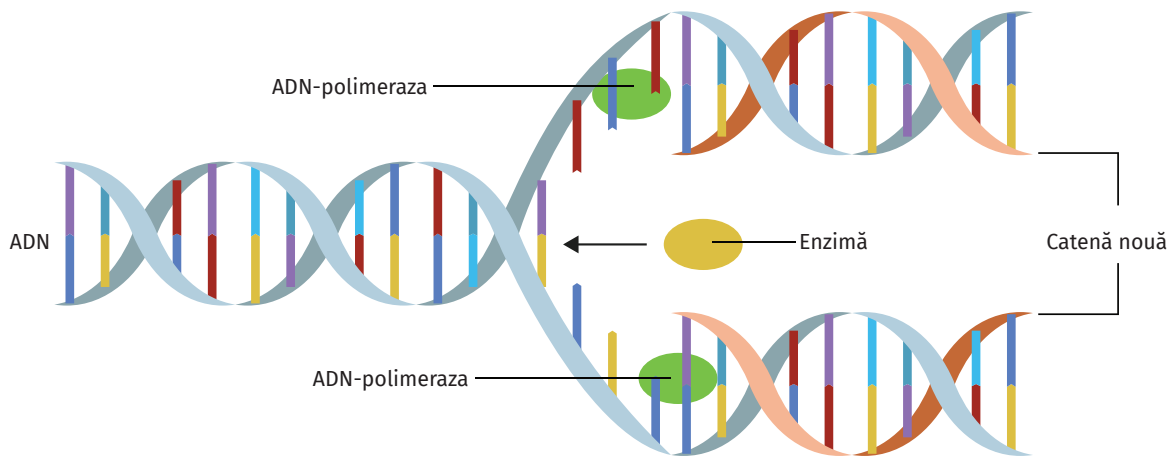


Fig. 1. Replicarea moleculei de ADN după modelul semiconservativ; enzima ADN-polimeraza adaugă nucleotide noi și lanțul polinucleotidic se alungește

Biosinteza proteinelor

Acest proces complex se desfășoară în două etape succesive: **transcripția** și **translația** (fig. 2).

1. Transcripția este procesul prin care mesajul genetic este copiat dintr-o secvență de ADN într-o secvență de ARN complementară. La realizarea biosintezei proteinelor contribuie trei tipuri majore de ARN, toate fiind sintetizate prin transcrierea unor fragmente de ADN:

a. ARN-ul mesager (ARNm): are structură monocatenară și lungime variabilă, în funcție de mărimea genei copiate. Rolul său este de a transporta informația genetică de la ADN-ul din nucleu în citoplasmă, la locul sintezei proteice (în ribozomi).

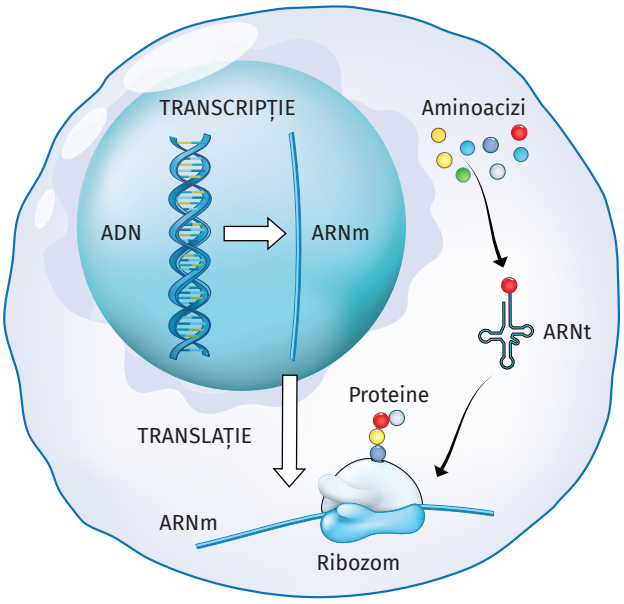


Fig. 2. Biosinteza proteinelor

b. ARN-ul de transport (ARNt): are o greutate moleculară mică și o formă caracteristică de frunză de trifoi. Rolul său este de a transporta aminoacizii activați la ribozomi. Prezintă doi poli funcționali: unul la care se atașează un aminoacid specific și altul care conține un **anticodon** (o secvență de 3 nucleotide complementară unui codon din ARNm, corespunzător aminoacidului transportat.

c. ARN-ul ribozomal (ARNr): reprezintă cea mai mare parte a ARN-ului din celulă și intră în structura ribozomilor.

Sub acțiunea enzimei **ARN-polimerază**, mesajul genetic dintr-un fragment de ADN (o genă) este transcris sub forma unei molecule de ARNm.

2. Translația (fig. 3) este procesul de decodificare a mesajului genetic și are loc la nivelul ribozomilor. După ce este sintetizat, **ARN-ul mesager** părăsește nucleul prin porii nucleari și ajunge în citoplasmă, unde se atașează de ribozom. În jurul său se asamblează cele două subunități ribozomale, inițiind procesul de sinteză a proteinelor.

În același timp, în citoplasmă, aminoacizii sunt pregătiți pentru sinteza proteică: prin reacții care consumă ATP, aceștia sunt activați și atașați moleculelor specifice de ARNt. Ulterior, ribozomul se deplasează de-a lungul moleculei de ARN mesager. Pe măsură ce codonii ARNm sunt citiți, aminoacizii aduși de ARNt sunt legați între ei prin legături peptidice, formând o catenă polipeptidică. Aceasta se pliază și se poate modifica ulterior, rezultând molecula proteică funcțională.

În urma desfășurării succesive a acestor procese, programul genetic este materializat în structuri biologice, proteinele.

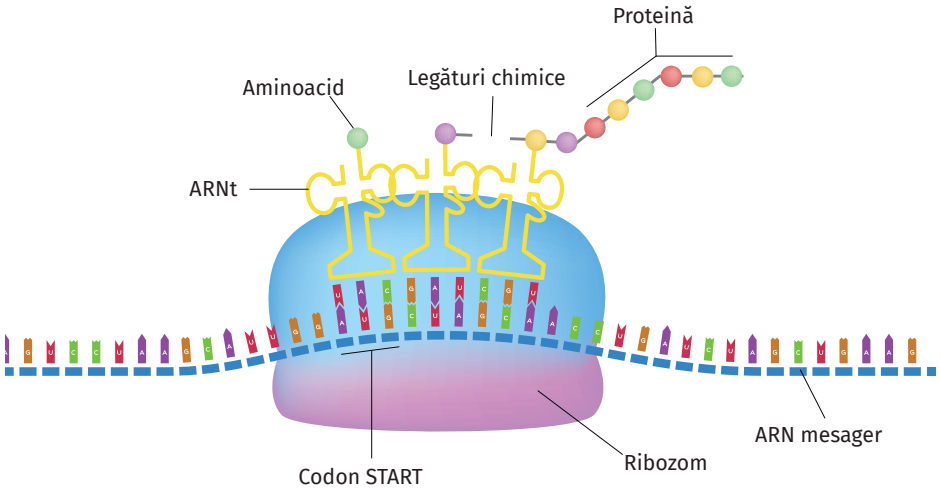


Fig. 3. Translația inițiată de un codon (o secvență de 3 nucleotide) START

Știai că?

- Lungimea totală a moleculelor de ADN din celulele unui singur corp uman ar putea ajunge de la Pământ la Soare și înapoi de aproximativ 30 de ori.
- Dacă o proteină este asamblată greșit, ea nu doar că nu funcționează, dar poate deveni toxică.
- O singură celulă activă poate avea milioane de ribozomi care lucrează în paralel.

Concluzie

Relația ADN→ARN→proteine este „dogma centrală” (legea de bază) a geneticii, explicată printr-un flux informațional important în celulă. În acest fel sunt produse molecule organice esențiale în dezvoltarea și funcționarea organismelor vii.

Aplicații

1. Pentru fiecare dintre cerințele de mai jos, alege singura variantă corectă.

1. Procesul prin care mesajul genetic este copiat din ADN într-o moleculă de ARN se numește:
a. translație;
b. replicare;
c. transcripție;
d. simport.
2. Tipul de ARN care are rolul de a recunoaște codonii și de a aduce aminoacizii la ribozomi este:
a. ARN-ul de transport (ARNt);
b. ARN-ul ribozomal (ARNr);
c. ARN-ul mesager (ARNm);
d. ARN-ul polimerază.

2. Stabilește calitatea de adevărat/fals a propozițiilor următoare și scrie litera A, dacă afirmația este adevărată, sau F, dacă afirmația este falsă. Modifică parțial afirmația pe care o consideri falsă, pentru ca aceasta să devină adevărată

1. Replicarea ADN-ului se realizează după modelul semiconservativ, rezultând două molecule identice.
2. În structura moleculei de ADN, baza azotată numită Adenină se leagă întotdeauna de Citozină (A=C).
3. Translația reprezintă procesul de decodificare a mesajului genetic și are loc la nivelul ribozomilor.
4. Dogma centrală a geneticii arată că informația se transferă în sens invers, de la proteine înapoi la ADN.

3. Completați spațiul liber. Monomerii care sunt asamblați în ribozomi pentru a forma o proteină se numesc _____.

Etapele biosintezei proteinelor sunt reprezentate de: 1._____, care se desfășoară în nucleu și se finalizează cu formarea ____; 2. translația, care se desfășoară în _____, la nivelul ribozomilor și se finalizează cu formarea proteinelor.

4. Calculează: O secvență dintr-o catenă de ADN bicatenar conține exact 120 de nucleotide. Dintre acestea, 40 sunt nucleotide cu Adenină (A). Determină următoarele, scriind etapele rezolvării:

a. Numărul de nucleotide cu Timină (T), Citozină (C) și Guanină (G) din acest fragment de ADN.

b. Numărul total de legături de hidrogen care unesc cele două catene ale acestui fragment de ADN (știind că între A și T sunt 2 legături, iar între C și G sunt 3 legături).

c. Numărul de codoni pe care îi va avea molecula de ARN mesager sintetizată prin transcripția uneia dintre catenele acestui fragment.

LUCRARE PRACTICĂ

Extragerea ADN-ului din fructe sau legume cu alcool și detergent

Observație: Toți indivizii speciilor de plante și animale se aseamănă între ei, deoarece conțin informația necesară exprimării lor în moleculele de ADN, localizat, în cea mai mare parte, în nucleul fiecărei celule.

Întrebare: Există ADN și în celulele fructelor și ale legumelor?

Ipoteză: Dacă ADN-ul este suportul informației genetice pentru toate organismele, **atunci** se găsește și în celulele legumelor și fructelor, **deoarece** și acestea sunt alcătuite din celule cu nucleu.

Scopul: Evidențierea ADN-ului din broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*), legumă din grupa verzei.

Materiale necesare: vas pentru zdrobire (mojar)/pungi cu fermoar (resigilabile) pentru fructe moi; produse vegetale: broccoli (poți folosi banană, căpșună, kiwi); 100 ml apă; 2 g sare; 10 ml detergent lichid de vase; alcool sanitar rece; fierbător; termometru; hârtie de filtru/strecurătoare; pahare/borcane/eprubete; șervețele de bucătărie; scobitori; agrafă de birou.

Mod de lucru

1. Zdrobirea: broccoli se mărunțește cu ajutorul unui cuțit, apoi se pune într-un mojar și se strivește. Adaugă o linguriță de sare și amestecă, apoi toarnă ușor apă caldă (60°C) și amestecă până obții o pastă, ca un piure.

2. Filtrarea – filtrează amestecul obținut (folosește un șervețel/hârtie de filtru) și adaugă două lingurițe de detergent lichid, apoi amestecă, evitând formarea bulelor.

3. Precipitarea – toarnă lichidul filtrat într-o eprubetă, peste care adaugi, încet, trei mililitri de alcool (ținut în prealabil la congelator), care să se prelingă pe marginea eprubetei până ajunge la suprafața extractului, unde formează un strat deasupra apei. În final (după aproximativ 10 minute), se observă delimitarea unui strat superior incolor (alcoolul) și un strat inferior colorat (resturi celulare).

4. Extracția – se amestecă ușor soluția obținută și se observă cu ochiul liber masa de ADN precipitat din celulele materialului vegetal, care a fost izolată de restul componentelor celulare. După alte 3-5 minute, cu o scobitoare sau cu o agrafă de birou scoate ADN-ul (masa gelatinoasă) din stratul superior. Firișoarele subțiri, ca o pânză de păianjen, sunt sute de fire lungi de ADN.

5. Discuții și analiza datelor: Celulele plantelor sunt înconjurate de pereți celulari și de membrane de natură lipido-proteică. Majoritatea celulelor au un nucleu în care se găsește ADN. Prin zdrobire se distrug țesuturile și pereții celulari, proces favorizat și de temperatura ridicată a apei. Detergentul de vase dizolvă stratul bilipidic din membranele celulare. ADN-ul, eliberat din nuclee, nu se dizolvă în alcool, ci precipită/se coagulează; ionii de Na^+ din sare ajută la alipirea moleculelor de ADN care formează o masă gelatinoasă albă (ca o „meduză"), de aproximativ 1 cm, vizibilă cu ochiul liber, la interfața apă-alcool. Ceea ce obținem nu este ADN pur, de el putând fi atașate proteine și ARN, componente ale fibrei de cromatină, material din care se formează cromozomii. Deși o celulă are dimensiuni microscopice, ADN-ul din experiment a putut fi observat, deoarece el provine din miliarde de celule.

Direcție nouă de investigare: Urmând etapele prezentate în experiment și scanând codul QR, extrageți ADN dintr-un alt fruct sau legumă, fotografiați și prezentați-vă observațiile. Rezultatele activității pot constitui o piesă a **PORTOFOLIULUI** tău.

10. Cromozomii. Ciclul celular. Amitoza și mitoza

Termeni-cheie:

cromatină, cromozomi, cromatide, nucleozom, ciclu celular, amitoză, mitoză.

Zilnic pot apărea accidente, în urma cărora organismul se regenerează. De exemplu, pielea se reface după o tăietură ca și cum nimic nu s-ar fi întâmplat. Pe de altă parte, nici tu nu mai ești cel de anul trecut: măsurătorile arată câțiva centimetri în plus în înălțime, iar mărimea hainelor s-a schimbat. Te-ai întrebat vreodată ce mecanism celular este responsabil de creșterea organismului și de refacerea țesuturilor în cazul rănirilor?

Cromozomii

Cromozomii sunt structuri celulare complexe, cu aspect de bastonașe sau de filamente, formate dintr-o singură moleculă lungă de ADN, împachetată (condensată și spiralizată) în jurul unor proteine speciale, numite histone. Aceștia se găsesc în nucleul celulelor eucariote (la procariote există un singur cromozom circular) și pot fi observați doar în timpul diviziunii celulare (mitoză sau meioză).

Rolul cromozomilor: stochează, protejează și transmit cu exactitate informația genetică de la celula-mamă la celulele-fiice, putând fi numiți **stick-ul de memorie** al celulei. Aceștia conțin gene, așezate liniar fără a se suprapune, unități structurale și funcționale care conțin instrucțiuni clare pentru funcționarea și caracteristicile organismului, de exemplu: culoarea ochilor, grupa de sânge etc.

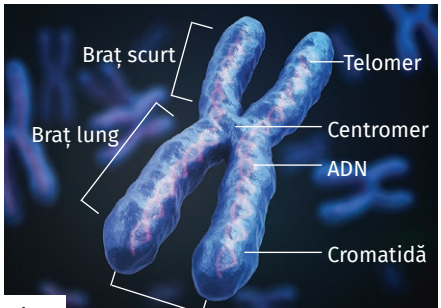


Fig. 1

Structura unui cromozom

Un cromozom duplicat (fig. 1), înaintea unei diviziuni, este format din următoarele elemente:

– două cromatide-surori: două filamente identice de ADN, rezultate în urma replicării din interfază;

– centromer: structura care unește cele două cromatide și de care se prind fibrele fusului de diviziune în timpul diviziunii;

– brațe: segmentele cromozomului situate de o parte și de alta a centromerului – brațul scurt *p* și brațul lung *q*.

Cromatină versus cromozomi – aceeași substanță, două forme

Cromatina și **cromozomii** sunt stări diferite de condensare ale aceleiași substanțe (în principal ADN), care există în momente distincte din viața celulei. Cromatina reprezintă materialul genetic care se găsește în nucleu sub forma unor filamente de ADN, lungi și răsucite. La microscopul electronic, aceasta are aspectul unui șirag de mărgele, unde fiecare mărgea este un **nucleozom (un octamer format din 8 proteine**

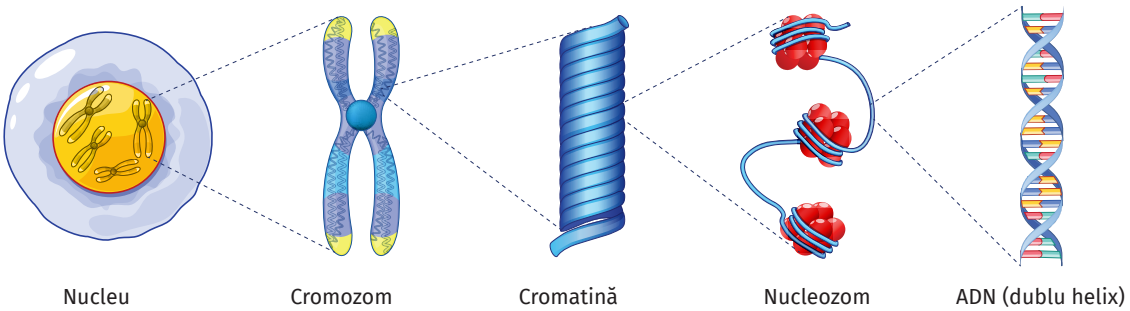


Fig. 2. Împachetarea ADN-ului

histonice înconjurate de filamentul de ADN), iar firul pe care sunt înșirate este molecula de ADN. Înaintea fiecărei diviziuni celulare, aceste filamente de cromatină se spiralizează și se condensează puternic, formând cromozomii, al căror număr este fix și constant pentru fiecare specie în parte (în organismul uman există 46 de cromozomi, grupați în 23 de perechi). Această compactare este importantă atât pentru păstrarea exactă a informației genetice, cât și pentru distribuirea ei egală în fiecare dintre cele două celule-fiice nou formate.

Ciclul celular

Ciclul celular (fig. 3) reprezintă viața unei celule, mai exact intervalul de timp de la formarea acesteia prin diviziune și până în momentul în care se divide, la rândul ei, în două celule-fiice. Acesta cuprinde două mari etape:

– interfaza (aproximativ 90% din durată): celula crește în dimensiuni, își desfășoară activitatea metabolică specifică și își dublează cantitatea de ADN (în faza S – de sinteză);

– diviziunea celulară (aproximativ 10% din durată): repartizarea echitabilă a materialului genetic și a citoplasmei în cele două noi celule-fiice.

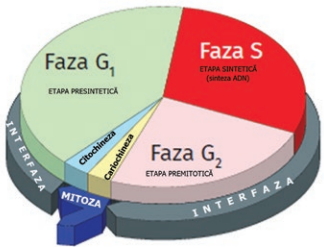


Fig. 3. Ciclul celular

Tipuri de diviziune – amitoza și mitoza

Diviziunea directă este un tip de diviziune celulară rapidă, fără condensarea materialului genetic în cromozomi individualizați și fără formarea unui fus de diviziune.

Se realizează prin **fisiune binară** (fig. 4) la procariote (bacterii și arhee), respectiv prin **amitoză** la eucariote.

În cazul eucariotelor, amitoza are loc prin strangularea (gâtuirea) nucleului și a citoplasmei sau prin fragmentare. Este caracteristică unor protozoare, dar se întâlnește și în celule patologice (canceroase), celule în curs de îmbătrânire (senescente) ori în țesuturi tranzitorii (membranele embrionare).

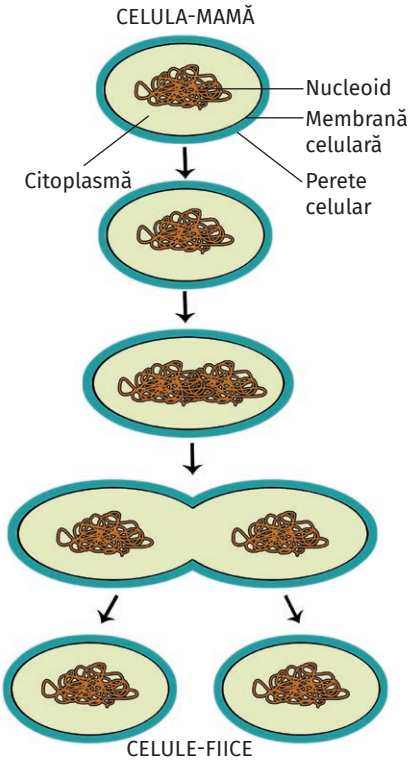


Fig. 4. Fisiune binară la Escherichia coli

Mitoza

➔ **Mitoza (diviziunea indirectă ecuațională)** – (fig. 5) se caracterizează prin formarea fusului de diviziune și repartizarea echitabilă a cromozomilor în cele două celule-fiice, care vor fi identice din punct de vedere genetic cu celula-mamă. Dacă celula-mamă este diploidă (2n), având materialul genetic organizat în perechi de cromozomi omologi, celulele-fiice vor fi, de asemenea, diploide (2n). După replicarea ADN-ului în interfază, se declanșează mitoza, care se desfășoară în două mari etape:

– **cariochineza** (diviziunea nucleului, structurată în patru faze succesive: profază, metafază, anafază și telofază);

– **citochineza** (diviziunea citoplasmei și a organitelor celulare, care finalizează separarea celor două noi celule).

- **Profaza:** Cromozomii devin vizibili la microscopul optic prin procesul de condensare și spiralizare a cromatinei. Membrana nucleară și nucleolii se dezorganizează. În celulele animale, centriolii migrează către polii opuși ai celulei și organizează formarea fusului de diviziune.
- **Metafaza:** Cromozomii ating gradul maxim de condensare și sunt perfect vizibili la microscopul optic, fiind momentul ideal în care pot fi numărați și studiați. Aceștia se aliniază în regiunea mediană a celulei, fixându-se cu centromerii de firele fusului de diviziune și formând **placa ecuatorială**.

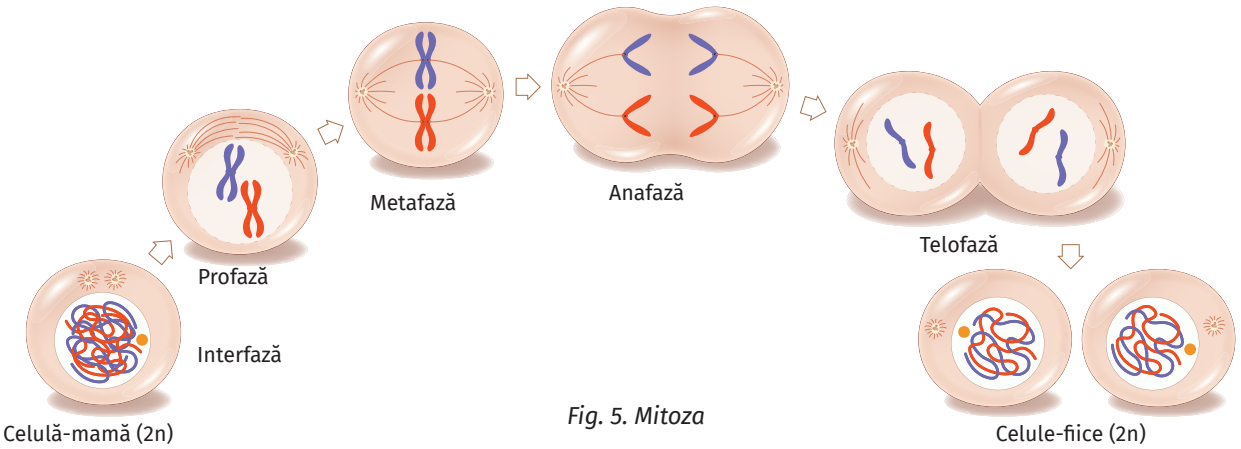


Fig. 5. Mitoza

- **Anafaza:** Cromatidele-surori se separă la nivelul centromerului devenind cromozomi monocromatidici independenți. Aceștia sunt trași de către fibrele fusului de diviziune către polii opuși ai celulei, migrând spre capetele acesteia.
- **Telofaza:** Cromozomii monocromatidici ajung la polii celulei, se decondensează și se despiralizează, redevenind filamente subțiri de cromatină. Fusul de diviziune se dezorganizează, se refac membranele nucleare și nucleolii, rezultând două nuclee identice.

La finalul cariochinezei, are loc **citochineza** (diviziunea citoplasmei și a organitelor), care asigură separarea definitivă a celor două celule-fiice.

Știai că?

- Numărul de cromozomi nu reflectă neapărat inteligența sau complexitatea unei specii: oamenii au 46 de cromozomi, cartoful 48, iar o specie de ferigă are peste 1 200 de cromozomi în fiecare celulă.
- Dacă am compara procesul de condensare al ADN-ului (de aproximativ 2 m) pentru a încăpea într-un nucleu microscopic, echivalentul ar fi împachetarea unui fir de ață lung de 20 km într-o minge de tenis.
- În corpul tău se produc aproximativ 25 de milioane de mitoze în fiecare secundă.

Concluzie

Ciclul celular și diviziunea celulară asigură continuitatea și stabilitatea vieții prin două mecanisme adaptative: amitoza (diviziunea directă, simplă) și mitoza (diviziunea indirectă), proces specializat în care cromozomii se repartizează egal. Prin mitoză, organismul își asigură creșterea (de la zigot la adult), regenerarea țesuturilor rănite și stabilitatea genetică a tuturor celulelor din corp.

Joc de rol: Mitoza în direct!

În mijlocul clasei, patru elevi vor mima fazele mitozei, astfel: doi câte doi, ținându-se de mână reprezintă cromozomii cu două cromatide; în metafază se aliniază la mijloc, iar în anafază se despart și merg în direcție opusă.

Mnemotehnica pentru fraze: Pentru a reține mai ușor fazele mitozei și ordinea în care se desfășoară, formează un cuvânt cu prima literă a fiecărei faze (**P**rofază, **M**etafază, **A**nafază, **T**elofază) – **P-M-A-T**, apoi alcătuiește o propoziție cu acestea, de exemplu: ***P**rimește **M**asa **A**stăzi, **T**e rog!* Exersează, utilizând alte noțiuni din lecție.

Aplicații

Calcul biologic. O celulă-mamă a pielii umane (2n = 46 cromozomi) trece printr-un ciclu celular complet și realizează o diviziune mitotică: a. Câte celule-fiice rezultă la finalul procesului? b. Câți cromozomi va avea fiecare celulă-fiică obținută?

Răspuns argumentat. Dacă un bioinginer ar bloca prin metode chimice diviziunea centromerilor în timpul mitozei, în ce fază s-ar opri procesul și ce consecințe ar avea acest blocaj asupra repartizării materialului genetic?

11. Rolul mitozei în creștere și dezvoltare

Gândește-te la mitoză ca la superputerea invizibilă a organismelor de a se reînnoi și de a se reconstrui. Fie că o mică tăietură se vindecă de la sine sau corpul tău devine mai puternic după ce faci sport, totul se datorează acestui mecanism de o precizie uluitoare. Organismul este un sistem complex, capabil să se regenereze și să crească în fiecare secundă prin acest proces fascinant.

Termeni-cheie:

mitoză, creștere, dezvoltare, regenerare, celule STEM, celule canceroase, tumori, metastaze.

Organismul viu se caracterizează printr-un schimb permanent de substanță și energie cu mediul – metabolismul; acesta este „motorul" care transformă nutrienții și energia în materie vie și furnizează combustibilul necesar pentru ca mitoza să poată avea loc, realizând construcția propriu-zisă a corpului.

Ce este mitoza?

Mitoza (gr. *mitos* – fir, ață; *osis* – acțiune, proces) este procesul prin care o celulă se divide pentru a forma două celule-fiice identice cu celula-mamă, proces esențial în creșterea, dezvoltarea și funcționarea organismelor pluricelulare.

Cum se declanșează mitoza?

Când celula crește, raportul S/V (suprafața membranei/volumul citoplasmei) scade. În acest caz, schimburile prin membrană devin mai puțin eficiente în raport cu necesitățile celulei, fiind îngreunate aportul de nutrienți și oxigen și eliminarea produșilor rezultați din activitatea celulară. Diviziunea prin mitoză duce la formarea a două celule mai mici, care restabilesc un raport S/V mai mare, favorizând astfel schimburile eficiente cu mediul.

Și între nucleu și citoplasma unei celule există un anumit raport, de aproximativ **1/3 până la 1/10 (volumul nucleului/volumul citoplasmei).** Depășirea raportului nucleu-citoplasmă (limitarea capacității nucleului de a coordona un volum mare de citoplasmă) declanșează semnalele moleculare care inițiază ciclul celular.

Rezultă că mitoza nu este doar un mod de înmulțire, ci un mecanism de **supraviețuire biologică,** deoarece prin menținerea unor volume mici, celulele se asigură că procesele de transport (precum difuzia) rămân rapide, permițând celului să răspundă la schimbările din mediu.

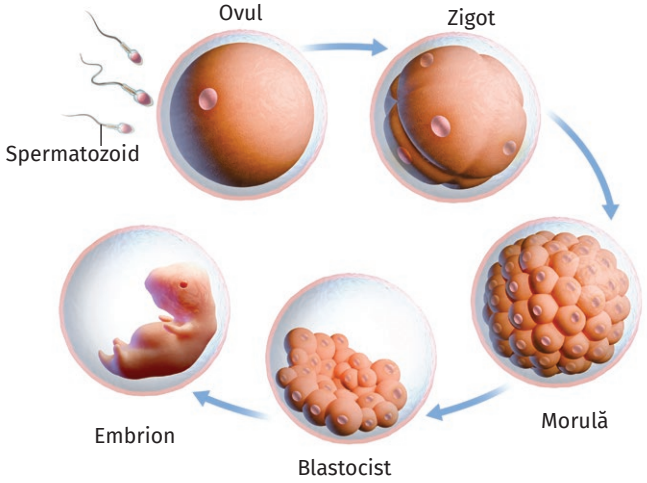


Fig. 1. Fertilizarea umană și dezvoltarea embrionară

Care sunt rolurile mitozei în viața organismelor?

Creșterea și diferențierea celulară: În timpul dezvoltării embrionare (fig. 1), diviziunile mitotice succesive permit transformarea zigotului într-un organism complex, multicelular, generând și tipurile de celule specializate pentru formarea organelor și țesuturilor. Mitoza asigură nu doar creșterea în dimensiuni, ci și menținerea proporțiilor corecte între diferite părți ale organismului.

Știai că?

- Termenul de **mitoză** a fost introdus de biologul german Walther Flemming, în 1882, pentru a descrie „formarea firelor/filamentelor" (cromozomii), observate la microscop în timpul diviziunii, acestea fiind rezultatul condensării materialului genetic (cromatina).

Stabilitate genetică: Prin mitoză, rezultă celulele-fiice cu același număr de cromozomi și informație genetică identică cu cea a celulei-mamă, proces esențial pentru menținerea funcționalității organismului.

Reproducere asexuată: La multe organisme (fungi, unele plante și animale inferioare), mitoza este baza reproducerii asexuate, permițând producerea de descendenți genetic identici cu părintele. Țesuturile care se reînnoiesc rapid, cum ar fi pielea, intestinul și măduva osoasă, prezintă o activitate mitotică intensă pe tot parcursul vieții.

Vindecarea (fig. 2): refacerea țesuturilor după o rănire se bazează pe capacitatea celulelor din jur de a se multiplica rapid. Rata mitozei în celulele de la marginea tăieturii, în primele 24 de ore, poate crește de până la **10 ori** față de nivelul normal pentru a grăbi procesul de acoperire. Noile celule vor îndeplini aceleași funcții ca cele anterioare, asigurând o vindecare cât mai apropiată de starea originală.

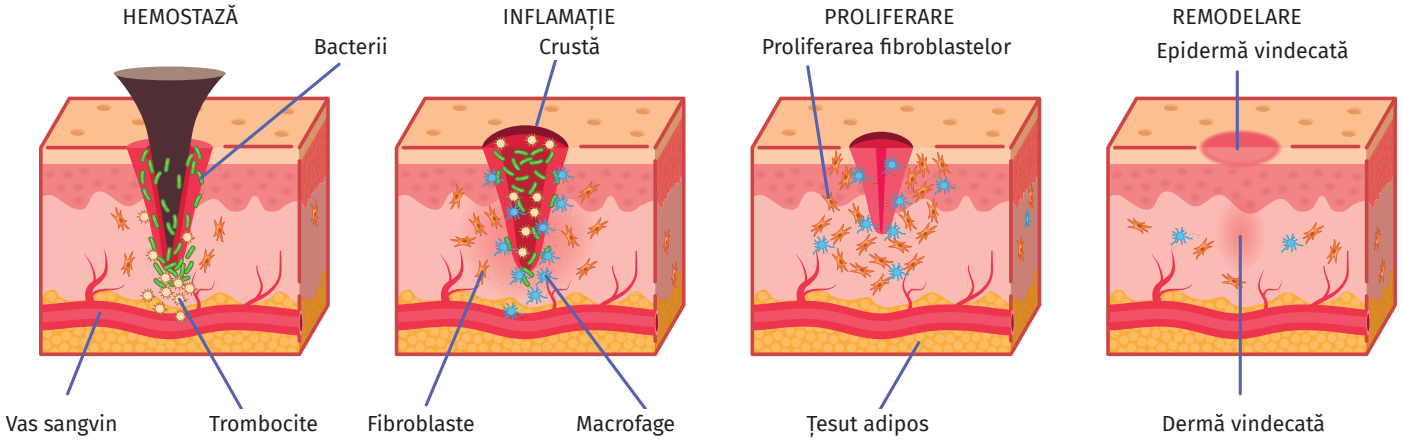


Fig. 2. Vindecarea rănilor

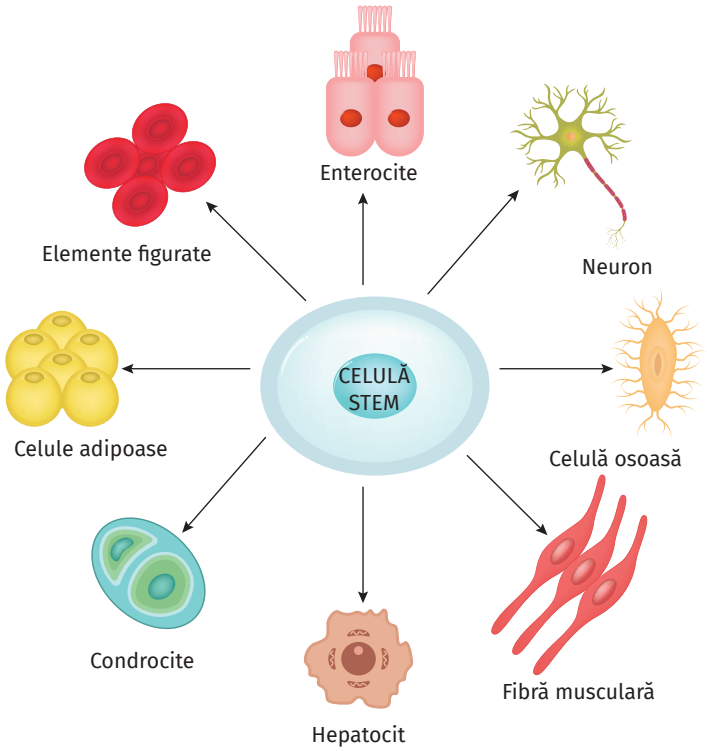


Fig. 3 Diferențiere celulară

Regenerarea constantă: chiar și în absența rănilor vizibile, mitoza înlocuiește celulele uzate sau distruse: din mucoasa stomacului, la 4-5 zile, celulele din sânge sunt înlocuite prin diviziuni mitotice ale celulelor hematopoietice din măduva osoasă (celulele stem) sau epiderma, stratul exterior al pielii, se reînnoiește complet la aproximativ 28 zile prin diviziuni ale celulelor din stratul bazal, menținând integritatea barierelor corpului.

Celulele stem („dirijorii" regenerării – fig. 3) sunt celule nediferențiate, pluripotente, cu rol în coordonarea mitozei pentru a asigura o reparare eficientă a țesuturilor.

Diviziunea asimetrică: prin mitoză, dintr-o celulă stem rezultă adesea două celule diferite: o nouă **celulă stem** (pentru a menține rezerva) și o a doua, **celulă-fiică specializată** (care va deveni piele, sânge sau mușchi) – se asigură regenerarea fără a epuiza sursa de reparații.

Activarea la cerere: în mod normal, celulele stem stau într-o stare de repaus, fiind activate pentru a declanșa mitoza prin semnale de alarmă chimice.

Controlul ritmului: celulele stem eliberează factori de creștere care „dictează” celulelor vecine cât de repede să se dividă, prevenind o acumulare excesivă de țesut sau, dimpotrivă, o vindecare prea lentă.

Specializarea precisă: Celulele stem sunt o sursă de „piese de schimb”, reprezentând o rezervă de celule nediferențiate capabile să genereze noi celule specializate pentru înlocuirea celor uzate sau distruse.

În anumite circumstanțe, când mecanismele de control ale diviziunii eșuează, mitoza se transformă dintr-un proces de **construcție și reparare** într-un proces de **distrugere** a echilibrului biologic (fig. 4). Apare **cancerul**, celulele înmulțindu-se haotic prin mitoză și formând mase de țesut numite **tumori** (benigne sau maligne).

Erorile de copiere a ADN-ului nu mai sunt reparate, **mutațiile** se transmit celulelor-fiice, făcându-le și mai agresive. În mod normal, aceste celule s-ar autodistruge (apoptoză), dar ele supraviețuiesc și se tot înmulțesc, își pot pierde aderența la celulele țesutului din care fac parte desprinzându-se din tumora-mamă și, prin sânge sau limfă, ajung în alte organe (metastazare).

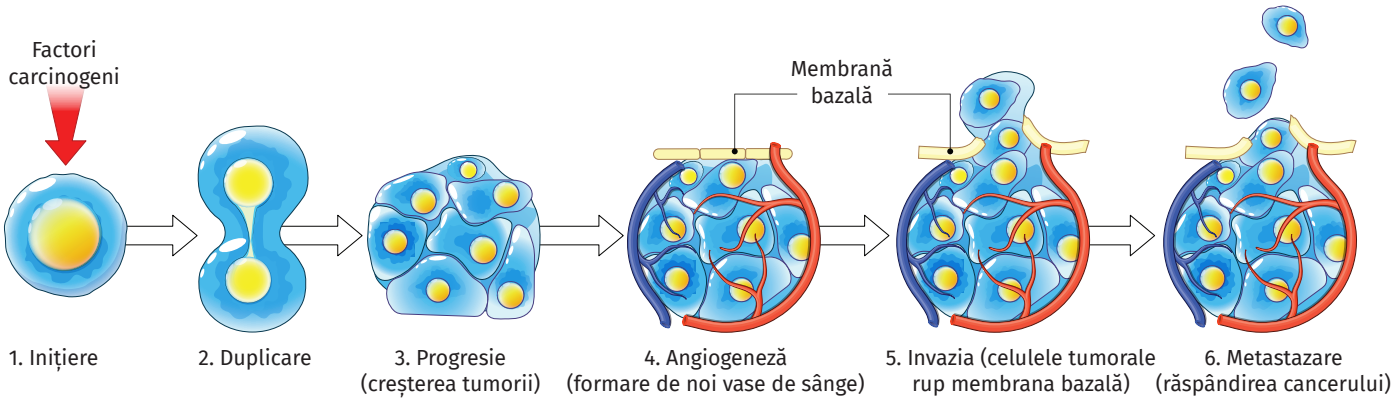


Fig. 4. Apariția și dezvoltarea cancerului

Concluzie **Mitoza** nu este doar un simplu mecanism de diviziune, ci fundamentul proceselor de **creștere și dezvoltare**, fără de care viața s-ar opri la stadiul de o singură celulă, iar regenerarea țesuturilor uzate ar fi imposibilă. Mitoza garantează **stabilitatea genetică** și continuitatea vieții.

Aplicații

Adevărat sau fals?

1. Mitoza se realizează activ în straturile superficiale ale pielii.
2. Celulele care căptușesc intestinul trăiesc doar câteva zile, ele fiind înlocuite la fiecare 3-5 zile.
3. Orice tip de celulă din corpul uman se divide prin mitoză pe tot parcursul vieții individului.
4. Mitoza se realizează doar în celulele animale, nu și în cele vegetale.
5. Creșterea în înălțime se realizează atâta timp cât în zonele de osificare (cartilajul de conjugare) se realizează mitoza.

Știința în context

1. Transplantul de organe. În cazul unui transplant de ficat de la un donator viu, se poate preleva doar o porțiune din organ. În câteva luni, atât fragmentul donat, cât și restul rămas în donator, se vor regenera până la dimensiunea normală. **Argumentează!**

2. Biotehnologia: Clonarea plantelor

Poți obține o plantă întreagă dintr-un butaș de mușcată, proces denumit înmulțire vegetativă. **Explică cum mitoza asigură stabilitatea speciei.**

12. Diversitatea celulară corelată cu specializarea funcțională la celulele vegetale, animale, fungice

Termeni-cheie:

corelație structură-funcție, rigiditate, mobilitate, contractilitate, comunicare intercelulară.

În lumea eucariotelor, celulele au forme variate: există neuroni cu ramificații arborescente și unele prelungiri foarte lungi, fibre musculare cilindrice, alungite, dar și hematii flexibile și discoidale, forma lor fiind corelată cu funcția îndeplinită. Vrei să afli mai multe despre diversitatea celulară la eucariotelee: vegetale, animale, fungice?

Principiul **corelației structură-funcție,** concept fundamental în biologie, explică faptul că forma, organizarea și compoziția unei celule (sau a unui organit) determină în mod direct rolul pe care aceasta îl îndeplinește în cadrul organismului. Aspectele-cheie ale principiului sunt:

- **Adaptarea structurii la funcțiile îndeplinite:** Varietatea formelor celulare întâlnite la plante și animale este produsul diferențierii structurale, un proces biologic prin care celulele dobândesc trăsături fizice specifice, necesare pentru a îndeplini roluri fiziologice precise în cadrul organismului.
- **Eficiența organismului:** Această adaptare structură-funcție are scopul de a optimiza eficiența întregului organism.
- **Relația de cauzalitate:** Forma nu este întâmplătoare, ci ea este „proiectată” de evoluție pentru a servi unei funcții: de exemplu, celulele care au nevoie de multă energie vor avea automat mai multe mitocondrii.

Exemple din regnurile vegetal și animal, care explică conceptul

Adaptări pentru susținere și protecție: analiza peretelui celular

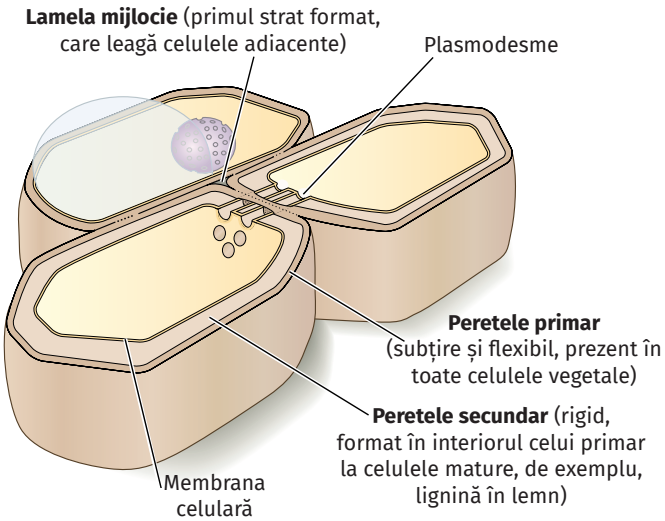


Fig. 1. Ultrastructura peretelui celular

Învelișurile externe rigide reprezintă adaptări majore pentru menținerea integrității structurale, prezentând compoziții chimice divergente între regnuri.

Celulele vegetale dispun de un perete celular complex, stratificat, situat la exteriorul membranei plasmatice (fig.1). Acesta conține preponderent celuloză, hemiceluloză și pectină.

Funcțiile peretelui celular vegetal:

– protecție și suport: menținerea formei celulare rigide și rezistență mecanică;

– permeabilitate: acționează ca o sită moleculară pentru apă și nutrienți;

– interacțiune: comunicare intercelulară prin canale citoplasmatice numite plasmodesme.

Celulele fungice (fig. 2): peretele celular reprezintă o barieră multistratificată care conține chitină, asigurând hifelor rigiditate mecanică și rezistență la presiunea osmotică internă.

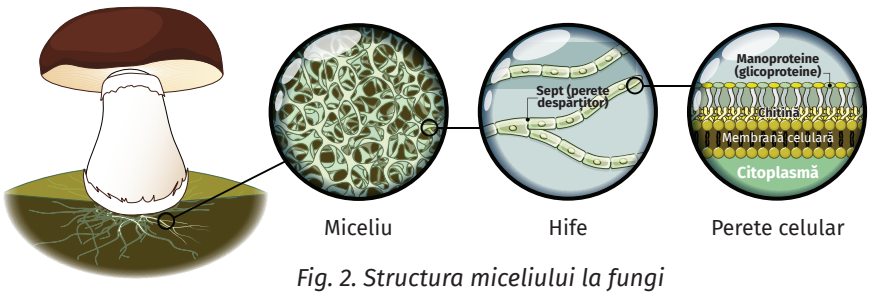


Fig. 2. Structura miceliului la fungi

Adaptări pentru absorbție (maximizarea suprafeței)

Perișorii absorbanți ai rădăcinii plantelor sunt prelungiri lungi și subțiri care au rolul de a mări suprafața de contact cu solul pentru o absorbție eficientă a apei și a sărurilor minerale (fig. 3).

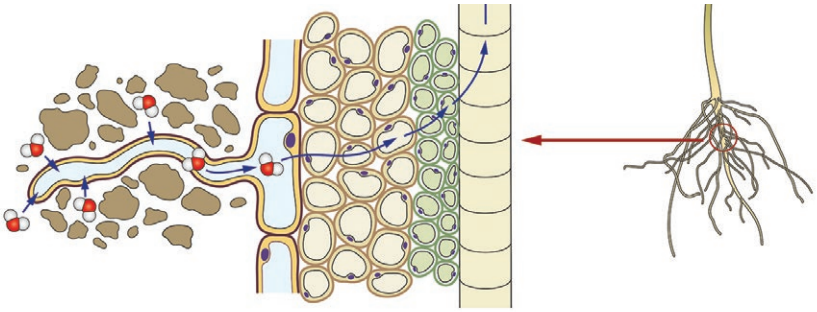


Fig. 3. Perișorii absorbanți ai rădăcinii

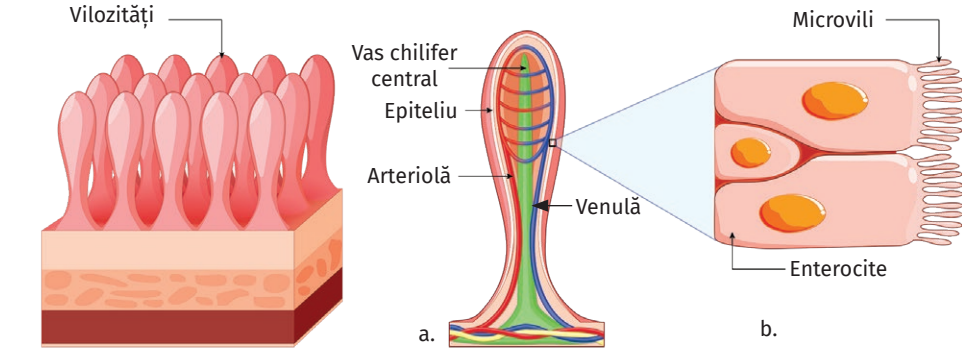


Fig. 4. Mărirea suprafeței de absorbție prin: a. vilozități intestinale și b. microvili

Microvilii celulelor intestinale sunt prelungiri ale membranei și citoplasmei care măresc de sute de ori suprafața activă de absorbție a nutrienților (fig. 4. b).

Vilozitățile intestinale sunt proiecții alungite, asemănătoare degetelor, care căptușesc mucoasa intestinului subțire (fig. 4. a).

Adaptări pentru transport (eficiență și spațiu)

La plante, **vasele conducătoare lemnoase** sunt formate din celule moarte, tubulare, cu pereți îngroșați, fiind specializate pentru transportul apei și susținere structurală (fig. 5. a).

Eritrocitele (hematiile) sunt celule care aparțin elementelor figurate ale sângelui mamiferelor, de dimensiuni mici (7-8 microni diametru) ce conțin un pigment de culoare roșie, hemoglobina. Aceasta conține 4 atomi de fier care au afinitate față de moleculele de oxigen, pe care le transportă la celule. Forma biconcavă și absența nucleului la hematiile adulte maximizează spațiul pentru transportul oxigenului (fig. 5. b).

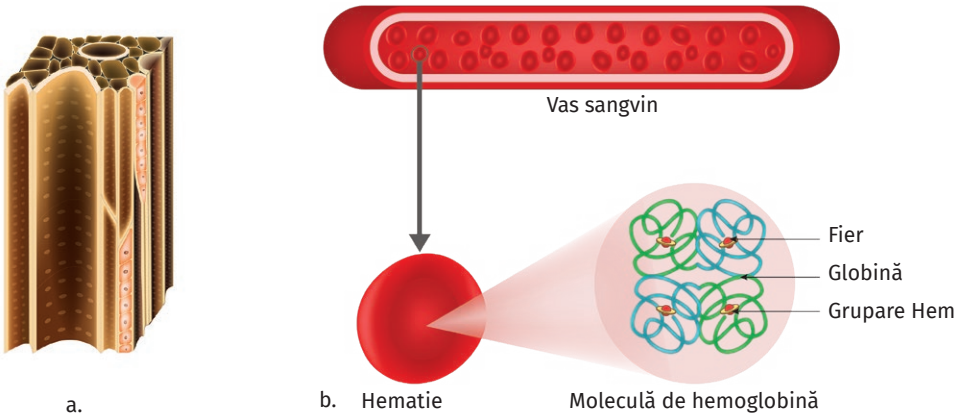


Fig. 5. Adaptări structurale pentru transport: a. vase lemnoase; b. hematii

Adaptări pentru mișcare și comunicare intercelulară (specializări mecanice și electrice)

- **Spermatozoizii** (gameții masculini) prezintă un flagel lung pentru mobilitate și o piesă intermediară ce conține numeroase mitocondrii, care furnizează energia necesară deplasării (fig. 6).
- **Miocitele** (celulele musculare) sunt alungite și bogate în proteine contractile (actină și miozină) pentru a permite contracția eficientă, dar conțin și numeroase mitocondrii care le furnizează energia necesară contracției.
- **Neuronii** (celulele nervoase) au prelungiri nervoase (axoni și dendrite), special adaptate pentru a transmite rapid impulsurile nervoase la distanțe mari în corp (fig. 7).

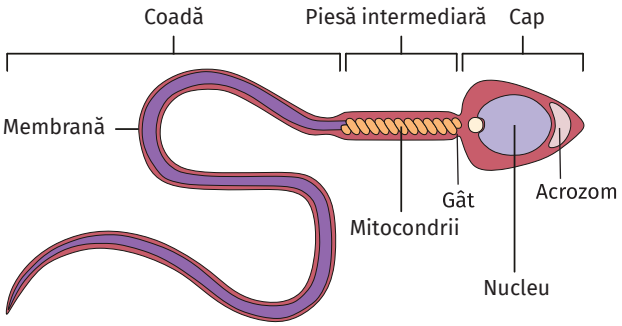


Fig. 6. Structura spermatozoidului

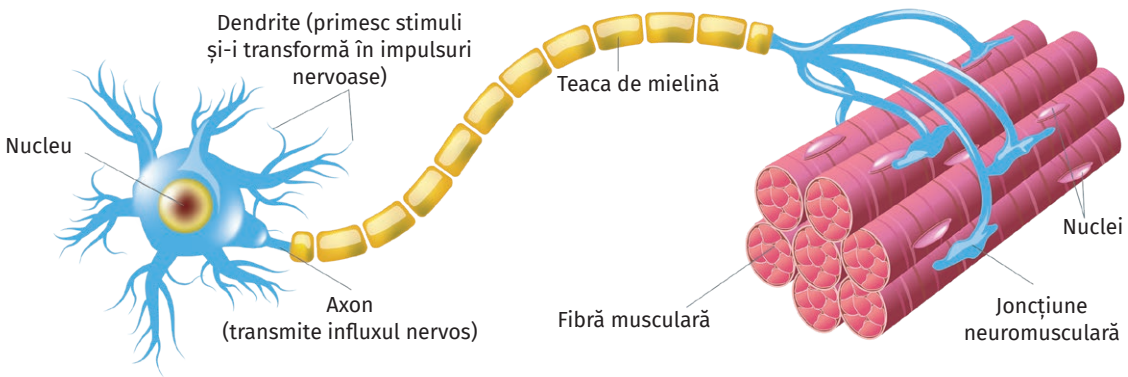


Fig. 7. Structura neuronului, adaptare pentru comunicare intercelulară

Concluzie În lumea eucariotelor, diferențele structurale, de la rigiditatea peretelui celular, alcătuit din celuloză la plante, până la flexibilitatea membranei celulelor animale reprezintă adaptări evolutive corelate cu funcția specifică a fiecărui tip celular.

Aplicații

1. Adevărat sau fals?

1. Celulele musculare conțin mai multe mitocondrii decât hematiile.
2. Microvilii și vilozitățile sunt prelungiri de același nivel structural care îndeplinesc aceeași funcție.

2. Citește și rezolvă!

Spermatozoizii (celule sexuale masculine) au aproximativ 50-70 µm și conțin 50-70 de mitocondrii, concentrate în piesa intermediară, în timp ce ovulul (celula sexuală feminină) este una dintre cele mai mari celule din corpul uman – 200 µm și conține 100 000-600 000 de mitocondrii.

a. **Calculează raportul** de mărime spermatozoid/ovul, respectiv raportul dintre numărul mitocondriilor la cele două celule sexuale (folosește valorile minime).

b. **Formulează** o posibilă explicație pentru localizarea mitocondriilor la spermatozoid, respectiv la ovul.

c. Deși primim aproximativ 50% din materialul genetic de la fiecare părinte, din punct de vedere matematic și biologic, cantitatea de ADN moștenită de la mamă este ușor mai mare. **Argumentează!**

CELULA

Celula: structură vie capabilă de metabolism, creștere și reproducere.

Virusurile: nu sunt organisme vii, deoarece nu au metabolism propriu, nu se pot reproduce singure (sunt paraziți intracelulari obligatorii) și nu au structură celulară.

◆ Tipuri de celule

- **Procariotă:** simplă, fără nucleu delimitat (nucleoid liber în citoplasmă)
- **Eucariotă:** complexă, cu nucleu delimitat de o membrană dublă cu pori; conține numeroase organite citoplasmatice

◆ Componentele celulei procariote

- **Învelișuri:** capsulă, perete celular (conține peptidoglican – mureină), membrană plasmatică cu prelungiri de tip flageli și fimbrii
- **Citoplasma:** necompartimentată, cu ribozomi, citoschelet simplu, incluziuni citoplasmatice
- **Material genetic:** nucleoid – o macromoleculă de ADN bicatenar circular
  plasmide – macromolecule de ADN circular (component accesoriu)

◆ Componentele celulei eucariote

- **Perete celular:** la celula vegetală și fungică; rol de protecție și conferă formă celulei
- **Membrana celulară:** protecție și schimb de substanțe cu mediul
- **Citoplasma:**
  - **Hialoplasmă (citosol):** mediu-suport pentru reacțiile chimice (fluid sau gelatinos)
  - **Organite celulare: a. comune** tuturor celulelor:
    - Mitocondrii: furnizează energie
    - Reticul endoplasmatic: transportul intracelular al unor substanțe:
      R.E.N. – sinteză de lipide
      R.E.R. – sinteză de proteine
    - Aparatul Golgi: secreția celulară
    - Lizozomi: digestia celulară
    - Ribozomi: corpusculi (fără membrană) cu rol în sinteza proteinelor
      b. specifice celulei animale sau celulei vegetale
    - Plastide (în celula vegetală): fotosinteză (cloroplastele)
- **Nucleul:** coordonează întreaga activitate celulară; delimitat de o membrană nucleară dublă, cu pori

◆ Originea celulei eucariote

- Celula eucariotă a evoluat prin endosimbioze succesive, în urma înglobării unor bacterii aerobe (devenite mitocondrii) și a unor bacterii fotosintetizante (devenite cloroplaste).

◆ Specializarea celulară

Deși au aceleași componente de bază, celulele se specializează pentru funcții diferite:

- **Vegetale:** au perete celular (din celuloză și pectine) și organite specifice: plastide (precum cloroplastele) și vacuole mari, permanente
- **Animale:** au forme variate (sferice, discoidale, stelate, fusiforme, pavimentoase, cilindrice, cubice etc.); conțin organite specifice: centrozom, miofibrile (în fibrele musculare), neurofibrile și corpusculi Nissl (în neuroni), cili și flageli (la unele celule)
- **Fungice:** au perete celular care conține chitină; nu conțin cloroplaste

◆ Schimbul de substanțe și raportul suprafață (S)/volum (V)

- **Importanță:** membranele și suprafața celulară sunt vitale pentru supraviețuire
- **Homeostazie:** mediu intern stabil
- **Raportul S/V:**
  - ❍ cu cât celula este mai mică, cu atât raportul S/V este mai mare, iar schimbul de substanțe mai eficient
  - ❍ stabilește o corelație inversă între dimensiunea animalului, metabolismul său și longevitate

Transportul prin membrană:

- ❍ **pasiv (fără consum de energie, conform gradientului de concentrație)**
- **difuziune simplă:** molecule mici care trec prin bistratul fosfolipidic
- **osmoza:** difuzia **apei** printr-o membrană semipermeabilă
- **difuziunea facilitată:** cu ajutorul **proteinelor transportoare** (canale)
  - ❍ **activ (cu consum de ATP,** împotriva gradientului de concentrație)
- **primar** – pompe (pompa Na^+/K^+)
- **secundar**
  - ❍ **vezicular**
- **endocitoza** – înglobare de molecule, prin **fagocitoză și pinocitoză**
- **exocitoza** – eliminare de macromolecule

◆ Relația ADN–ARN–proteine

- **Nucleul:** depozit de informație sub formă de ADN
- **Replicarea:** dublarea cantității de ADN înainte de diviziune
- **Sinteza proteică:**
  - – **transcripția:** copierea mesajului din ADN în ARNm (în nucleu)
  - – **translația:** citirea ARNm la nivelul **ribozomilor** și asamblarea aminoacizilor cu ajutorul ARNt și ARNr

◆ Cromozomii

- **Cromatina:** proteine histonice înconjurate de ADN; o succesiune de **nucleozomi**
- **Cromozomul:** cromatina condensată și spiralizată în timpul **diviziunii celulare**; două **cromatide** unite prin **centromer**

◆ Ciclul celular

- **Ciclul celular** – perioada cuprinsă între formarea unei celule și diviziunea acesteia în două celule-fiice. Cuprinde interfaza și diviziunea celulară.
- **Interfaza:** etapa de pregătire (creștere și replicarea ADN-ului)
- **Diviziunea celulară:**

  Amitoza: directă (fără fus de diviziune), specifică organismelor simple

  Mitoza: indirectă (cu fus de diviziune); etape: **P**rofaza, **M**etafaza, **A**nafaza, **T**elofaza

  Rezultat: două celule-fiice **identice genetic** cu celula-mamă

  Rol: creștere, dezvoltare, regenerare

I. A. Completează spațiile libere din afirmația următoare, astfel încât aceasta să fie corectă.

În celulele eucariote, prin plierea și compartimentarea ...., au apărut organite de forme și dimensiuni variate, situate în .....

B. Numește două organite care au rol în sinteza proteinelor. Asociază fiecare organit numit cu câte o caracteristică structurală a acestuia.

C. Alege un singur răspuns corect dintre variantele propuse.

1. Celula procariotă se deosebește de cea eucariotă prin:
- a. capacitatea de a sintetiza proteine;
- b. absența membranei nucleare;
- c. prezența ribozomilor;
- d. citoplasma nestructurată.

2. Virusurile sunt alcătuite, printre altele, din:
- a. citoplasmă;
- b. mitocondrii;
- c. nucleocapsidă;
- d. ribozomi.

3. Transcripția reprezintă:
- a. copierea informației genetice de pe una din catenele de ADN;
- b. asamblarea aminoacizilor la nivelul ribozomilor;
- c. replicarea ADN în interfază;
- d. transportul aminoacizilor din citoplasmă la ribozomi.

4. Osmoza:
- a. este un tip de transport activ;
- b. reprezintă difuzia electroliților;
- c. tinde să egalizeze concentrația celor două medii;
- d. consumă energie.

5. În anafaza mitozei are loc:
- a. refacerea nucleolilor;
- b. migrarea cromatidelor-surori către polii celulei;
- c. alinierea cromozomilor în placa metafazică;
- d. dezorganizarea învelișului nuclear.

D. Adevărat sau fals? Scrie litera **A** pentru enunțurile corecte și litera **F** pentru cele false. Modifică parțial afirmația pe care o consideri falsă, pentru ca aceasta să devină adevărată.

1. Între organism și mediu există un echilibru dinamic, realizat prin schimburi permanente la nivelul membranei plasmatice.

2. Fosfolipidele sunt molecule care formează spontan membrana celulară, deoarece au o parte hidrofobă, care atrage apa și o parte hidrofilă, care o respinge.

3. Fagocitoza apare atunci când particulele înglobate sunt lichide sau dizolvate.

II. 1. Mitoza este procesul prin care o celulă se divide pentru a forma două celule-fiice identice cu celula-mamă, repartizând echilibrat cromozomii cu ajutorul fusului nuclear de diviziune.

a. Numește cele două etape și cele patru faze principale ale mitozei, în ordinea desfășurării lor.

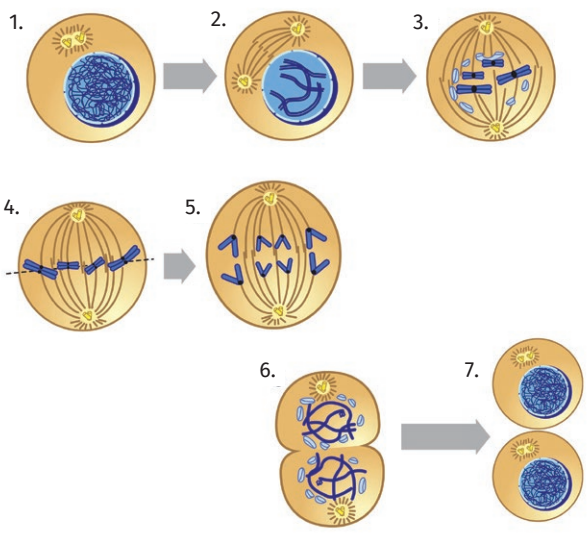
b. Precizează importanța biologică a mitozei pentru organismele pluricelulare.

c. Construiește două enunțuri afirmative, utilizând limbajul științific adecvat. Folosește informații referitoare la următoarele conținuturi: **celule stem** și **stabilitate genetică**.

2. Celula eucariotă este un sistem biologic complex, compartimentat, cu organite care funcționează sub coordonarea nucleului.

a. Numește două componente ale modelului mozaicului fluid și precizează rolul acestora.

b. Scrie un argument în favoarea afirmației următoare: „Majoritatea viețuitoarelor sunt alcătuite din una sau mai multe celule eucariote”.



c. Alcătuiește un minieseu (4-5 fraze), intitulat „Compartimentarea celulară și rolul ei în homeostazie”, folosind conținuturile științifice din manual.

III. A. 1. Ordonează cronologic următoarele evenimente caracteristice mitozei:

1. Diviziunea citoplasmei și a organitelor.
2. Alinierea cromozomilor bicromatidici în regiunea mediană a celulei.
3. Replicarea semiconservativă a moleculelor de ADN în nucleoplasmă.
4. Separarea și migrarea cromatidelor-surori către polii opuși ai celulei.
5. Dezorganizarea membranei nucleare și condensarea maximă a cromatinei.

A. 2. Numește fazele mitozei indicate în imaginea alăturată.

B. Citește textul de mai jos și completează spațiile libere cu noțiunile corespunzătoare din lista aferentă.

Pentru a comunica cu mediul extern, o celulă folosește energia produsă sub formă de ATP la nivelul _____ . Această energie este utilizată pentru a transporta substanțele prin _____, care este o barieră selectivă. Dacă celula trebuie să elimine particule de mari dimensiuni în exterior, ea va realiza un proces numit _____.

Lista de termeni: membrană plasmatică, mitocondrie, exocitoză, lizozom, fagocitoză.

Notă: Total puncte **(I., II., III.)** + puncte din oficiu = 90 p. + 10 p. = 100 de puncte
Punctaj acordat: **I. A.** 2 p. x 2 = 4 p.; **B.** (1 p. + 2 p.) x 2 = 6 p.; **C.** 2 p. x 5 = 10 p.; **D.** (2 p. x 3) + (2 p. x 2) = 10 p. **(30 p.)**/**II. 1. a.** 6 p.; **b.** 3 p.; **c.** 6 p.; **2. a.** 6 p.; **b.** 3 p.; **c.** 6 p. **(30 p.)/III. A. 1.** 10 p.; **A. 2.** = 10 p.; **B.** 10 p. **(30 p.)**

3.

NIVELURI DE INTEGRARE ȘI ORGANIZARE A LUMII VII

1. Niveluri de integrare și de organizare a lumii vii

Termeni-cheie:

nivel molecular, nivel celular, nivel individual, populație, specie, biocenoză, ecosistem, biosferă.

Într-o livadă în care s-au aplicat insecticide pentru combaterea unor dăunători, agricultorii au observat, după o perioadă, câteva schimbări neașteptate: populația albinelor a scăzut, pomii au produs mai puține fructe, iar unele păsări care trăiau în livadă au devenit tot mai rare.

- Ce s-a întâmplat în ecosistemul livezii?
- Sunt aceste schimbări legate între ele?
- La ce nivel al materiei vii crezi că a început acest fenomen?

Materia vie este organizată pe mai multe niveluri, de la structuri foarte simple, precum moleculele și celulele, până la sisteme complexe, cum sunt organismele, ecosistemele și biosfera. Fiecare nivel de organizare este alcătuit din elemente ale nivelului inferior și are structuri și funcții specifice.

Funcționarea lumii vii se bazează pe două principii importante:

- **Relația dintre structură și funcție:** Modul în care este organizată o structură determină ce funcții poate îndeplini.
- **Interdependența:** Toate nivelurile de organizare ale materiei vii sunt legate între ele și se influențează reciproc.

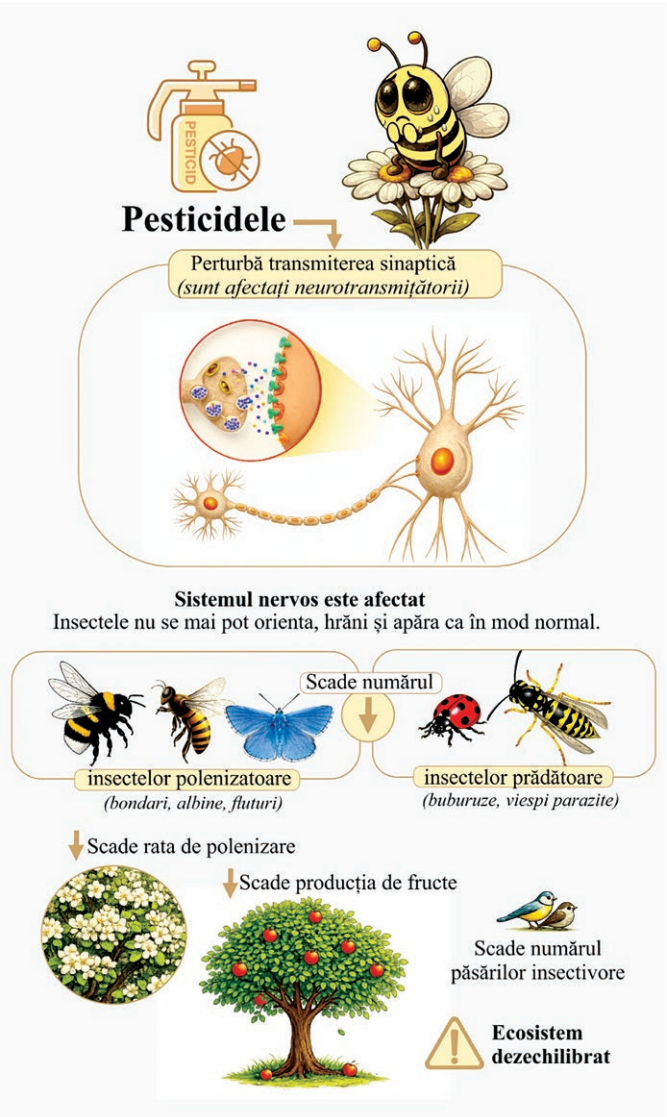


Fig. 1. Influența pesticidelor asupra nivelurilor de organizare ale unei livezi

Nivelul celular

Celula reprezintă unitatea structurală, funcțională și genetică de bază a organismelor vii. Este alcătuită din **substanțe organice** (glucide, lipide, proteine și acizi nucleici) și **anorganice** (apă și săruri minerale), organizate într-un ansamblu complex. În interiorul celulei se găsesc structuri specializate numite **organite,** fiecare îndeplinind funcții specifice. La nivelul celulei se desfășoară procese vitale: **metabolismul celular** (totalitatea reacțiilor de sinteză și degradare care asigură transformarea materiei și energiei) și schimbul de substanțe și energie cu mediul extern.

Nivelul individual (organismul)

La organismele pluricelulare, celulele se organizează în **țesuturi**, țesuturile formează **organe,** iar organele se asociază în **sisteme de organe** care alcătuiesc organismele vii. **Organismul** reprezintă forma individuală de existență a materiei vii și rezultatul organizării nivelurilor biologice inferioare.

Organismele sunt reprezentate de plante, animale, fungi și microorganisme.

Nivelul populațional și al speciei

Indivizii aceleiași specii care trăiesc într-un anumit spațiu geografic formează o **populație**. În cadrul populațiilor, indivizii interacționează și se reproduc. Totalitatea populațiilor formate din indivizi care se pot reproduce între ei și pot produce urmași fertili alcătuiește o **specie**, unitatea fundamentală de clasificare a lumii vii.

Nivelul biocenotic

Populațiile diferitelor specii care trăiesc în același mediu formează o **biocenoză** (comunitate de populații), în cadrul căreia organismele interacționează prin **relații ecologice** – de la cele trofice (de hrănire) și competiția pentru resurse, până la relațiile de cooperare. Relațiile trofice realizează transferul de materie și energie între organisme, care, în funcție de modul de hrănire, se grupează în **producători**, **consumatori** și **descompunători**.

Producătorii (de exemplu, plantele verzi) sintetizează substanțe organice din substanțe anorganice, consumatorii (iepurii sau vulpile) se hrănesc cu alte organisme, iar descompunătorii (bacteriile și ciupercile) transformă substanțele organice în substanțe anorganice. Aceste relații se organizează sub formă de **lanțuri trofice** și contribuie la menținerea echilibrului și stabilității ecosistemului.

Ecosistemul

Biocenoza interacționează permanent cu mediul de viață. Totalitatea factorilor abiotici ai mediului formează **biotopul**, iar împreună cu biocenoza alcătuiesc ecosistemul.

Ecosistemele pot fi naturale (pădure, lac, mare) sau antropice, influențate de activitatea umană (livadă, parc, lac de acumulare).

Mai multe ecosisteme asemănătoare, caracterizate prin condiții climatice și tipuri de vegetație specifice, formează un biom (tundra, taigaua, savana sau deșertul).

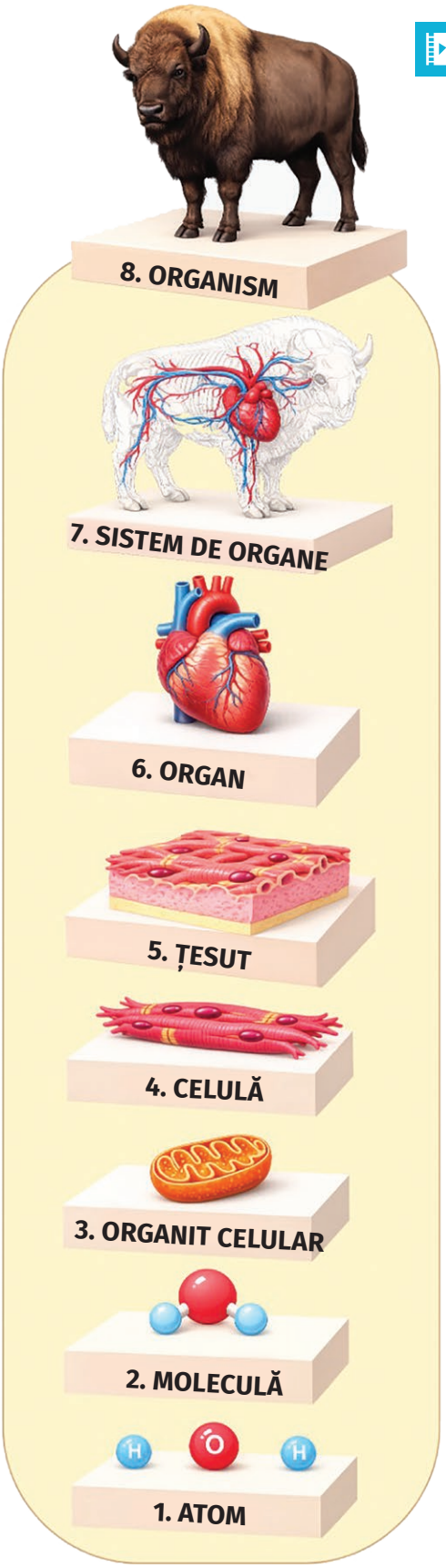


Fig. 2. Nivelurile de organizare ale lumii vii
1. Atom (hidrogen, oxigen)
2. Moleculă (apă)
3. Organit celular (mitocondria)
4. Celulă (fibră musculară de tip cardiac)
5. Țesut (țesut cardiac)
6. Organ (inima)
7. Sistem de organe (sistemul circulator)
8. Organism (bizon)

9. Specie (*Bison bonasus*); 10. Ecosistem (biocenoză și biotop); 11. Biosfera

Biosfera reprezintă învelișul viu al Pământului, alcătuit din totalitatea ecosistemelor de pe planetă. Împreună cu factorii abiotici ai mediului, aceasta formează ecosfera, ansamblul global al ecosistemelor și al interacțiunilor acestora.

Aplicații

1. Maria are un câine pe care îl plimbă zilnic într-un parc din apropierea casei. Câinele este hrănit cu hrană specială, iar substanțele nutritive sunt utilizate de celulele organismului pentru producerea energiei necesare mișcării. În parc, câinele interacționează cu alte animale și cu plantele din mediul înconjurător.

a. Identifică **patru niveluri de organizare ale lumii vii** care apar în situația descrisă.

b. Explică legătura dintre **nivelul celular și nivelul organismului** în cazul câinelui.

2. Într-o pădure cu suprafața de **20 km²**, densitatea unei populații de cerbi distribuită uniform este **4 indivizi/km²**.

a. Calculează numărul aproximativ de cerbi din populație.

b. La ce nivel de organizare biologică se referă acest calcul?

3. Într-o pajiște, un an cu secetă severă a produs schimbări în populațiile unor organisme.

Componente ecosistem	Număr indivizi înainte de secetă	Număr de indivizi după secetă
Plante erbacee	2 000	900
Iepuri	120	70
Vulpi	35	20

a. Identifică două modificări observate în ecosistem.

b. Explică relația dintre scăderea numărului plantelor și modificarea populațiilor de animale.

c. Alcătuiește un lanț trofic care poate fi întâlnit într-o pajiște.

2. Caracteristici ale biotopului și indici structurali ai biocenozei

Asemenea unui medic care analizează diferiți parametri pentru a evalua starea de sănătate a unui pacient, ecologii „diagnostichează” ecosistemele prin studiul distribuției și frecvenței speciilor, al relațiilor dintre organisme și al modificărilor mediului. O schimbare aparent minoră a temperaturii, luminii sau pH-ului poate reorganiza structura unei biocenoze și poate indica dezechilibre viitoare ale ecosistemului. Explorează această lecție ca un ecolog și descoperă cum pot fi interpretate semnalele unui ecosistem.

Termeni-cheie:

frecvență, dominanță, distribuție, diversitate, acoperire, pătrat ecologic.

Caracteristicile biotopului

Factorii abiotici ai biotopului influențează supraviețuirea organismelor, distribuția speciilor și structura biocenozei. Fiecare specie poate trăi doar într-un anumit interval de toleranță față de condițiile de mediu.

Completează tabelul cu exemple privind influența factorilor abiotici asupra plantelor și animalelor.

Factor abiotic	Lumină	Temperatură	Umiditate	pH	Tip de sol
Cum influențează plantele?	Influențează fotosinteza				
Cum influențează animalele?					

Indicii structurali ai biocenozei

Pentru a analiza structura unei biocenoze, ecologii folosesc mai mulți indicatori.

FRECVENȚA
Arată în câte microzone este prezentă o specie.

DOMINANȚA
Indică specia care are cei mai mulți indivizi.

DISTRIBUȚIA
Poate fi uniformă, grupată sau aleatorie.

DIVERSITATEA
Reprezintă numărul de specii prezente într-o zonă.

ACOPERIREA
Arată cât din suprafața ecosistemului este ocupată de o specie.

Fig. 1. Indicii structurali ai biocenozei analizați prin metoda pătratului ecologic.

Investigație digitală – *Phyphox*

Transformă telefonul într-un instrument pentru analiza factorilor abiotici cu aplicația *Phyphox*. Scanează codul QR, măsoară temperatura și intensitatea luminii în două zone din curtea școlii, compară valorile obținute și explică modul în care acestea pot influența organismele observate.

Investigarea biocenozei prin metoda pătratului ecologic

Ecologii utilizează frecvent **metoda eșantionării prin pătrate** pentru a analiza organismele imobile sau mai puțin mobile dintr-un ecosistem. Observă pătratul ecologic și speciile identificate. Utilizează informațiile din lecție pentru a analiza structura biocenozei.

SPECII IDENTIFICATE

Firuța	Trifoi-alb	Păpădie	Margaretă
			
Poa pratensis	*Trifolium repens*	*Taraxacum officinale*	*Leucanthemum vulgare*

DATE GENERALE
Suprafața pătratului: 1 m²
Număr microzone: 25
Suprafața/microzonă: 0,04 m²
Habitat: pajiște mezofilă

Fig. 2. Pătrat ecologic utilizat pentru analiza structurii biocenozei

Analiza biocenozei prin metoda pătratului ecologic

$$F = \frac{p}{P} \times 100$$

F = frecvența speciei (%)

p = numărul microzonelor în care apare specia

P = numărul total de microzone analizate (25)

1. Determină pentru fiecare specie numărul de microzone în care apare și calculează frecvența, folosind formula alăturată. Precizează **specia dominantă.**

2. Analizează distribuția speciilor și stabilește tipul acesteia. Estimează gradul de acoperire pentru speciile observate.

3. Compară numărul speciilor identificate cu **distribuția și gradul de acoperire vegetală** observate în pătrat.

4. Compară două microzone diferite din pătrat și precizează:
   a. asemănările observate;
   b. diferențele privind speciile identificate și gradul de acoperire vegetală.

5. Formulează o concluzie despre structura biocenozei analizate.

Știai că?

● Astăzi, ecologia face echipă cu Inteligența Artificială (IA) și tehnologia spațială. Sateliții și dronele de ultimă generație scanează mii de kilometri pătrați în doar câteva minute. Algoritmii de IA analizează imaginile pixel cu pixel, calculând instantaneu frecvența, dominanța și gradul de acoperire al speciilor, monitorizând defrișările ilegale sau efectele schimbărilor climatice în timp real.

Investigație digitală – *iNaturalist*

Utilizează aplicația *iNaturalist* pentru identificarea speciilor observate în pătratul ecologic și compararea biodiversității dintre microzone.

Recif tropical de corali

Deșertul Sahara (Algeria)

Pădure tropicală (America Centrală)

Analizează imaginile și răspunde.

a. În care imagine observi cea mai mare diversitate de specii?
b. În care imagine biocenoza este cea mai „săracă” în specii?
c. Explică de ce unele biotopuri pot susține mai multe specii.
d. Explică efectele reducerii biodiversității asupra ecosistemelor.

Biocenozele cu **biodiversitate ridicată** sunt, de obicei, mai **stabile** și mai **rezistente** la modificările mediului, deoarece relațiile dintre numeroasele specii contribuie la menținerea echilibrului ecosistemului.

Dacă vrei să știi mai mult!

Deși folosim frecvent cuvântul „iarbă” în limbajul obișnuit, acesta nu este un termen științific. Din punct de vedere botanic și ecologic, gazonul reprezintă o biocenoză formată din mai multe specii de graminee, precum *Lolium perenne* (raigras peren), *Festuca rubra* (păiuș-roșu) și *Poa pratensis* (firuță), alături de insecte, fungi și microorganisme care contribuie la funcționarea ecosistemului.

Concluzie Biotopul și biocenoza formează împreună ecosistemul și se află într-o permanentă interacțiune. Indicii structurali ai biocenozei, precum frecvența, dominanța, distribuția speciilor, diversitatea și acoperirea vegetală, permit analiza biocenozei și a biodiversității ecosistemului.

Aplicații

1. Analiza influenței factorilor abiotici

În pajiștea analizată anterior, cantitatea de apă din sol scade după o perioadă de secetă.
a. Identifică indicii biocenozei care se pot modifica.
b. Explică modul în care seceta poate influența speciile identificate în pătratul ecologic.
c. Argumentează ce specie ar putea deveni dominantă după perioada de secetă.

2. Interpretarea unei situații ecologice

O pădure de foioase este cuprinsă de un incendiu pe 75% din suprafață.
a. Precizează ce componente ale ecosistemului sunt afectate: biotopul, biocenoza sau ambele.
b. Explică modul în care incendiul poate influența diversitatea și distribuția speciilor.
c. Argumentează dacă ecosistemul își poate reface structura în timp.

3. Aplicarea cunoștințelor în contexte reale

Primăria propune transformarea unei pajiști naturale într-un teren de fotbal. Redactează un răspuns argumentativ, de cinci-șase rânduri, adresat primarului, în care să îți exprimi punctul de vedere privind această decizie. În răspuns:
a. precizează ce componente ale ecosistemului pot fi afectate;
b. menționează un indicator al biocenozei care se poate modifica;
c. explică importanța conservării biodiversității.

3. Caracteristici ale populației. Factori care influențează dimensiunea populației

Termeni-cheie:

populație, dimensiune, densitate, natalitate, mortalitate, imigrare, emigrare, dinamica populației, stres ecologic, transect, indicele Lincoln.

Dacă te-aș ruga acum să numeri toate furnicile din curtea școlii sau toți porumbeii dintr-un parc, cum ai face? Ai alerga după ele/ei cu un carnețel în mână, în timp ce zboară sau se ascund sub vegetație? Evident că nu! Astăzi vom descoperi cum biologii pot „număra" organisme pe care nici măcar nu le văd.

Caracteristici ale populației

Populațiile au caracteristici măsurabile, precum dimensiunea, densitatea și distribuția spațială.

Parametru	Caracterizare
Dimensiunea	Numărul total de indivizi care o compun.
Densitatea	Numărul de indivizi raportat la unitatea de suprafață sau volum.
Distribuția spațială	Modul de așezare în teritoriu: **grupată**, **uniformă** sau **aleatorie.**
Natalitatea/Mortalitatea	Numărul de nașteri și de decese produse într-un interval de timp.
Rata de creștere	Diferența dintre indivizii adăugați și cei pierduți în timp.
Structura (vârstă/sex)	Proporția indivizilor tineri, adulți și bătrâni, precum și raportul dintre masculi și femele.

Investigație simulată – Estimarea dimensiunii unei populații prin indicele Lincoln

Întrebarea investigației: Cum putem estima dimensiunea unei populații fără să numărăm toți indivizii?

Contextul simulării: Multe organisme se deplasează sau se ascund, ceea ce face dificilă numărarea directă a tuturor indivizilor dintr-o populație.

Simulează metoda captură-marcare-recaptură (CMR) și descoperă cum ecologii estimează dimensiunea populațiilor din natură, urmând pașii de mai jos.

Modelare: Presupunem că boabele de fasole reprezintă indivizii unei populații de animale mobile din natură.

1. Prima capturare
Un elev extrage aleatoriu un număr de boabe din recipient.
Exemplu:
Se capturează 20 de boabe.
$n_1 = 20$

2. Marcarea indivizilor
Boabele extrase sunt marcate cu un punct colorat. Marcajul reprezintă eticheta aplicată animalelor în studiile ecologice.

3. Eliberarea
Boabele marcate sunt reintroduse în recipient. Recipientul se agită pentru a simula deplasarea indivizilor.

4. Recapturarea
Un alt elev extrage un nou eșantion de boabe.
Exemplu: Se capturează 30 de boabe.
$n_2 = 30$

5. Identificarea indivizilor marcați
Se numără boabele extrase care au semnul colorat.
Exemplu: Se găsesc 5 boabe marcate.
m = 5

În acest exemplu:
$n_1 = 20$
$n_2 = 30$
m = 5

Formula indicelui Lincoln

$$N = \frac{n_1 \times n_2}{m}$$

n_1 = indivizii capturați inițial și marcați
n_2 = indivizii capturați a doua oară
m = indivizii marcați recapturați

Calculează N, populația estimată, conform investigației din figura de mai sus.

Notă: *Metoda oferă o estimare și presupune că indivizii marcați se amestecă uniform în populație.*

Factori care influențează dimensiunea populației

Dinamica populației reprezintă **modificarea mărimii și a structurii populației** sub acțiunea factorilor de mediu.

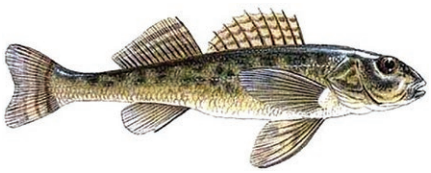
A. Factori independenți de densitate – afectează populația, indiferent de numărul de indivizi existenți.
Factori climatici: temperaturi extreme, secetă, îngheț, furtuni, inundații.
Catastrofe naturale: incendii forestiere, erupții vulcanice, cutremure.
Acțiuni antropice: defrișări, poluarea chimică a apelor sau a aerului.

B. Factori dependenți de densitate – efectul acestor factori devine mai intens, pe măsură ce populația crește și densitatea devine mai mare.
Competiția: lupta pentru hrană, apă, lumină (în cazul plantelor) și spațiu de cuibărit/reproducere.
Prădătorii: prezența și numărul prădătorilor cresc odată cu densitatea prăzii, aceștia vânând mai eficient în zonele aglomerate.
Paraziții și bolile: densitatea mare favorizează răspândirea rapidă a agenților patogeni și a paraziților.
Stresul ecologic: aglomerația poate cauza stres fiziologic, reducerea ratei natalității sau declanșarea migrației.

Ecuația generală a dinamicii populației

ΔN = (nașteri + imigranți) - (decese + emigranți)

ΔN – variația numărului de indivizi ai populației
imigranți – indivizi intrați în populație din alte arii
emigranți – indivizi care părăsesc aria populației



Știai că?

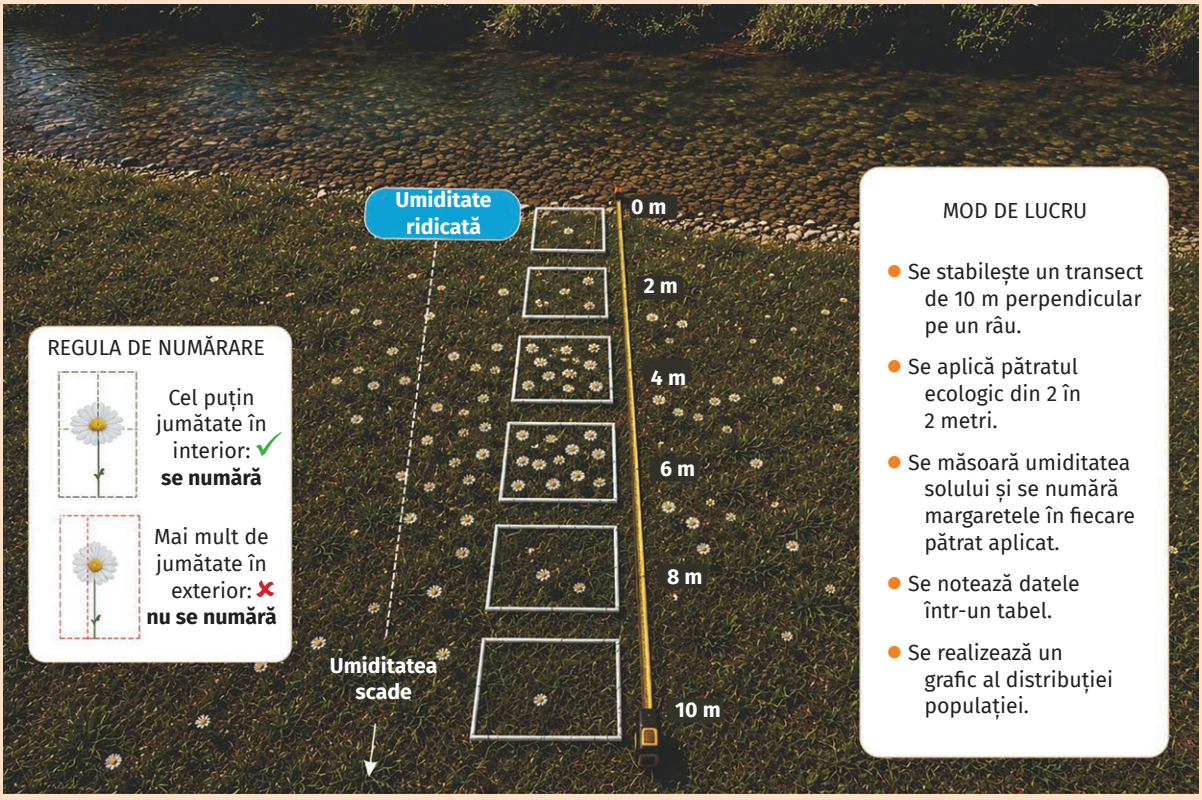
- Aspretele (*Romanichthys valsanicola*) este o specie endemică din România, întâlnită doar în râul Vâlsan. Din cauza populației foarte reduse, este considerată una dintre cele mai rare specii de pești din Europa.

Concluzie Studiul populațiilor permite înțelegerea modului în care factorii de mediu influențează distribuția și dinamica organismelor din ecosisteme.

Aplicații

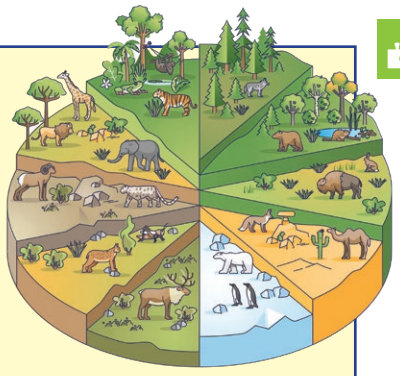
Investigație: Distribuția populațiilor vegetale în funcție de umiditate

Problema investigată: Cum influențează umiditatea distribuția spațială a populației de margarete?
Materiale necesare: ruletă metrică; pătrat ecologic; senzor de umiditate a solului.



Interpretează rezultatele investigației, utilizând datele obținute pe transect. **Notă:** În ecologie și biologie, un **transect** este o linie imaginară sau fizică (o sfoară, o bandă de măsurat sau un cablu gradat), marcată de-a lungul unui ecosistem, folosită de cercetători ca ghid pentru a număra speciile și pentru a măsura variația lor în spațiu.

1. Analizează rezultatele obținute.
a. Cum se modifică numărul de margarete, pe măsură ce ne îndepărtăm de apă?
b. Ce relație există între umiditate și distribuția populației?
c. Cum este distribuția populației de margarete: uniformă, grupată sau aleatorie?
2. Formulează o concluzie despre influența umidității asupra distribuției populației de margarete.
3. Extinde investigația. Repetă investigația pentru altă specie vegetală întâlnită în biocenoza studiată. Compară distribuția acesteia cu distribuția margaretelor și explică diferențele observate.



ORGANIZAREA LUMII VII

◆ **Niveluri de integrare și de organizare a lumii vii**

Lumea vie este structurată ierarhic, de la simplu la complex.

- Niveluri abiotice:
  - atom (H, O, C, N, Na, K etc.)
  - molecule și macromolecule (H_2O, glucoză, ADN etc.)
  - organit celular (mitocondrie, ribozom, cloroplast etc.)
- Niveluri biotice:
  - celulă: unitatea structurală, funcțională și genetică a viețuitoarelor (musculară, nervoasă etc.)
  - țesut (muscular, nervos etc.)
  - organ (inimă, creier etc.)
  - sistem de organe (sistem circulator, sistem nervos central)
  - organism: forma individuală de existență a materiei vii (animale, plante, microorganisme)
- Niveluri supraindividuale:
  - populație (specie): indivizii din aceeași specie care ocupă același spațiu geografic
  - biocenoză: comunități de populații grupate în **P**roducători, **C**onsumatori, **D**escompunători
  - ecosistem: unitatea dintre biocenoză (factorii biotici) și biotop (factori abiotici)
  - biom: ansamblu de ecosisteme asemănătoare (tundră, taiga, deșert etc.)
  - biosfera: ansamblul tuturor ecosistemelor de pe Pământ

◆ **Caracteristici ale biotopului**

- **Factorii abiotici** (lumina, temperatura, umiditatea, pH-ul, tipul de sol etc.) influențează:
  - supraviețuirea organismelor
  - distribuția speciilor
  - structura biocenozei

◆ **Indicii structurali ai biocenozei**

Frecvența – indică în câte microzone este prezentă o specie

- **Dominanța –** indică specia care are mai mulți indivizi
- **Distribuția –** poate fi uniformă, grupată sau aleatorie
- **Diversitatea –** reprezintă numărul de specii prezente într-o zonă
- **Acoperirea –** cât din suprafața ecosistemului este ocupată de o specie

◆ **Caracteristici ale populației**

- **Dimensiunea –** numărul total de indivizi care o compun
- **Densitatea –** numărul de indivizi pe unitatea de suprafață sau volum
- **Natalitatea/Mortalitatea –** numărul de nașteri/de decese produse într-un interval de timp
- **Rata de creștere –** diferența dintre indivizii adăugați și cei pierduți în timp
- **Structura (vârstă/sex) –** proporția indivizilor tineri, adulți și bătrâni, precum și raportul dintre masculi și femele

◆ **Factori care influențează dimensiunea populației**

- **independenți de densitate:** factori climatici, catastrofe naturale, acțiuni antropice
- **dependenți de densitate:** competiția, prădătorii, paraziții și bolile, stresul ecologic

*Studiul populațiilor permite înțelegerea modului în care factorii de mediu influențează distribuția și dinamica organismelor din ecosisteme!

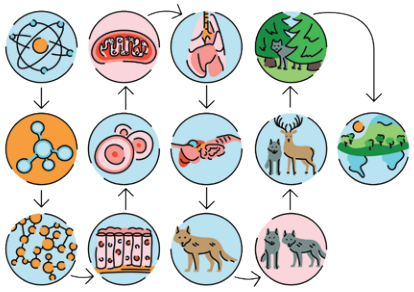
I. A. Completează spațiile libere din afirmația următoare, astfel încât aceasta să fie corectă.

Materia vie este organizată pe mai multe ....., de la structuri foarte simple, precum ..... și celulele, până la sisteme complexe, cum sunt ....., ecosistemele și ..... .

B. Numește două niveluri de organizare ale lumii vii. Asociază fiecare nivel ales cu câte două exemple.

C. Alege un singur răspuns corect dintre variantele propuse.

1. Țesutul, ca nivel de organizare, se află între:
a. atom și moleculă; b. celulă și organ; c. sisteme de organe și organ; d. organit celular și celulă.
2. Lanțurile trofice:
a. dacă sunt multe, destabilizează ecosistemul;
b. prima lor verigă este un consumator;
c. plantele sunt producători, deoarece produc oxigen;
d. concentrează substanțele toxice în veriga finală.
3. Din ecosistemele antropizate face parte:
a. pădurea; c. livada;
b. marea; d. Delta Dunării.
4. Asocierile corecte sunt următoarele, cu excepția:
a. hidrogen – glucoză; c. lumina – biotop;
b. neuron – țesut nervos; d. diversitatea – aleatorie.



D. Adevărat sau fals? Scrie litera **A** pentru enunțurile corecte și litera **F** pentru cele false. Modifică parțial afirmația pe care o consideri falsă, pentru ca aceasta să devină adevărată.

1. Totalitatea factorilor abiotici ai mediului formează biocenoza, care împreună cu biotopul formează ecosistemul.
2. Relațiile trofice realizează transferul de materie și energie între organisme.
3. Consumatorii (bacterii și ciuperci) transformă substanțele organice în substanțe anorganice.

II. 1. Factorii abiotici ai biotopului influențează supraviețuirea organismelor, distribuția speciilor și structura biocenozei.

a. Numește doi factori abiotici și felul în care aceștia influențează foioasele din țara noastră.

b. Explică afirmația următoare: „Fiecare specie poate trăi doar într-un anumit interval de toleranță față de condițiile de mediu”.

c. Construiește două enunțuri afirmative, utilizând limbajul științific adecvat. Folosește informații referitoare la următoarele conținuturi: **distribuția** și **diversitatea.**

2. Populațiile au caracteristici măsurabile, precum dimensiunea, densitatea și distribuția spațială.

a. Numește doi parametri care caracterizează structura sau dinamica unei populații și dă câte un exemplu pentru fiecare, raportat la o populație de plante sau de animale, la alegere.

b. Scrie un argument în favoarea afirmației următoare: „Dinamica populației reprezintă modificarea mărimii și a structurii populației sub acțiunea factorilor de mediu”.

c. Alcătuiește un minieseu (patru-cinci fraze) intitulat „Biocenoza – structură, dinamică, echilibru”, folosind conținuturile științifice din manual.

Notă: Total puncte (**I., II.**) + puncte din oficiu = 90 p. + 10 p. = **100 de puncte**
Punctaj acordat: I. A. 1 p. x 4 = 4 p. **B.** (1 p. + 2 p.) x 2 = 6 p. **C.** 2 p. x 4 = 8 p. **D.** (2 p. x 3) +4 = 10 p. **(28 p.)/II. 1. a.** (2 p. + 2 p.) x 2 = 8 p. **b.** 6 p. **c.** 4 p. x 2 = 8 p. **(22 p.)/2. a.** 4 p. x 2 = 8 p., **b.** 10 p., **c.** 22 p. **(40 p.)**

4.

DIVERSITATEA ȘI CONSERVAREA LUMII VII

1. Diversitatea lumii vii. Arborele vieții și clasificarea organismelor

Termeni-cheie:

strămoș comun, domeniu, regn, încrengătură, clasă, ordin, familie, gen, specie.

Intri într-un supermarket și cauți un caiet, o pâine și un bec. Deși există mii de produse, le găsești rapid, deoarece sunt organizate pe raioane și categorii.

În natură există peste două milioane de specii cunoscute: bacterii, plante, ciuperci și animale.

- Dacă ar trebui să le organizezi pentru a le studia mai ușor, cum ai face?
- Ce criterii ai folosi pentru a grupa organismele și pentru a arăta legăturile dintre ele?

Arborele vieții

Pentru a înțelege diversitatea organismelor și relațiile dintre ele, biologii folosesc arborele vieții, o diagramă filogenetică ce ilustrează modul în care organismele sunt înrudite și cum au evoluat în timp.

La baza acestui arbore se află L.U.C.A. (Last Universal Common Ancestor) – ultimul strămoș comun universal, organismul ancestral din care au evoluat toate formele de viață cunoscute astăzi, în urmă cu aproximativ 3,5–3,8 miliarde de ani.

Pe parcursul evoluției, viața s-a diversificat treptat, iar ramurile arborelui s-au multiplicat. Astăzi, toate organismele sunt încadrate în trei domenii ale vieții, cele mai largi categorii taxonomice.

Arborele vieții

Schema alăturată arată relațiile evolutive dintre organisme și modul în care acestea se ramifică dintr-un strămoș comun.

- *Fiecare **ramură** reprezintă o linie evolutivă.*
- *Fiecare **nod** indică un strămoș comun.*
- *Organismele aflate pe ramuri alăturate sunt mai apropiate evolutiv.*

Scanează codul QR și caută specia ta preferată. Câte ramuri trebuie să parcurgi până la L.U.C.A.?

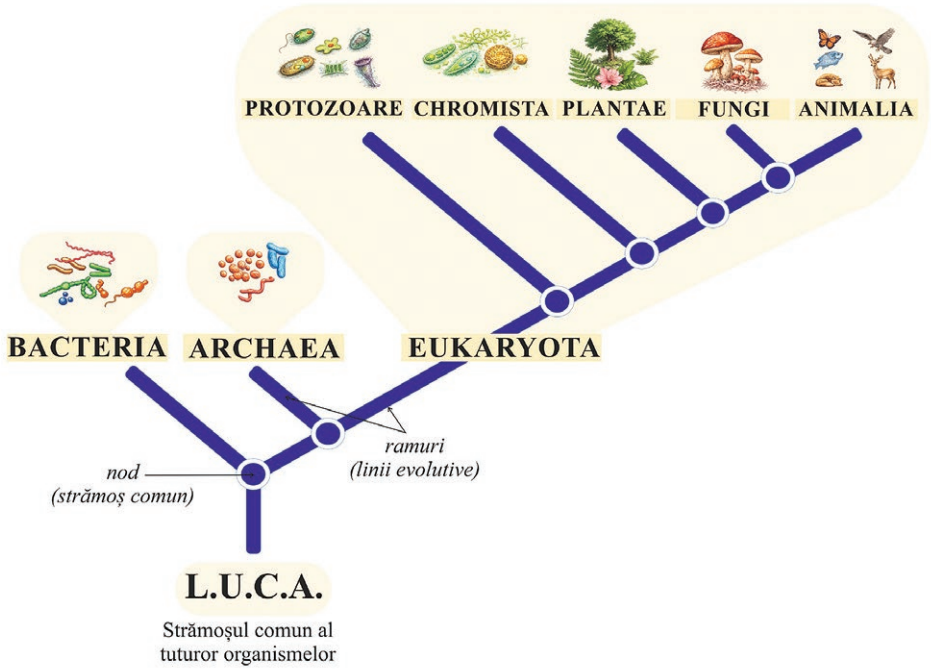


Fig. 1. Reprezentare simplificată a arborelui vieții și a relațiilor evolutive dintre principalele grupuri de organisme. În literatura de specialitate există și alte modele de reprezentare, iar relațiile dintre grupuri pot fi revizuite, pe măsură ce apar noi dovezi științifice.

Cele trei domenii ale vieții

Domeniul	Caracteristici principale
Bacteria	Organisme procariote unicelulare, cu material genetic nedelimitat de citoplasmă (nucleoid))
Archaea	Microorganisme procariote, distincte de bacterii prin structura celulară și caracteristicile moleculare; genetic sunt mai apropiate de Eukarya
Eukarya (Eucaryota)	Organisme cu celule eucariote (cu material genetic delimitat de membrană nucleară și organite membranare); include regnurile *Protozoa, Chromista, Fungi, Plantae* și *Animalia*

Arborele vieții arată că toate organismele vii au un **strămoș comun**, iar diversitatea actuală este rezultatul unui proces îndelungat de **evoluție biologică.**

Clasificarea organismelor

Pentru a studia diversitatea lumii vii, biologii folosesc **taxonomia**, ramura biologiei care se ocupă cu descrierea, denumirea și clasificarea organismelor.

În natură există milioane de specii, iar clasificarea permite **gruparea organismelor în categorii sistematice numite taxoni**, pe baza asemănărilor structurale, funcționale și a relațiilor evolutive.

Fiecare taxon cuprinde organisme cu **caracteristici comune** și un anumit grad de înrudire evolutivă. Principalele niveluri ale clasificării biologice sunt: **domeniu, regn, încrengătură, clasă, ordin, familie, gen, specie.**

Pe măsură ce coborâm în această ierarhie, grupurile devin mai restrânse, iar organismele tot mai asemănătoare. De exemplu, două organisme din aceeași familie sunt mai apropiate evolutiv decât două organisme care aparțin aceluiași regn.

Exemplu de clasificare

Tabelul de mai jos prezintă clasificarea a două organisme: păpădia și omul.

Taxon	Păpădie	Om
Domeniu	Eukarya	Eukarya
Regn	Plantae	Animalia
Încrengătură	Magnoliophyta	Chordata
Clasă	Magnoliopsida	Mammalia
Ordin	Asterales	Primates
Familie	Asteraceae	Hominidae
Gen	*Taraxacum*	*Homo*
Specie	*Taraxacum officinale*	*Homo sapiens*

Specia reprezintă **unitatea de bază a clasificării** biologice. Aceasta cuprinde indivizi asemănători care se pot reproduce între ei și pot produce urmași fertili.

Nomenclatura binară

În secolul al XVIII-lea, savantul suedez Carl Linné a introdus sistemul de nomenclatură binară. Conform acestui sistem, fiecare specie primește un nume științific format din două cuvinte latine sau latinizate:

- **genul** – indică grupul de organisme apropiate și se scrie cu literă mare;
- **epitetul specific** – diferențiază specia în cadrul genului și se scrie cu literă mică.

Împreună, acestea formează **numele științific al speciei**, scris, de obicei, cu litere italice (cursive).

Epitetul specific poate face referire la o caracteristică a organismului, la mediul în care trăiește sau la alte particularități ale speciei. De exemplu, omul are numele științific *Homo sapiens*, unde *sapiens* înseamnă „înțelept”.

Fiecare specie are un nume științific unic, recunoscut internațional.

Dacă vrei să știi mai mult!

- Clasificarea organismelor are caracter dinamic. Pe măsură ce tehnologiile moderne permit analiza ADN-ului, relațiile evolutive dintre organisme sunt reinterpretate. Specii care par asemănătoare se dovedesc genetic foarte diferite și sunt încadrate în grupuri noi.
- Biologia este o știință în continuă evoluție.

Știai că?

- În cavitatea bucală a unui om trăiesc mai multe bacterii decât numărul total al oamenilor de pe planetă. Deși unele pot provoca boli, majoritatea au roluri importante în menținerea echilibrului biologic.
- Ciupercile (regnul Fungi) au fost considerate mult timp plante. Studiile genetice au arătat însă că ele sunt mai apropiate evolutiv de animale; asemenea acestora sunt organisme heterotrofe.

Aplicații

1. Conectare la viața de zi cu zi

Imaginează-ți că sistemul de clasificare biologică este asemănător cu modul în care îți organizezi obiectele din cameră sau fișierele din calculator.

Dacă „domeniul” ar reprezenta întreaga ta casă, stabilește ce ar putea reprezenta „regnul”, „genul” și „specia”, folosind exemple din camera ta. Explică alegerea făcută.

2. Activitate interdisciplinară

Numele științifice folosesc limba latină, deoarece aceasta a fost mult timp limba internațională a științei.

Caută numele științific pentru trei plante utilizate în alimentație (de exemplu: ceapă, cartof, orez).

a. Identifică genul pentru fiecare.

b. Analizează dacă epitetul specific descrie o caracteristică a plantei.

3. Interpretare de date

Grup de organisme	Număr aproximativ de specii descrise
Animale	~1 300 000
Plante	~320 000
Ciuperci	~150 000
Bacterii	~10 000 (identificate prin cultură)

Tabelul prezintă date dintr-un studiu privind numărul aproximativ de specii identificate în câteva grupuri majore de organisme.

a. Care este grupul cu cea mai mare diversitate de specii?

b. De ce crezi că numărul de specii de bacterii identificate este relativ mic, deși ele sunt extrem de răspândite în natură?

c. Reprezintă aceste date într-un grafic.

ACTIVITATE ÎN ECHIPĂ: CERCETĂTOR PENTRU O ZI

Explorează biodiversitatea din zona în care locuiești cu ajutorul aplicației *iNaturalist* și pătrunde în lumea minunată a biologiei. Fotografiază specii de animale și de plante pe care le întâlnești și identifică-le! Discută cu părinții și bunicii și precizează o specie de plantă dau de animal care a dispărut sau a apărut în zonă. Formulează un argument în acest sens!

2. PROCARIOTE. DOMENIILE *BACTERIA* ȘI *ARCHAEA*

Te-ai gândit vreodată că nu ești niciodată singur? La fiecare pas pe care îl faci, porți cu tine un număr de organisme vii comparabil cu numărul celulelor propriului corp. Pe pielea ta și în interiorul organismului trăiesc numeroase bacterii, a căror masă poate ajunge la 1–2 kg. Acestea contribuie la digestie și la protecția organismului, iar în natură descompun materia organică și mențin echilibrul ecosistemelor. Ce crezi că le face atât de importante în biosferă?

Termeni-cheie:

Archaea, Bacteria, procariote, nutriție autotrofă și heterotrofă.

Domeniile *Bacteria* și *Archaea* includ organisme procariote, caracterizate printr-o organizare celulară simplă. Deși mult timp au fost considerate asemănătoare, studiile recente au evidențiat diferențe importante între ele, în special la nivel genetic și biochimic. Pentru a înțelege modul de funcționare al acestor organisme și rolul lor în biosferă, este necesară explorarea structurii și a particularităților celulei procariote (fig. 1; fig. 2).

Explorează schema celulei procariote și realizează corelația corectă între funcție și structură (exemplu: 1–A).

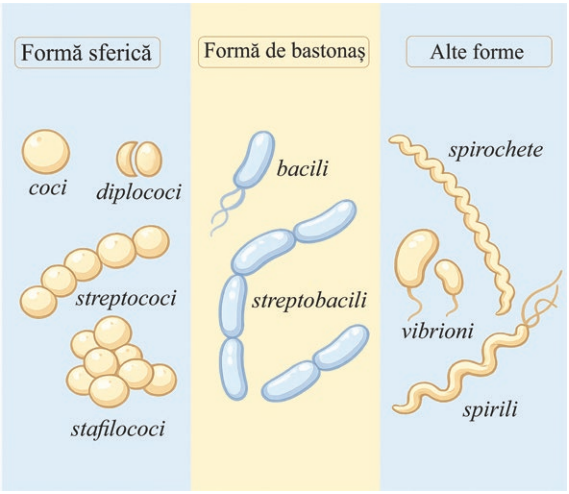


Fig. 1. Forme și grupări ale bacteriilor

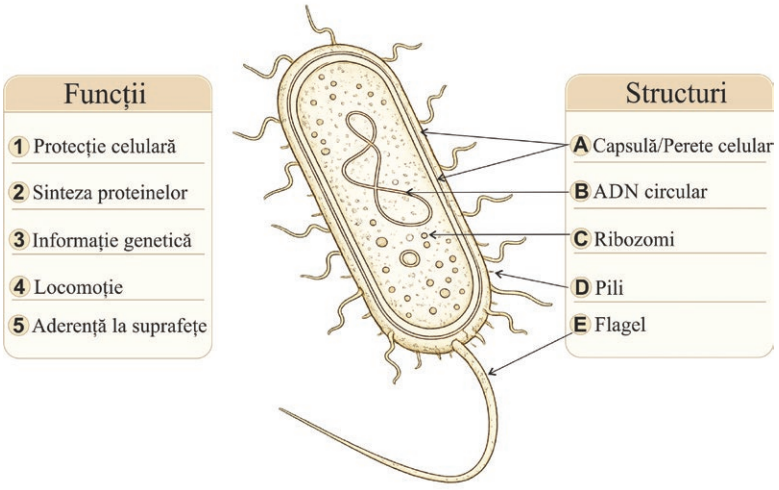
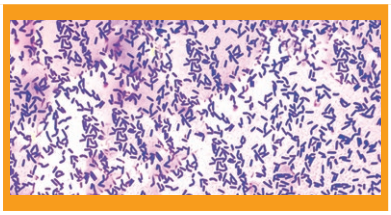


Fig. 2. Structura bacteriilor

Tipuri de nutriție la bacterii

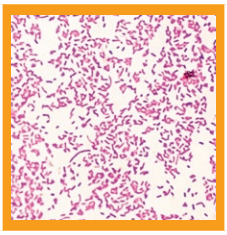
1. **Nutriție autotrofă** – își produc singure substanțele organice prin fotosinteză sau chemosinteză;
2. **Nutriție heterotrofă** – utilizează substanțe organice existente; saprofite, parazite sau simbionte.

Bacterii	Arhee
	
Lactobacillus (bacterii din iaurt)	*Arhee termofile* (din medii cu temperaturi ridicate)

Diversitatea procariotelor evidențiază importanța acestora în natură și în viața omului.

Unele bacterii sunt benefice, precum *Lactobacillus*, care trăiește în intestinul omului și al animalelor, contribuie la digestie și este utilizat în obținerea iaurtului și a brânzeturilor.

Alte bacterii sunt patogene, precum *Salmonella*, care provoacă toxiinfecții alimentare. Cianobacteriile, precum *Arthrospira* (spirulina), realizează

Bacterii		Arhee
		
Salmonella (patogenă)	*Arthrospira* (cianobacterie)	*Arhee halofile* (din medii cu salinitate mare)

fotosinteza, contribuie la producerea substanțelor organice în ecosistemele acvatice și sunt utilizate ca supliment alimentar. Arheele (mai puțin cunoscute) pot fi adaptate unor condiții extreme și pot participa la descompunerea substanțelor organice și la producerea metanului. Procariotele au aplicații importante pentru om, fiind utilizate în alimentație, menținerea sănătății (probiotice) și protecția mediului, unde contribuie la epurarea apei și la descompunerea substanțelor organice.

Bacteriile se înmulțesc prin **diviziune binară**, proces în care o celulă crește și se divide în două celule , în general, identice.

Coloana lui Winogradsky evidențiază diversitatea microorganismelor și modul în care acestea se distribuie în funcție de condițiile de mediu. Straturile formate reflectă adaptarea bacteriilor la lumină, oxigen și substanțele nutritive disponibile. Bacteriile fotosintetizatoare se dezvoltă în zonele superioare, unde există lumină, în timp ce bacteriile anaerobe ocupă straturile mai profunde, unde oxigenul lipsește. În partea inferioară predomină bacteriile heterotrofe descompunătoare, care transformă materia organică. Acest model experimental reproduce procese care au loc în mod natural în soluri și sedimente acvatice. Microorganismele participă la descompunerea materiei și la circulația substanțelor în ecosisteme, contribuind la menținerea echilibrului acestora.

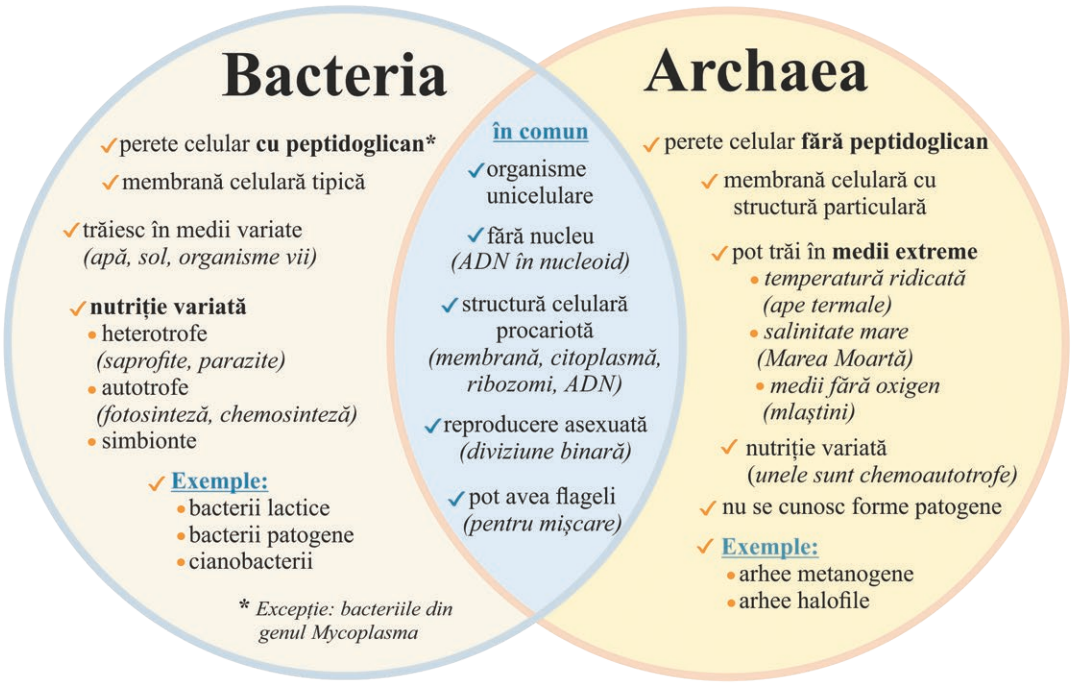


Fig. 3. Domeniile Bacteria și Archaea. Asemănări și deosebiri

Rolul bacteriilor în degradarea plasticului

Rolul bacteriilor în organismul uman

Aplicații

1. Biofilmul este o comunitate de bacterii fixate pe o suprafață. Placa dentară este un exemplu de biofilm.

Scanează codul QR alăturat pentru a afla mai multe informații despre biofilm.

Compară comunitatea bacteriană din coloana Winogradsky cu cea de pe dinți și explică de ce una este utilă în natură, iar cealaltă este dăunătoare pentru sănătatea omului.

2. Analizează organizarea bacteriilor în coloana Winogradsky și explică relațiile dintre acestea.

a. Explică rolul bacteriilor fotosintetizatoare în funcționarea ecosistemului.

b. Precizează ce s-ar întâmpla, dacă aceste bacterii ar dispărea din ecosistem.

3. În contextul apariției unei bacterii patogene, se propune utilizarea unor substanțe bactericide cu spectru larg. Scanează codurile QR, analizează această decizie și formulează două argumente:

a. un argument privind efectele asupra mediului;

b. un argument privind efectele asupra organismului uman.

3. Diversitatea procariotelor

Termeni-cheie:

fermentație, microbiom, biofilm, simbioză, nodozități, bacterii fixatoare de azot, bacterii patogene, probiotice, prebiotice, biotehnologii, epurare biologică.

Un pahar de kefir, o rădăcină de fasole, o stație de epurare și o sticlă de kombucha – la prima vedere, nu au nimic în comun. În realitate, toate sunt guvernate de **procariote** uluitoare, care transformă lumea din umbră. De la bacteriile fixatoare de azot care hrănesc plantele până la cele care curăță apele reziduale sau fermentează băuturile care ne mențin microbiomul sănătos, procariotele nu sunt doar simple microorganisme. Ele demonstrează o **diversitate metabolică și funcțională fascinantă**, fiind esențiale pentru sănătatea noastră, industrie și echilibrul planetei.

Diversitatea funcțională a procariotelor

Procariotele au roluri importante în natură și în viața omului. Unele participă la fermentații, altele formează microbiomul intestinal, descompun substanțe organice sau trăiesc în simbioză cu plantele. Există însă și bacterii patogene. Diversitatea lor este determinată de modul de nutriție și de relațiile pe care le stabilesc cu alte organisme.

Procariote în alimentație

Unele procariote sunt utilizate în industria alimentară datorită capacității lor de a realiza fermentația, un proces metabolic prin care microorganismele descompun glucidele și obțin energie. Bacteriile lactice din genul *Lactobacillus* participă la obținerea iaurtului, kefirului și a murăturilor, în timp ce bacteriile acetice, precum *Acetobacter*, sunt utilizate la producerea oțetului. În culturile de kombucha și kefir apare o asociere între bacterii și drojdii, care formează băuturi fermentate ușor acidulate. Prin aceste procese, microorganismele modifică gustul, textura și contribuie la conservarea naturală a alimentelor.

Investigație: Cum se produce iaurtul?

Materiale: lapte, iaurt natural, recipient cu capac.

Bacteriile lactice transformă lactoza în acid lactic, modificând textura și gustul laptelui. Analizează etapele experimentului (fig. 1) și explică rolul inoculării cu bacterii lactice, al temperaturii optime și al fermentației în obținerea iaurtului.

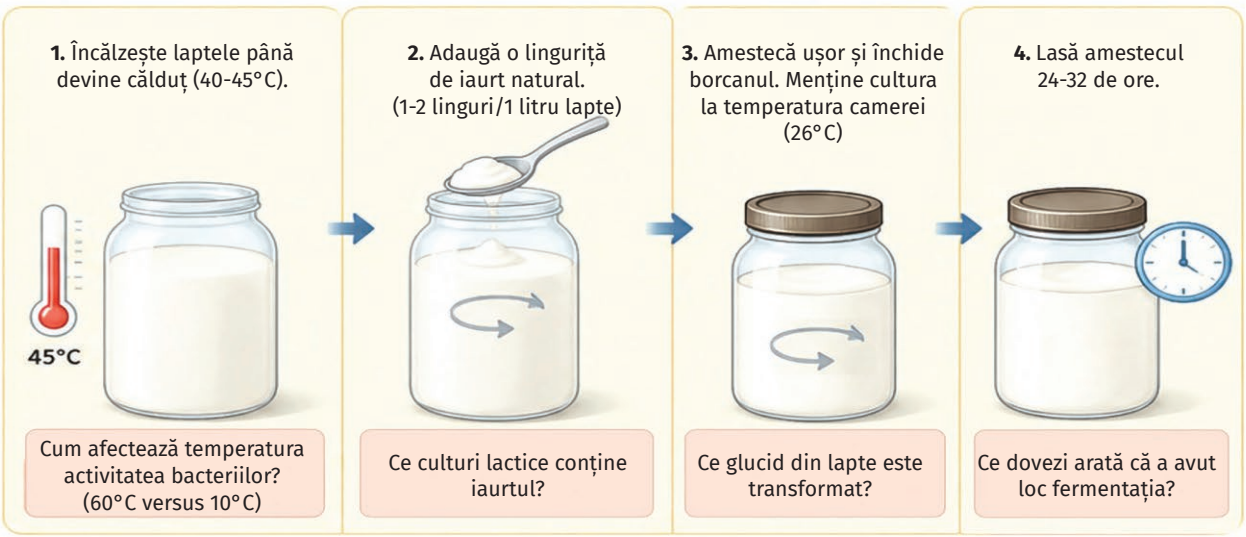
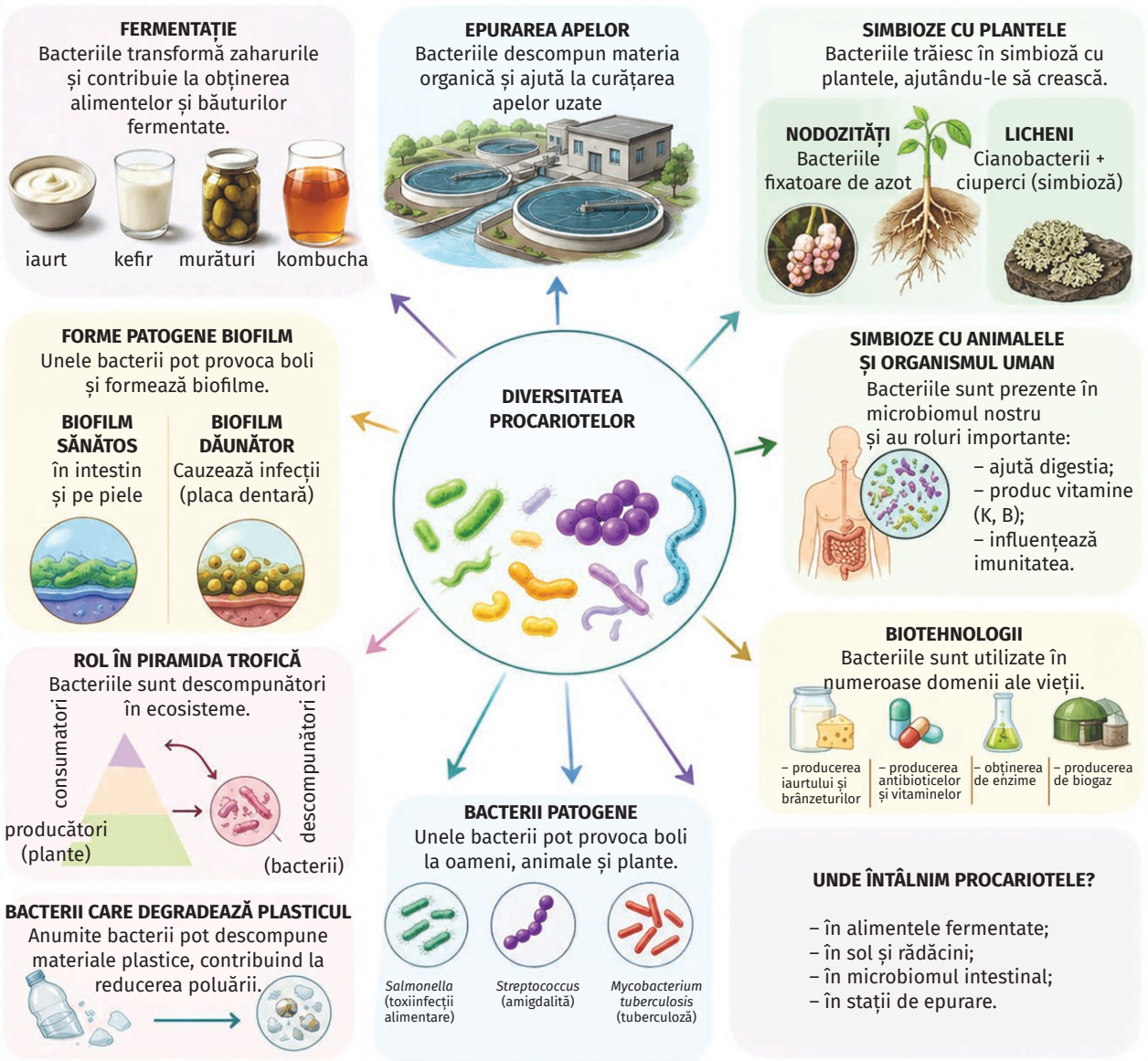


Fig. 1. Etapele fermentației lactice în obținerea iaurtului



Microbiomul intestinal

În intestinul uman trăiesc numeroase procariote benefice care formează microbiomul intestinal. Acesta contribuie la digestie, protecția împotriva microorganismelor patogene, producerea unor vitamine și menținerea echilibrului organismului. Alimentația influențează microbiomul, iar alimentele fermentate, precum iaurtul și kefirul, sunt surse de bacterii benefice numite probiotice.

Simbioza bacteriilor cu plantele

Unele bacterii trăiesc în nodozitățile rădăcinilor plantelor leguminoase, precum fasolea, mazărea sau trifoiul (*Rhizobium* și genuri înrudite). Aceste bacterii fixează azotul atmosferic și îl transformă în substanțe utilizabile de plantă pentru creștere și sinteza proteinelor. În schimb, planta le oferă substanțe nutritive și un mediu favorabil. Această relație reprezintă un exemplu de simbioză mutualistă.

Biofilmul

Bacteriile nu trăiesc întotdeauna izolate. Acestea se pot grupa și fixa pe diferite suprafețe, formând biofilme. În interiorul biofilmului, microorganismele sunt protejate de o matrice, ceea ce le ajută să reziste mai bine la condițiile nefavorabile de mediu sau la anumite substanțe antimicrobiene.

Procariotele și sănătatea umană

Nu toate bacteriile sunt periculoase. Unele procariote contribuie la funcționarea normală a organismului, însă anumite specii pot deveni patogene și pot provoca boli, precum toxiinfecțiile alimentare, amigdalitele sau tuberculoza. Respectarea regulilor de igienă, prepararea corectă a alimentelor și utilizarea responsabilă a antibioticelor contribuie la prevenirea răspândirii bacteriilor patogene și la protejarea sănătății.

Archaea – procariote adaptate extremelor

Archaea prezintă adaptări biochimice care le permit să supraviețuiască în condiții extreme de temperatură, salinitate sau lipsă de oxigen. Unele specii participă la producerea metanului în mlaștini și în tubul digestiv al animalelor. Studierea arheelor contribuie la dezvoltarea biotehnologiilor și la înțelegerea modului în care organismele se adaptează la medii extreme.

Procariotele în biotehnologii

Biotehnologiile utilizează microorganisme pentru obținerea unor produse sau pentru transformarea unor substanțe. Procariotele sunt folosite la producerea alimentelor fermentate, a unor medicamente, în epurarea apelor și în biodegradarea unor poluanți.

Datorită diversității lor metabolice, bacteriile și arheele au aplicații importante în industrie, agricultură și protecția mediului.

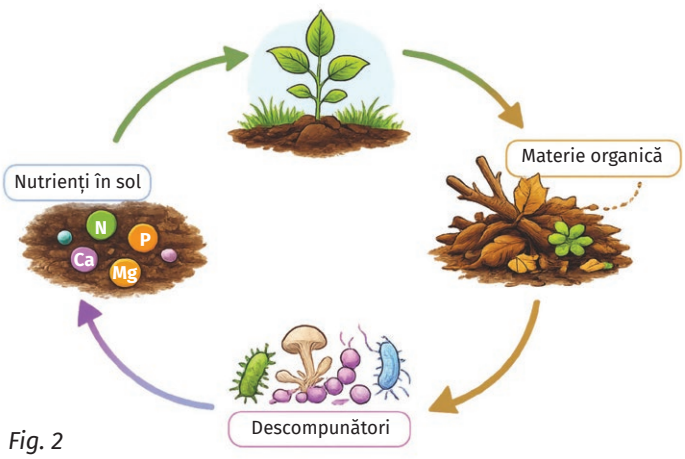


Fig. 2

Rolul de descompunători și epurarea apelor

Multe bacterii au rol de descompunători în ecosisteme, deoarece transformă resturile organice provenite de la plante și animale în substanțe mai simple, care pot fi reutilizate în natură (fig. 2). Prin această activitate, ele contribuie la reciclarea materiei și la menținerea echilibrului ecosistemelor.

Bacteriile sunt utilizate și în stațiile de epurare, unde participă la descompunerea substanțelor organice din apa uzată. Astfel, microorganismele contribuie la reducerea poluării și la curățarea apei înainte ca aceasta să fie evacuată în mediul natural.

Concluzie Deși sunt organisme microscopice, procariotele au un rol esențial în menținerea vieții pe Pământ. Acestea participă la fermentații, reciclarea materiei, menținerea microbiomului intestinal, epurarea apelor și echilibrul ecosistemelor. Diversitatea lor demonstrează capacitatea microorganismelor de a influența atât mediul înconjurător, cât și viața de zi cu zi a oamenilor.

Dacă vrei să știi mai mult!

- Termenul „probiotic” provine din greacă și înseamnă „pentru viață”. Probioticele sunt microorganisme benefice vii, prezente în alimente fermentate, precum iaurtul și kefirul.
- „Prebiotic” înseamnă „care favorizează viața”. Prebioticele sunt, în general, fibre alimentare care susțin dezvoltarea bacteriilor benefice din intestin.

Știai că?

- Kombucha, băutură fermentată, acidulată, cu o tradiție de peste 2 000 de ani a fost preparată pentru prima dată în China. Este consumată pentru efectele antioxidante și antimicrobiene.
- Unele bacterii produc în mod natural enzime capabile să descompună anumite tipuri de plastic. De exemplu, *Ideonella sakaiensis* poate degrada PET-ul utilizat la sticle. Deoarece plasticul este obținut din compuși derivați din petrol, unele bacterii care degradau deja hidrocarburi au început să utilizeze și anumite materiale plastice. Procesul este însă lent și nu toate tipurile de plastic pot fi degradate.

FIȘĂ DE LUCRU

Spirulina – bacterie, aliment sau strategie de marketing?

➔ **Context.** Spirulina este o cianobacterie fotosintetizatoare, utilizată ca supliment alimentar. Investighează pigmenții (clorofila – pigmentul verde și ficocianina – pigmentul albastru), compoziția nutritivă și diferența dintre informațiile științifice și cele pseudoștiințifice.

➔ **Întrebarea investigației:** Cum poate o cianobacterie să fie utilizată ca aliment?

➔ **Ipoteză:** _____

ETAPA 1 – EXPERIMENT

Materiale: spirulină pudră, apă rece, filtru, lanternă UV.

Amestecă spirulina cu apă rece.

Lasă proba câteva minute.

Filtrează lichidul.

Observă culoarea.

Luminează proba.

Proba	Culoare
Spirulina pudră	
Filtrat	
Filtrat sub lumină UV	

Pe baza rezultatelor obținute, argumentează de ce ficocianina este folosită ca pigment alimentar.

_____

ETAPA 2 – ANALIZA NUTRIȚIONALĂ/100 g

Aliment	Proteine	Fier	Pigmenți
Spirulină	57 g	28 mg	da
Spanac	2,9 g	2,7 mg	da
Carne	26 g	2,6 mg	nu

De ce spirulina este numită „superaliment”?

_____

Prin ce se aseamănă cu plantele?

_____

ETAPA 3 – ȘTIINȚĂ SAU PSEUDOȘTIINȚĂ?

Afirmație	Știință	Pseudoștiință
Spirulina este cianobacterie.		
Ficocianina este pigment.		
Spirulina albastră este o algă.		
Spirulina vindecă multe boli.		

ȘTIAI CĂ? Spirulina își poate dubla masa foarte rapid, în condiții favorabile.

CONCLUZIE: _____

APLICAȚII

1. Analizează rolul bacteriilor în alimentație și sănătate.

a. Explică modul în care bacteriile lactice participă la obținerea iaurtului.

b. Precizează două beneficii ale microbiomului intestinal.

c. Explică diferența dintre probiotice și prebiotice.

2. **Interpretează informațiile despre spirulină.** Un site afirmă că „spirulina albastră este o bacterie care vindecă numeroase boli”.

a. Precizează ce este în realitate spirulina albastră.

b. Explică rolul ficocianinei în spirulină.

c. Argumentează de ce afirmația de pe site poate reprezenta pseudoștiință.

3. Analizează rolul procariotelor în ecosisteme și biotehnologii.

a. Explică modul în care bacteriile contribuie la epurarea apelor.

b. Precizează rolul bacteriilor fixatoare de azot în agricultură.

c. Argumentează importanța bacteriilor în reducerea poluării și reciclarea substanțelor în natură.

4. DOMENIUL *EUKARYOTA*. Protozoare

Termeni-cheie:

eucariot, unicelular, cili, flageli, pseudopode, vacuole, chist, spori, fagocitoză.

Protozoarele sunt eucariote unicelulare care îndeplinesc toate funcțiile vitale ale unui organism complex. Majoritatea mobile, folosesc flageli, cili sau pseudopode pentru a se deplasa. Deși sunt microscopice și aparțin lumii invizibile, aceste organisme au un impact major asupra ecosistemelor și a sănătății umane.

Mediul de viață

Protozoarele trăiesc într-o mare varietate de medii, de la poli până la ecuator, în special în medii acvatice (ape dulci și ape sărate), unde constituie o componentă importantă a planctonului. Unele specii trăiesc în simbioză, iar altele sunt parazite, dezvoltându-se în organisme-gazdă din regnul animal.

Caracteristici generale

Organismul protozoarelor este alcătuit **dintr-o singură celulă** care îndeplinește toate funcțiile vitale: de nutriție, de relație și de reproducere. Celula lor, fiind eucariotă, are nucleu. De asemenea, prezintă membrană celulară și citoplasmă, în care se găsesc vacuole contractile (pentru excreție), precum și vacuole digestive.

Nutriția: poate fi *heterotrofă*, saprofită sau parazită, uneori *autotrofă* (ex. *Euglena* sp. la lumină).

Respirația: membrana celulară permite schimburile de gaze (oxigen și dioxid de carbon).

Locomoția este realizată cu ajutorul prelungirilor celulare de tipul pseudopodelor, flagelilor, cililor.

Reproducerea este în general **asexuată**, fiind realizată prin diviziune directă sau prin înmugurire, însă speciile parazite prezintă cicluri complexe care includ și faza sexuată pentru adaptabilitate.

Clasificare

După organitele de mișcare folosite, protozoarele sunt clasificate în patru clase: **Rizopode** (au pseudopode), **Flagelate** (au flageli), **Sporozoare** (nu au organite de mișcare) și **Ciliate** (au cili).

1. Rizopodele sunt protozoare care trăiesc în mediul acvatic, în solul umed, dar și în corpul vieţuitoarelor-gazdă, caz în care sunt parazite. Ele emit pseudopode (gr. *pseudo* = fals; *podos* = picior) cu rol în deplasare și înglobarea de particule sub formă de vacuolă digestivă, proces numit fagocitoză (gr. *phagein* = a mânca).

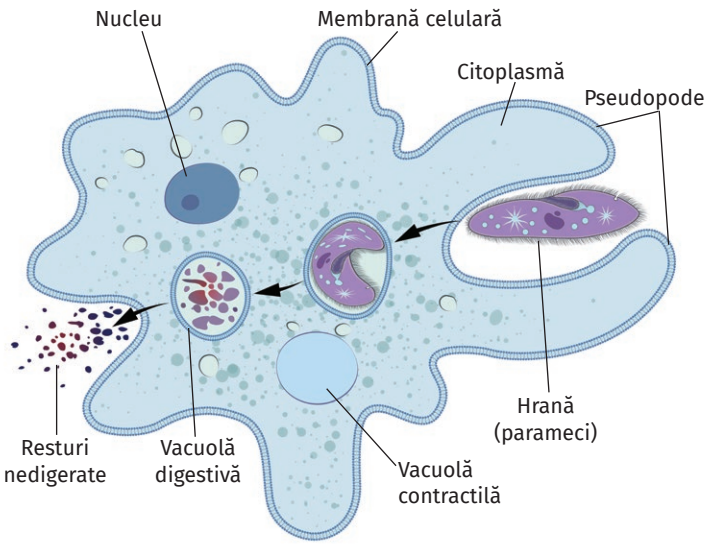


Fig. 1. Hrănire prin fagocitoză

Amiba (*Amoeba proteus*) este un organism fascinant, deoarece își schimbă forma permanent, datorită flexibilității membranei sale. Trăiește în general pe fundul apelor dulci, unde se deplasează cu ajutorul pseudopodelor. Se hrănește prin fagocitoză (fig. 1).

Există și rizopode marine, de exemplu **foraminiferele** (lat. *foramen* = orificiu; *fer* = purtător) și **radiolarii. Foraminiferele**, „arhitecții" oceanelor, au o cochilie calcaroasă prevăzută cu mici orificii prin care ies pseudopodele. Acestea contribuie la formarea sedimentelor de calcar.

Radiolarii (lat. *radius* = rază) au prelungiri subțiri, radiare (asemănătoare unor raze) ale citoplasmei sau cochilii silicioase de formă radiară.

2. Flagelatele sunt protozoare libere, parazite sau simbionte, care trăiesc în medii marine și dulcicole. Prezintă unul sau mai mulți flageli, folosiți pentru deplasare.

Reprezentanți:

- *Euglena viridis* (euglena verde), formă liberă solitară.
- *Codonosiga* și *Proterospongia* sunt forme coloniale.
- *Giardia intestinalis* este o formă parazită.

Euglena verde (fig. 2 – *Euglena viridis*) trăiește în ape dulci și are formă alungită, fusiformă. Prezintă cloroplaste cu clorofilă, o stigmă roșie sensibilă la lumină, care o orientează spre zonele luminate. Nutriția este **mixotrofă:** autotrofă la lumină (prin fotosinteză) și heterotrofă la întuneric, folosind substanțe organice din apă („punte" între lumea plantelor și cea a animalelor).

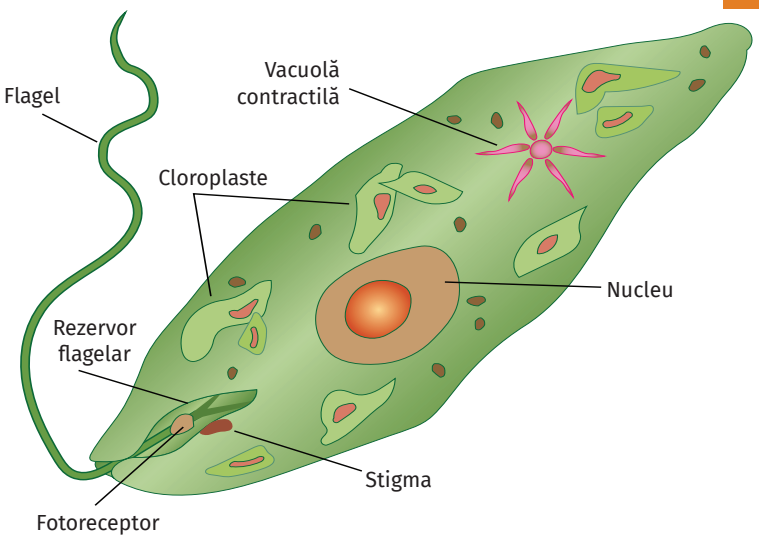


Fig. 2. Euglena verde

Codonosiga și ***Proterospongia*** sunt flagelate coloniale. La *Proterospongia*, celulele coloniei sunt diferențiate: unele participă la mișcare și hrănire, iar altele la reproducere. De aceea, acest tip de organizare a fost considerat, în clasificările tradiționale, o posibilă legătură între protozoare și animalele pluricelulare.

Giardia este un protozoar parazit al intestinului și ficatului omului, care produce giardioza. Infectarea se realizează prin ingerarea chiștilor prezenți pe fructe și pe legume nespălate.

3. Sporozoarele sunt protozoare parazite intracelular, care provoacă boli la om și la animale. Sunt imobile și sunt transportate de fluidele organismului-gazdă. În ciclul lor de viață formează spori de rezistență, de unde și denumirea de sporozoare. Un exemplu este *Plasmodium malariae*, agentul malariei, care parazitează sângele omului și este transmis prin înțepătura femelei țânțarului *Anopheles*.

Alți reprezentanți:

– babesii – vector: căpușa – babesioze: boli la câini și bovine (malaria animalelor);

– coccidii – infectează sistemul digestiv – coccidioze – pui de păsări, iepuri etc.

4. Ciliatele cuprind protozoare de obicei solitare, care trăiesc în ape și soluri umede. Ele au numeroși cili, cu rol în deplasare, precum și în hrănire și percepția stimulilor. Se deosebesc de alte protozoare prin faptul că au două tipuri diferite de nuclei: un micronucleu cu rol în reproducerea sexuată și un macronucleu, implicat în coordonarea celulară.

Exemple: *Paramecium caudatum* (fig. 3), *Vorticella, Tetrahymena, Stentor.*

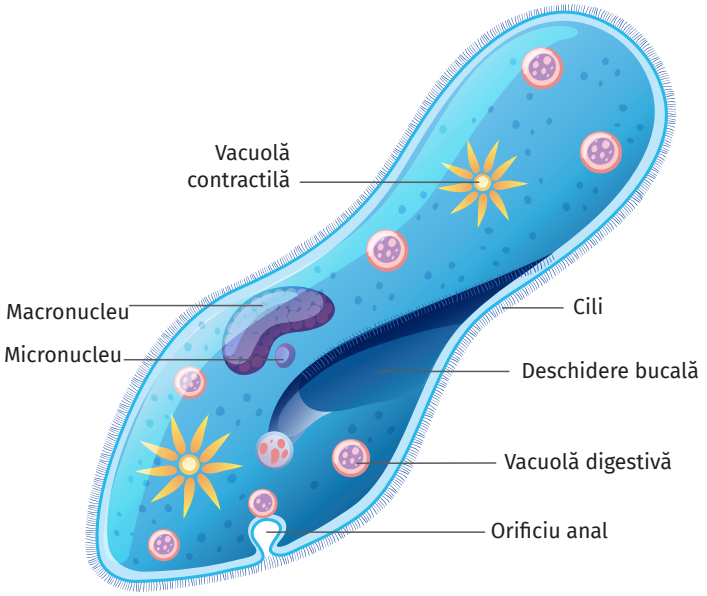


Fig. 3. Parameciul

Gândește critic!

Imaginează-ți că ești un cercetător într-un laborator de biotehnologie de ultimă generație. Echipa ta tocmai a sintetizat o substanță experimentală numită „Agentul X", despre care se crede că poate preveni cancerul prin blocarea „fusului de diviziune" (care ajută celula să se multiplice). Înainte de a ajunge în farmacii, „Agentul X" trebuie să treacă prin „proba de foc". Cine vor fi „cobaii"? Protozoarele care reacționează instantaneu la substanțele chimice. Dacă „Agentul X" afectează diviziunea, putem observa o reducere a multiplicării protozoarelor privite la microscop.

Provocările cercetătorului (cerință): Dacă „Agentul X" blochează diviziunea, ce crezi că s-ar întâmpla cu populația de paraziți precum *Plasmodium*? Ar putea fi acest produs un medicament revoluționar care va putea fi utilizat și pentru bolile infecțioase, nu doar pentru cancer?

Rolul protozoarelor în ecosisteme este esențial:

- au rol de **reciclatori,** deoarece consumă bacterii și resturi, contribuind la curățarea și filtrarea apelor;
- reprezintă o **sursă de hrană** pentru alte organisme, constituind o verigă importantă în lanțurile trofice;
- unele specii sunt **patogene**, provocând boli la animale și la om.

Dacă vrei să știi mai mult!

- *Naegleria fowleri*, cunoscută popular sub numele de „amiba mâncătoare de creier", pătrunde în corp prin nas, apoi se deplasează până în creier, unde începe să se hrănească cu țesut nervos, apare meningoencefalita care determină inflamații cerebrale severe.

Concluzie Protozoarele sunt organisme unicelulare, eucariote, cu o fiziologie complexă, de obicei acvatice, libere, cu importanță ecologică sau parazite (patogene).

Știai că?

- Există specii de dinoflagelate care luminează în întuneric, atunci când apa este agitată? Se crede că acest „flash" de lumină, fenomen numit bioluminiscență, are rolul de a speria prădătorul sau de a atrage un prădător și mai mare care va vâna atacatorul (un fel de „alarmă antifurt").

Aplicații

1. Întrebări-cheie

- Care ar putea fi consecința absenței stigmei la Euglena verde?
- Cum reușesc protozoarele să supraviețuiască, dacă balta în care trăiesc dispare?

2. Rezolvă următoarele sarcini de lucru.

Comparație: Realizează o diagramă de comparare (Diagrama Venn) între euglenă și parameci.

Predicție: Ce s-ar întâmpla cu o amibă dacă vacuola sa contractilă ar înceta să funcționeze?

Analiză: De ce bolile provocate de protozoarele flagelate precum *Trypanosoma* sunt mai greu de tratat decât bolile provocate de bacterii?

3. Detectivul protozoarelor.

Identifică protozoarele, pe baza indiciilor:

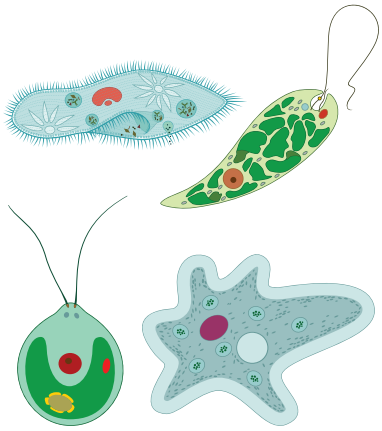
- **A**: pseudopode, formă variabilă, fagocitoză;
- **B**: cili, doi nuclei, ape dulci stagnante;
- **C**: parazit transmis de insecte, invadează globulele roșii, produce „frigurile de baltă".

Sarcini:

1. Identifică protozoarele și modul lor de viață.
2. Menționează câte o adaptare la mediul de viață.
3. Explică denumirea „friguri de baltă" și precizează boala și vectorul de transmitere.

FIȘĂ DE LUCRU

Lumea într-o picătură de apă – observarea protozoarelor



Nume și prenume elev: _____

Data: _____**Clasa:** _____

➔ **Obiectiv:** Identificarea principalelor grupe de protozoare (ciliate, flagelate, rizopode). Observarea modului de locomoție și a comportamentului de hrănire.

➔ **Materiale necesare:** Cultură de fân (preparată cu 5-7 zile înainte), microscop optic, lame de sticlă și lamele, pipetă Pasteur.

➔ **Etape de lucru:**

– Folosește o pipetă pentru a lua o picătură de apă de la suprafața culturii sau de lângă resturile vegetale.

– Pune picătura pe lamă, acoperă cu lamela.

– Începe cu cel mai mic obiectiv (4X) pentru a localiza organismele, apoi treci la 10X și la 40X.

➔ **Înregistrarea datelor:**

Tabel de observații

Completează tabelul de mai jos, pe măsură ce identifici microorganismele în câmpul microscopic.

Organismul observat	Tip de mișcare (lentă/rapidă)	Structuri vizibile (cili, flageli, vacuole, pseudopode)	Schiță/Desen simplificat al organismului (utilizează și informațiile (desenele) din manual

➔ **Analiză și concluzii (Evaluare)**

1. De ce majoritatea protozoarelor se adună spre marginea lamelei? *(Indiciu: gândește-te la schimburile de gaze).*

_____

_____ .

2. Cum reacționează un parameci când întâlnește un obstacol (de exemplu, o bucățică de fân sau o bulă de aer)?

_____

_____ .

3. Formulează o concluzie generală despre diversitatea formelor de viață dintr-o singură picătură de apă stătută.

_____

_____ .

5. Diversitatea protozoarelor

Termeni-cheie:

rizopode, flagelate, sporozoare, ciliate, interacțiuni biologice.

Diversitatea protozoarelor demonstrează ingeniozitatea vieții unicelulare. Printr-o singură celulă, aceste organisme îndeplinesc toate funcțiile vitale, la fel ca ființele complexe. Protozoarele sunt dovada că eficiența biologică nu se măsoară prin numărul de celule, ci prin capacitatea excepțională de adaptare, supraviețuire și utilizare a resurselor.

Rizopodele sunt clasificate actual în supergrupele **Amoebozoa** și **Rhizaria**, diferențiate prin morfologia pseudopodelor și structura citoscheletului. Speciile reprezentative se împart după modul de viață și mediu în:

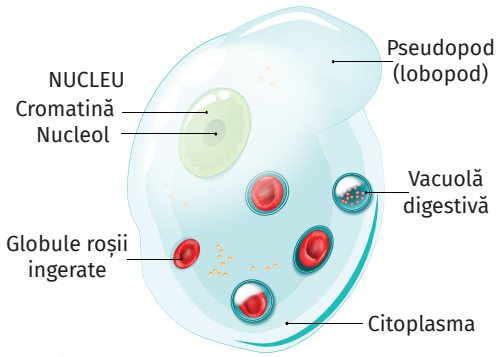


Fig. 1

➔ **1. Amoebe propriu-zise (Amoebozoa)** – sunt caracterizate prin **lobopode** (pseudopode groase și rotunjite). Exemple:

- ***Amoeba proteus*:** „simbolul" grupului – amibă de apă dulce; dimensiuni mari (1 mm); își schimbă constant forma.
- ***Entamoeba histolytica*:** un parazit intestinal uman periculos, care provoacă dizenteria amebiană (fig. 1).
- ***Difflugia oblonga*:** o amibă „cu casă" (testacee) care își construiește o carcasă din fire de nisip lipite cu un ciment organic.

➔ **2. Foraminifera (Foraminifere)** fac parte din grupul Rhizaria; sunt caracterizate prin **reticulopode** (pseudopode subțiri, sub formă de rețea) și cochilii calcaroase. Exemple:

- ***Globigerina*:** foraminifer planctonic marin foarte comun; după moarte, cochiliile sale contribuie la formarea „mâlului cu globigerine" (fig. 2).
- ***Nummulites*:** gen de foraminifere fosile cu cochilii gigantice, asemănătoare unor monede; sunt importante pentru datarea straturilor geologice. Calcarul numulitic a fost folosit la construirea unor monumente din Egipt, inclusiv a unor piramide.

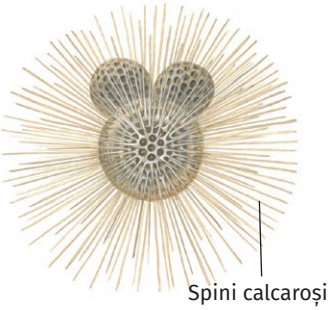


Fig. 2

➔ **3. Actinopoda (Radiolari și Heliozoare)**, caracterizate prin **axopode** (pseudopode rigide, susținute de un ax central). Exemple:

- ***Thalassicolla pellucida* (Radiolar):** organism marin cu un schelet silicos (sticlă), de o geometrie spectaculoasă.
- ***Actinosphaerium* (Heliozoar):** „animalul-soare", este o sferă de citoplasmă din care pleacă axopode radiale; trăiește în apele dulci.

Flagelatele (Mastigophora, în clasificările vechi) reprezintă un grup extrem de divers de viețuitoare care folosesc unul sau mai mulți flageli pentru locomoție. În funcție de modul de nutriție, pot fi: **fitoflagelate** (autotrofe, asemănătoare plantelor) și **zooflagelate** (heterotrofe, asemănătoare animalelor). Specii reprezentative:

➔ **1. Fitoflagelatele** au cloroplaste și pot efectua fotosinteza, dar unele se pot hrăni și heterotrof, dacă lumina lipsește. Exemple:

- ***Euglena viridis* (euglena verde):** are un singur flagel lung, o pată oculară (stigmă) fotosensibilă și cloroplaste; este un organism mixotrof (autotrof la lumină, heterotrof la întuneric).

Fig. 3

- ***Noctiluca miliaris*:** un dinoflagelat marin, capabil de bioluminescență, pe timp de noapte.

➔ **2. Zooflagelatele** își obțin energia consumând substanțe organice sau trăind ca paraziți. Exemple:

- ***Trypanosoma brucei*:** parazit sangvin cu formă alungită și o membrană ondulată; este agentul patogen al bolii somnului, transmis de musca-țețe, în Africa (fig. 3).

- ***Giardia lamblia (Giardia intestinalis)*:** are o formă caracteristică de „pară” sau „față cu ochelari”, provoacă giardioza (lambliaza), o infecție intestinală comună, transmisă prin apă contaminată.
- ***Trichomonas sp.*:** are 4 flageli anteriori și o membrană ondulantă; provoacă tricomoniaza, o infecție a aparatului urogenital la om.

➔ **3. Choanoflagelatele** au o importanță evolutivă majoră. *Proterospongia* are celule cu un guler de microvili, care înconjoară baza unui flagel. Sunt considerate cele mai apropiate rude unicelulare ale animalelor (Metazoa). Structura lor este asemănătoare cu cea a coanocitelor din bureții-de-mare (Spongieri).

Sporozoarele reprezintă un grup de protiste exclusiv **parazite**, caracterizate prin lipsa organitelor de locomoție (cili, flageli sau pseudopode) la formele adulte și prin cicluri de viață extrem de complexe, care implică adesea mai multe gazde. Specii reprezentative:

➔ **1. Genul Plasmodium (agenții malariei)** reprezintă cele mai cunoscute sporozoare din punct de vedere medical. Parazitează globulele roșii și celulele ficatului la om, fiind transmise prin înțepătura femelei țânțarului *Anopheles*.

- ***Plasmodium falciparum*:** cea mai periculoasă specie, responsabilă pentru formele severe și adesea fatale de malarie.
- ***Plasmodium vivax*:** produce „febra terță” (accese de febră la fiecare 48 de ore) și este cea mai răspândită formă.
- ***Plasmodium malariae*:** produce „febra quartă” (accese la 72 de ore).

➔ **2. *Toxoplasma gondii*** este un parazit extrem de adaptabil, capabil să infecteze aproape toate animalele cu sânge cald, inclusiv omul. **Gazda definitivă:** pisica (singurele în care parazitul se reproduce sexuat). **Gazde intermediare:** rozătoare, păsări, animale de crescătorie și omul. Provoacă **toxoplasmoza**. La adulții sănătoși este adesea asimptomatică, dar este extrem de periculoasă pentru femeile însărcinate (poate afecta fătul) și pentru persoanele cu sistem imunitar slăbit.

➔ **3. *Eimeria* (Coccidiile)** sunt protozoare parazite ale tractului digestiv al animalelor domestice (păsări de curte, iepuri, bovine). Ele provoacă **coccidioza**, o boală asociată cu diaree severă și pierderi economice importante în zootehnie. Se transmite prin ingestia oochiștilor (forme de rezistență) eliminați prin fecale.

➔ **4. Babesiile** sunt paraziți asemănători cu Plasmodium, dar care sunt transmiși de către **căpușe**. Provoacă **babesioza** (sau piroplasmoza), o boală care distruge eritrocitele la câini, vite și, ocazional, la om. Este adesea confundată cu malaria din cauza simptomelor febrile.

➔ **5. *Gregarina*** se numără printre puținele sporozoare care pot fi ușor de observat la microscop, datorită dimensiunilor lor relativ mari. Acestea parazitează **nevertebratele** (insecte, râme, fiind frecvent întâlnită în tubul digestiv al gazdei (parazit extracelular). Deși nu are importanță medicală umană, sunt esențiale pentru studiul biologiei sporozoarelor.

Ciliatele (Ciliophora) sunt considerate printre cele mai complexe protozoare unicelulare. Caracteristica lor definitorie este prezența **cililor** și a **dimorfismului nuclear**. Reprezentanți: *Paramecium caudatum*;

- ***Vorticella***, în formă de clopot, este atașată de substrat (plante acvatice, pietre) printr-un peduncul lung, retractil, care se poate strânge ca un arc, atunci când celula este perturbată. Cilii sunt dispuși doar în jurul deschiderii „clopotului”, creând un vârtej care atrage particulele alimentare. Trăiește în colonii, dar fiecare celulă acționează independent (fig. 4).
- ***Stentor* (ciliatul trompetă)** este un protist gigantic (1-2 mm), în formă de pâlnie. Cilii săi apicali captează hrana, iar organismul are o capacitate regenerativă uluitoare: orice fragment celular ce conține o porțiune din macronucleu poate reface întregul individ.

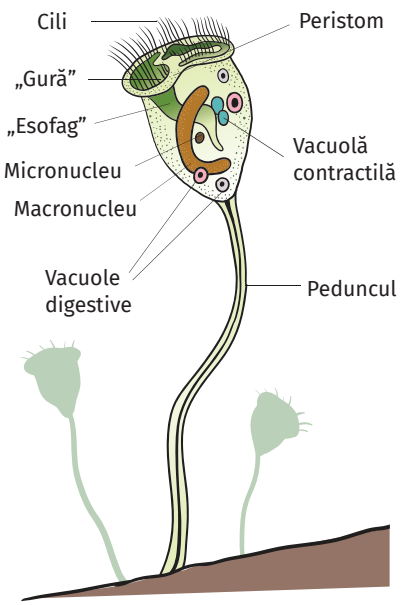


Fig. 4

- ***Balantioides coli*** este singurul ciliat parazit la om și cel mai mare protozoar patogen uman. Transmis prin apă sau alimente contaminate cu dejecții de la porci (gazda rezervor), acesta provoacă balantidioza, manifestată prin ulcerații intestinale și diaree severă.
- ***Didinium*** („lupul apelor dulci") este un prădător specializat, hrănindu-se exclusiv cu parameci. Acesta își paralizează prada cu ajutorul toxicistelor (categorie specială de organite celulare de atac și apărare din citoplasmă), înghițind-o întreagă, deși adesea au dimensiuni similare.

Interacțiuni biologice

În ecosistemele acvatice, protozoarele reglează efectivele populațiilor de bacterii și servesc ca hrană pentru zooplancton, transferând astfel energie către verigile următoare ale lanțurilor trofice.

➔ **Simbioză și mutualism:**

– termite și flagelate: termitele nu pot digera singure celuloza din lemn; flagelatele care trăiesc în intestinul lor produc celulaza, necesară descompunerii acesteia, primind în schimb adăpost și hrană;

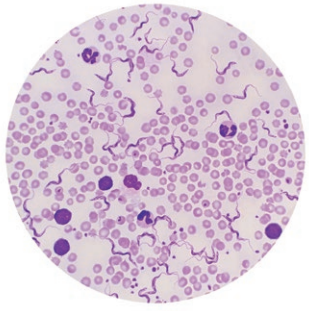
– **rumegătoare și ciliate**: ciliatele anaerobe din stomacul rumegătoarelor ajută la fermentarea hranei în rumenul vacilor, contribuind la degradarea materialului vegetal.

➔ **Parazitism:** protozoarele parazite pot infecta sângele (*Trypanosoma*), intestinul (*Giardia*) sau diverse țesuturi (*Toxoplasma*). Unele specii modifică comportamentul gazdei, precum șoarecii infectați cu *Toxoplasma gondii* care își pierd teama de pisici, fiind mai ușor capturați de acestea (gazda definitivă).

Adaptări: pentru supraviețuirea în diverse medii, protozoarele prezintă mecanisme specifice:

- **rezistența** prin **chiști**: În condiții ostile (secetă, frig, inaniție), protozoarele își reduc metabolismul și secretă un înveliș protector rezistent, supraviețuind până la revenirea condițiilor favorabile;
- **osmoreglare:** în mediu hipotonic (apă dulce), apa pătrunde constant prin osmoză; pentru a preveni liza celulară, vacuolele contractile pompează activ excesul în exterior;
- **flexibilitate nutrițională (mixotrofia):** unele flagelate, precum euglena, pot trece de la un mod de viață autotrof (fotosinteză în lumină) la un mod heterotrof (absorbția nutrienților organici în întuneric);
- **schelet și flotabilitate:** protozoarele marine (radiolari, foraminifere) prezintă schelete minerale diversificate cu rol de protecție, suport și balast, mărind suprafața de contact pentru favorizarea flotabilității.

Concluzie Protozoarele nu sunt organisme „primitive", ci celule extrem de specializate, a căror diversitate și capacitate adaptativă le-au permis să domine ecosistemele planetei timp de sute de milioane de ani.



Aplicații

1. Întocmește un determinator al protozoarelor parazite.

Observă la microscop frotiuri cu diverse protozoare parazite.

Realizează capturi foto prin ocularul microscopului (folosind telefonul).

Încarcă pozele într-un document word și adaugă „etichete" digitale (săgeți și text) peste imagine, pentru a marca elementele de identificare.

2. Pe urmele parazitului

Observă imaginile alăturate.

Accesează *iNaturalist* (secțiunea „Explore") pentru a căuta imagini similare, încărcate de alți utilizatori, și identifică parazitul.

Confirmă identificarea parazitului și studiază ciclul de viață al acestuia, folosind aplicația *CDC DPDx*.

6. Chromista

Pare greu de crezut că diatomeele microscopice, cu scheletul lor delicat de siliciu, se înrudesc cu algele brune uriașe, care pot crește până la cincizeci de metri, sau că oricare dintre ele este înrudită cu mucegaiul pufos, care parazitează culturile agricole. Și totuși sunt înrudite, formând împreună regnul **Chromista**.

Termeni-cheie:

diatomee, alge brune, fucoxantină, clorofila a, clorofila c, rizoizi, cauloid, filoid.

Mediul de viață – ecosisteme acvatice, marine sau de apă dulce

Regnul Chromista cuprinde organisme unicelulare, microscopice (diatomee) sau pluricelulare, macroscopice (algele brune), extrem de importante în ecosistemele acvatice. Algele brune, în general, sunt alge marine mari. Multe alge plutesc libere, purtate de curenții de suprafață (forme planctonice – alga brună *Sargassum*). Altele, cum ar fi algele brune mari – *Macrocystis pyrifera* (fig. 1) și *Laminaria*, deși fixate de diferite substraturi, pot fi desprinse de către curenții puternici, astfel încât corpurile lor ajung să plutească la suprafață. Formează „păduri" subacvatice de alge numite kelp sau varec oferind adăpost, loc de reproducere și hrană pentru mii de specii, de la vidre-de-mare la rechini și crustacee.

Fig. 1

Caracteristici generale

Conțin:
- **pigmenți asimilatori: clorofila a** și **clorofila c**, alături de pigmenți auxiliari, precum **fucoxantina** (care dă culoarea aurie-brună diatomeelor ce au fucoxantina predominantă, respectiv culoarea brună algelor brune mari care au o structură mult mai densă și mai opacă);
- **substanțe de rezervă:** nu depozitează amidon (ca algele verzi), ci substanțe precum **laminarina** sau **chrizolaminarina**.

Clasificare

Fig. 2. Diatomee

1. Diatomeele (*Bacillariophyceae*), alge preponderent unicelulare, microscopice, sunt componentele principale ale fitoplanctonului. Celula este protejată de un perete celular numit **frustulă** (fig. 2), compus din silice hidratată (opal), care conferă structurii proprietăți optice și rezistență specifică. Celula se compune din două valve asimetrice care se suprapun ca o cutie cu capac. După moartea diatomeelor, frustulele se acumulează pe fundul apelor, formând roca de diatomee sau diatomită.

Exemple: Diatomee din Marea Neagră: *Skeletonema costatum* – specie care formează lanțuri lungi de celule unite prin spini silicioși; *Chaetoceros* sp. – celulele au prelungiri lungi, care le ajută să plutească în masa apei; *Melosira nummuloides* formează pelicule brune în zone mai puțin adânci (pietrele digurilor, fundul nisipos).

2. Algele brune (*Phaeophyceae*) sunt alge **pluricelulare**, majoritatea marine, având dimensiuni de la câțiva milimetri la zeci de metri (*Macrocystis* sp.). Corpul lor este un **tal**, un pseudoțesut multicelular diferențiat, care prezintă structuri specializate pentru fixare (rizoid, analog rădăcinii), susținere (cauloid, analog tulpinii) și fotosinteză (filoid, analog frunzei). **Exemple:** specii din genurile: *Fucus*, *Sargassum* – întâlnit în aglomerări extinse în care formează Marea Sargaselor și *Laminaria* (fig. 3).

Fig. 3. Laminaria sp.

Dacă vrei să știi mai mult!

● **Regnul Chromista** cuprinde și **algele aurii** (*Chrysophyceae)*: microorganisme acvatice, marine sau în ape dulci, culoarea aurie-brună fiind dată de pigmenți carotenoidici, precum fucoxantina, care maschează culoarea verde a clorofilei. Tot în acest grup intră și **mucegaiurile acvatice** (*Oomycetes*), care, deși sunt asemănătoare ciupercilor, sunt de fapt chromiste. Un exemplu celebru este *Phytophthora infestans* (fig. 4), care produce mana cartofului și a cauzat Marea Foamete din Irlanda (1845–1852); *Phytophthora capsici* este responsabilă de mana roșiilor și a ardeilor; *Plasmopara viticola* (fig. 5) cauzează mana viței-de-vie.

Fig. 4. Phytophthora infestans

Fig. 5. Plasmopara viticola

Importanța în ecosistem

● sunt considerate „pădurile" oceanelor datorită **oxigenului produs**: se estimează că diatomeele produc aproximativ 20-25% din oxigenul planetei;

● reprezintă **prima verigă a lanțului trofic –** diatomeele și algele brune sunt producători primari, sursă de hrană pentru zooplancton și pești;

● intervin în **circuitul carbonului –** prin fotosinteză, ele stochează cantități uriașe de carbon, ajutând la reglarea climatului global.

Importanța practică

– după moarte, frustulele diatomeelor se depun pe fundul oceanelor, formând **diatomitul,** folosit pentru producerea filtrelor de piscină și a izolațiilor;

– extractele de alge brune sunt utilizate în **cosmetică**, pentru proprietățile hidratante și antiîmbătrânire; în **agricultură** sunt utilizate ca îngrășământ natural bogat în iod și potasiu.

Dacă vrei să știi mai mult!

● **Diatomeele**, din cauza peretelui rigid, ca de sticlă, au un mod de reproducere curios; prin diviziune rezultă două celule-fiice, fiecare primind o valvă a „cutiei" originale, la care construiesc una nouă în interior. Astfel, una dintre celulele-fiice se micșorează la fiecare generație până când atinge o dimensiune critică, ce va declanșa reproducerea sexuată prin care se restabilește dimensiunea inițială.

● La multe alge brune (ca *Laminaria*), în ciclul de viață se întâlnește **alternanța de generații**, cu un **sporofit** (forma mare, vizibilă, care produce spori) și un **gametofit** (formă microscopică, separată, care produce celule sexuale). La genul **Fucus**, la extremitățile talului algei se dezvoltă umflături, care adăpostesc cavități mici, unde se formează gameții (fig. 6).

● După furtună, valurile aduc la malul Mării Negre tufe ramificate de *Cystoseira barbata*, care trăiește fixată de stânci, fiind adăpost pentru căluții-de-mare și crustacee.

Fig. 6

Concluzie Grupul Chromista prezintă o combinație unică de caractere, îmbinând capacitatea fotosintetică a plantelor cu morfologia sau modul de nutriție specific ciupercilor, constituind un grup biologic distinct și vital pentru oceane. Cuprinde atât organisme fotoautotrofe (alge cu clorofilă **a** și clorofilă **c**), precum și forme heterotrofe (oomicetele).

Aplicații

1. Adevărat sau fals

1. Majoritatea diatomeelor sunt unicelulare și au clorofilă **a** și **c**.
2. Algele brune sunt producători primari, iar diatomeele sunt consumatori.
3. Amidonul este polizaharidul depozitat de chromiste.

2. Calculează!

Dacă o celulă de diatomee se divide la fiecare 24 de ore, iar la fiecare diviziune una dintre celulele-fiice își reduce dimensiunea frustulei cu 5% din dimensiunea celulei-mamă inițiale, calculează după câte generații celula va ajunge la jumătate din dimensiunea acesteia. De ce crezi că reproducerea sexuată este „butonul de reset” necesar supraviețuirii?

3. Analiza produselor.

Identifică alginații (E400-E405) pe etichetele produselor alimentare din magazine și precizează rolul acestora.

Activitate practică:

Observarea microscopică a algelor brune și a diatomeelor

1. **Obiectiv:** Identificarea caracteristicilor morfologice ale algelor brune (multicelulare) și ale diatomeelor (unicelulare).
2. **Materiale necesare:** probe – apă dintr-un râu, lac sau acvariu (pentru diatomee) și fragmente de alge brune (ex: *Cystoseira* sp. – din Marea Neagră) sau capsule din farmacie cu alge brune, microscop optic, lame de sticlă, lamele, pipetă, pensetă, apă distilată (sau apă plată).
3. **Observarea diatomeelor:** Folosește o pipetă pentru a lua o picătură din sedimentul unei probe de apă stătută. Pune picătura pe lamă și acoperă cu lamela. Observă la microscop (obiectiv 10x, apoi 40x).
4. **Ce cauți:** frustule din silice cu forme simetrice: circulare, ovale sau alungite (ca o barcă).
5. **Observarea algelor brune:** Sub supravegherea profesorului, taie o secțiune foarte subțire dintr-un tal (corpul algei), folosind un bisturiu. Pune secțiunea într-o picătură de apă pe lamă. **Ce cauți:** celule cu plastide brun-aurii (cu **fucoxantină**).
6. **Tabel de observații** comparativ diatomee/alge brune: caracteristică, structură, perete celular, culoare, habitat.

Atelier de creație: „Construiește o diatomee”

Materiale necesare:

● Plastilină de diferite culori/lut modelator. ● Scobitori pentru texturi. ● Imagini cu diverse tipuri de diatomee (centrice și penate).

Elevii se împart în grupe mici (3-4 elevi). Fiecare grupă primește sarcina de a construi, din plastilină, un model 3D al unei diatomee (centrice sau penate).

Provocare: Modelul trebuie să evidențieze cele două valve care se potrivesc ca o cutie cu capac (frustula) și să includă modele geometrice/puncte (textura de silice).

Diatomee

Gândește critic!

Informează-te și discută despre rolul chromistelor ca producători primari versus rolul lor distructiv.

Cum ajută studiul chromistelor la înțelegerea evoluției celulei eucariote?

De ce nu pot fi încadrate la plante, animale sau ciuperci? Cum sfidează poziția lor clasificările clasice?

Știai că?

● Alginații din algele brune sunt folosiți în: producția de hârtie și a pastei de dinți, industria alimentară (asigură textura înghețatei și a budincilor), dar și în stomatologie pentru mulaje.

● Diatomeele sunt folosite în medicina legală? Deoarece frustulele de silice sunt aproape indestructibile, prezența unor specii de diatomee în plămânii sau țesuturile unei victime poate confirma nu doar cauza decesului (înecul), ci și locația exactă unde s-a produs (râu, lac, mare), aceste alge având habitate specifice.

7. Diversitatea algelor

Termeni-cheie:

Heterokonta, alge aurii, oomicete, haptofite, cocolite, înflorirea apelor.

Regnul Chromista cuprinde o mare diversitate de specii, de la microalge până la alge marine gigante. Toate au o istorie evolutivă comună: cloroplastele lor, înconjurate de **patru membrane**, provin din endosimbioza secundară cu o algă roșie. Mecanismul lor fotosintetic unic se bazează pe **clorofilele a** și **c**, permițând captarea eficientă a luminii la adâncime. Majoritatea chromistelor aparțin grupului *Stramenopiles* (*Heterokonta*), prezentând în stadiile mobile (zoospori, gameți) **doi flageli diferiți** ca mărime și structură.

Fig. 1

Diatomee (*Bacillariophyceae*): adevărate „opere de artă" ale lumii microscopice, diatomeele sunt microalge unicelulare extrem de variate, care trăiesc în învelișuri rigide (frustule), formate din dioxid de siliciu, decorate cu modele geometrice precise. Acestea reprezintă principala componentă a fitoplanctonului și sunt excelenți bioindicatori ai calității apei. Sunt clasificate în funcție de simetria învelișului silicios astfel:

➔ **1. Diatomee centrice (cu simetrie radiară):** au, de obicei, formă de disc, cilindru sau stea și sunt predominante în mediul marin (planctonice).

- ***Coscinodiscus*:** una dintre cele mai mari și comune diatomee marine; are formă de disc plat, decorat cu modele hexagonale fine, ca un vitraliu (fig. 1).
- ***Thalassiosira*:** specie esențială în lanțul trofic oceanic, cunoscută pentru capacitatea de a forma aglomerări mari care hrănesc krillu și peștii.

➔ **2. Diatomee penate (cu simetrie bilaterală):** au o formă alungită, de barcă sau ac, și sunt frecvente în apele dulci sau pe fundul bazinelor acvatice (forme bentonice).

- ***Navicula*:** are formă de barcă (lat. *navicula* = bărcuță), deplasându-se pe substrat cu ajutorul unui mucus eliberat printr-un șanț numit rafă.
- ***Pinnularia*:** are dimensiuni mari și striații paralele foarte clare pe frustulă.
- ***Asterionella*:** formează colonii spectaculoase în formă de stea sau roată de bicicletă, celulele fiind unite la un singur capăt. Este adesea responsabilă pentru modificarea gustului sau mirosului apei de la robinet, în perioadele de înflorire algală.
- ***Tabellaria*:** formează colonii în zigzag, celulele rămânând atașate una de alta prin colțuri, oferind aspectul unui evantai desfășurat.
- ***Fragilaria*:** celulele dreptunghiulare se unesc lateral, formând colonii de forma unor panglici sau scărițe.

Alge brune (*Phaeophyceae*): acești giganți ai oceanelor sunt cele mai mari chromiste, fiind organisme pluricelulare complexe, care formează adevărate păduri subacvatice. Acestea reprezintă unii dintre cei mai importanți producători primari din mările și oceanele lumii, atingând dimensiuni impresionante. Reprezentanți:

- ***Macrocystis pyrifera*** este cea mai mare algă din lume. Poate crește până la 60 de cm/zi și poate atinge o lungime totală de peste 50 de metri. Prezintă formațiuni pline cu aer (pneumatociste) care ajută la orientarea și susținerea talului spre suprafața apei.
- ***Laminaria*:** foarte comună în oceanele Atlantic și Pacific, are un tal cu aspect de lamă mare, pieloasă. Este utilizată pe scară largă în gastronomie (sub numele de kombu) și în industrie pentru extracția alginaților.
- ***Fucus vesiculosus*** (stejarul-de-mare) este caracterizat prin vezici umplute cu aer, dispuse în perechi de-a lungul talului ramificat. Are un conținut ridicat de iod, fiind utilizat frecvent în fitoterapie și în industria cosmetică.

- ***Sargassum*** este o algă brună care are capacitatea de a pluti în mase enorme la suprafața oceanelor, formând Marea Sargaselor. Aceste aglomerări oferă adăpost și hrană multor specii marine (țestoase, pești etc.).
- ***Cystoseira,*** foarte comună în Marea Neagră și Marea Mediterană, este un excelent indicator al apelor curate, prezența sa indicând un ecosistem marin sănătos și nepoluat (fig. 2).


Fig. 2

Reprezentanți gastronomici: multe alge marine brune sunt pilonii bucătăriei asiatice, în special ai celei japoneze.

- ***Undaria pinnatifida*** (Wakame) este faimoasă pentru utilizarea sa în supele miso și în salatele de alge marine. Deoarece este o specie extrem de rezistentă și invazivă în afara arealului său nativ, este considerată o „buruiană" a oceanelor (fig. 3).
- ***Saccharina latissima*** este o altă specie de algă brună, cu aromă dulce (de unde și numele), folosită în alimentație atât în stare proaspătă, cât și uscată.


Fig. 3

Coccolithophoridae (*Haptophyta*): sunt alge marine unicelulare, importante în echilibrul geochimic și climatic al planetei. În timpul înfloririlor algale (prezente inclusiv în Marea Neagră), masele lor imense reflectă lumina și colorează oceanele în turcoaz, fenomen vizibil din spațiu. Caracteristica grupului este **haptonema**, o structură rigidă sau retractilă, folosită pentru fixarea pe substrat sau pentru capturarea prăzii (au nutriție mixotrofă).

Cocolitoforele („inginerii de calcar") își acoperă celula cu **cocolite** (scuturi de carbonat de calciu):

- ***Emiliania huxleyi*:** este cea mai răspândită specie, care formează înfloriri gigantice în condiții favorabile; când mor, cocolitele lor se depun pe fundul oceanului, formând stânci albe (stâncile de la Dover, Anglia).
- ***Prymnesium parvum*:** o haptofită care poate produce toxine (prymnezine) ce provoacă mortalitate masivă în rândul peștilor, în apele salmastre (amestec de apă dulce cu sărată).
- ***Phaeocystis*:** formează colonii gelatinoase mari, care pot crea spume dense pe plaje, atunci când sunt descompuse de valuri (fenomen des întâlnit în Marea Nordului).

Alge aurii (*Chrysophyceae*): adesea forme unicelulare, mobile, predominante în apele dulci, curate și reci, dar sărace în nutrienți. Cei mai importanți reprezentanți:

- ***Dinobryon*:** alge aurii întâlnite frecvent în lacurile de munte, unde formează colonii ramificate ca niște mici tufișuri sau candelabre sub microscop; fiecare celulă trăiește într-un înveliș de protecție transparent, în formă de cupă sau cornet (fig. 4).
- ***Synura*:** gen care formează colonii mobile, sferice, cu celulele grupate într-o sferă care se rotește în apă datorită flagelilor.
- ***Ochromonas*:** gen de alge unicelulare, necoloniale, foarte studiat pentru adaptabilitatea sa. Organism **mixotrof** prin excelență, se deplasează cu ajutorul a doi flageli inegali.
- ***Hydrurus foetidus***: este unul dintre puținii reprezentanți care pot fi văzuți cu ochiul liber; trăiește în pâraiele de munte, prinse de pietre, formând mase gelatinoase cu miros neplăcut.


Fig. 4

Oomicetele seamănă ca aspect cu mucegaiurile, dar aparțin grupului filogenetic Chromista. Reprezentanți:

- ***Phytophthora* („distrugătorul de plante”)** este cel mai faimos și temut gen. *Phytophthora cinnamomi*: afectează mii de specii de plante (inclusiv castani, stejari și avocado), provocând putrezirea rădăcinilor; este considerată una dintre cele mai distructive specii invazive din lume.
- ***Saprolegnia* („mucegaiul apei”)** este un gen de oomycete care trăiește în principal în medii acvatice, incluzând specii parazite ale animalelor. *Saprolegnia parasitica*: infectează peștii și icrele acestora (de exemplu, păstrăv, somon) și amfibieni; determină apariția unor formațiuni albicioase, cu aspect bumbăcos, pe piele și branhii, provocând daune în fermele piscicole (acvacultură).
- ***Pythium* („ofilire”):** *Pythium ultimum* este responsabil pentru așa-numita „umezire a răsadului”, provocând putrezirea lor la baza tulpinii și ofilirea bruscă a acestora.
- ***Albugo candida* („rugina albă”):** provoacă „rugina albă” la crucifere, afectând culturi precum varza, rucola, ridichiile, hreanul (fig. 5). Deși poartă denumirea populară de „rugină”, *Albugo* nu este o ciupercă adevărată, ci un organism asemănător ciupercilor. Boala se manifestă prin pustule albe, pe frunze și pe tulpini.

Concluzie

Deși variază de la microalge și giganți marini până la paraziți ai plantelor, toate aceste grupuri aparțin **Regnului Chromista**, având o istorie evolutivă comună. Legătura lor este demonstrată la nivel celular prin structura unică a cloroplastelor cu patru membrane și prin prezența flagelilor diferiți în stadiile mobile. Împreună, aceste organisme joacă un rol ecologic global major, fiind producători primari esențiali în ecosistemele acvatice sau importanți agenți patogeni în agricultură.

Fig. 5. Rugina albă a hreanului

Știai că?

- Diatomeele și algele brune pot declanșa înfloriri algale (înmulțiri explozive), cauzate de excesul de nutrienți din agricultură (eutrofizare), căldură și ape stagnante. Impactul ecologic are aspecte:

– pozitive: diatomeele stau la baza lanțului trofic acvatic și ajută la reglarea climei prin stocarea carbonului pe fundul oceanelor;

– negative: înflorirea excesivă duce la hipoxie; moartea algelor activează bacterii descompunătoare care consumă tot oxigenul, provocând asfixierea în masă a peștilor.

Aplicații

1. Argumentare critică. Tema: Importanța economică versus echilibrul ecologic sau cum Chromista, un grup obscur la prima vedere, mișcă de fapt roțile industriei globale.

Algele brune sunt recoltate masiv pentru industria suplimentelor alimentare și cosmetice. Având în vedere că „pădurile de alge” sunt ecosisteme vitale pentru biodiversitatea marină:

- argumentează, în 7-10 rânduri, necesitatea unei reglementări stricte a acestei industrii;
- discută apoi cu colegii și profesorul punctele tale de vedere și evidențiază concluziile la final de dezbatere.

2. Securitatea alimentară

Oomicetele din genul *Phytophthora* sp., *Plasmopara* sp. și *Albugo* sp. distrug anual culturi de cartofi, viță-de-vie, floarea-soarelui, varză, în valoare de miliarde de euro.

- Știind că rugina albă produsă de *Albugo* duce la apariția de pete albe pe frunzele plantei, identifică două funcții ale plantei care sunt afectate de parazit.
- Propune o metodă biologică sau tehnologică prin care fermierii ar putea limita răspândirea acestor patogeni, fără a polua solul cu fungicide chimice în exces.

8. Fungi

Fungii reprezintă un grup biologic fascinant, separat de plante și animale, care joacă un rol esențial în menținerea echilibrului vieții pe Pământ. Ciupercile au fost studiate mult timp alături de plante, deși sunt mai apropiate genetic de animale. Le găsim în stratul de frunze moarte, vizibile mai ales după ploaie, pe frunzele de grâu pe care le „ruginesc", pe fructele uitate în fructieră sau în aluatul din care se face pâine.

Termeni-cheie:

miceliu, hife, ciuperci, saprotrofe, spori, chitină, înmugurire, micoze, micorize, licheni.

Mediul de viață

Majoritatea ciupercilor trăiesc în mediul terestru din zonele temperate și tropicale. În zonele arctice, ciupercile apar frecvent în simbioză cu algele, formând licheni adaptați la condiții extreme. Solul bogat în materie organică este un habitat ideal pentru ele; ciupercile acvatice trăiesc de obicei în apele dulci, sporii plutesc în aer, iar altele parazitează plantele sau animalele, temporar sau definitiv.

Caracteristici generale

Morfologie: ciupercile sunt organisme pluricelulare eucariote care au corpul – **miceliu** – format din celule lungi, filiforme, uneori cu nuclei multipli – **hife**. În structura pereților celulari intră, de regulă, **chitina**, substanță prezentă și în exoscheletul insectelor, păianjenilor și altor artropode, care asigură rigiditate și suport structural celulelor. Principalele substanțe de rezervă sunt reprezentate de glucide (glicogen) și picături de lipide.

Nutriție: heterotrofă, saprotrofă sau parazită

Ciupercile **saprotrofe** își obțin hrana din materie organică moartă (aparțin categoriei trofice a descompunătorilor), iar ciupercile **parazite** se hrănesc cu substanțe organice din organisme vii (de obicei plante), cauzând boli numite **micoze**. Pentru a se hrăni, ambele tipuri de ciuperci secretă enzime digestive pe suprafața nutritivă pe care cresc. Acestea descompun carbohidrații și proteinele ce sunt ulterior absorbite prin pereții hifelor. Unele ciuperci parazite produc structuri specializate numite **haustori**, cu care absorb substanțele hrănitoare din țesuturile gazdei.

Fig. 1. Drojdii

Reproducere: aproape toate ciupercile formează și eliberează cantități uriașe de **spori**, principalele celule reproductive. De cele mai multe ori, sunt produși **asexuat**, direct din miceliu sau în structuri specializate, prin mitoză. În condiții nefavorabile, are loc **reproducerea sexuată**, din care rezultă spori sexuali prin meioză, asigurând diversitatea genetică a fungilor. Sporul, ajuns într-un loc potrivit, germinează și crește pentru a forma o nouă ciupercă. Reproducerea se realizează și prin fragmente de miceliu sau prin **înmugurire** (la drojdii – fig. 1).

Tipuri de fungi

1. Drojdiile (fig. 1), spre deosebire de restul fungilor, sunt forme unicelulare care pot realiza fermentația alcoolică, proces prin care polizaharidele sunt transformate în alcool, dioxid de carbon și o cantitate mică de energie. Sunt anaerobe facultative, putând oxida complet zaharurile. Sunt utilizate în panificație și în industria băuturilor alcoolice (drojdia de bere – *Saccharomyces cerevisiae).*

Enzimele din făină descompun mai întâi amidonul complex în zaharuri simple (glucoză). Drojdia consumă aceste zaharuri și, prin fermentație anaerobă, le transformă în alcool și dioxid de carbon CO_2. Gazul eliberat rămâne blocat în rețeaua de gluten a aluatului, formând bule care îl fac să crească și să devină pufos. Fermentația alcoolică este un proces biochimic anaerob (fără oxigen) prin care microorganismele, în special drojdiile, transformă zaharurile simple (glucoza) în alcool etilic și dioxid de carbon.

2. Mucegaiurile sunt fungi cu creștere rapidă, specializați în colonizarea rapidă a substratului. Cresc sub formă de hife aeriene care poartă sporii și dau aspectul pufos și hife vegetative care pătrund în hrană pentru a o digera (*Rhizopus* sp.). Pot fi **dăunătoare** (alterează alimentele, produc micotoxine care pot fi periculoase când sunt inhalate sau ingerate) sau folositoare (*Penicillium* – produce penicilina).

Mucegaiurile secretă enzime puternice direct în mediu, lichefiază substanțele nutritive complexe și apoi le absorb prin peretele celular. Sunt descompunători ai materiei organice moarte din ecosisteme (frunze, lemn, resturi animale), transformând-o în minerale asimilabile de către plante. Dezvoltarea lor rapidă este un indicator biologic direct al umidității crescute și al lipsei de ventilație dintr-un spațiu. Pe lângă penicilină, anumite specii selecționate de *Penicillium* sunt esențiale în maturarea și obținerea gustului unic al brânzeturilor fine (precum Roquefort, Camembert sau Gorgonzola).

Activitate recomandată pentru portofoliu

Pornind de la aplicația de la pagina 137, analizează modelul propus, unde sunt prezentate etapele studiului dezvoltării mucegaiului, apoi realizează un experiment similar, investigând alți factori.

Fig. 2. Pălăria-șarpelui

3. Ciupercile cu pălărie sunt formate dintr-un miceliu, situat de obicei sub pământ, și un picior cu pălărie, suprateran, care este de fapt un corp de fructificație (structură sofisticată de dispersie a sporilor). Lamelele de sub pălărie măresc semnificativ suprafața de producere a sporilor. Multe dintre ele sunt colorate, de la roșu la verde și negru. Pălăria-șarpelui (*Amanita muscaria* – fig. 2) este otrăvitoare și se recunoaște după pălăria sa roșu aprins cu pete albe. Pigmenții din ciuperci sunt asociați cu peretele celular, unii având rol protector împotriva radiațiilor ultraviolete, iar alții sunt toxici. Alți reprezentanți: champignon (*Agaricus bisporus),* mănătarca *(Boletus edulis),* ciuperci de copac *(Pleurotus* sp.*).*

4. Ciupercile parazite sunt patogene, provocând boli numite **micoze**, la plante, la animale și la om. Cerealele sunt afectate de *Puccinia* sp. care produce rugini la nivelul frunzelor, *Monilinia fructigena* (fig. 3.) – putrezirea fructelor, *Botrytis* – putrezirea unor plante de cultură, iar *Ustilago* sp. produce tăciunele la grâu și la porumb. *Erysiphaceae* produce făinarea la trandafiri, castraveți, cereale, tomate, vița-de-vie, meri și peri. Pielea, părul și unghiile omului, dar și organele interne, în special cele respiratorii, pot fi afectate de ciuperci din genul *Candida* sau *Aspergillus*. La plantele afectate, se îndepărtează organele afectate și se aplică tratamentul cu fungicide, iar la om sunt utilizate creme, loțiuni, șampoane sau medicamente.

Fig. 3. Monilinia fructigena

Importanța în ecosisteme

Descompunători: fungii sunt organisme capabile să descompună eficient celuloza și lignina, reciclează carbonul, azotul și fosforul, redându-le solului pentru a fi refolosite de plante. Ciupercile realizează, în asociație cu rădăcinile arborilor, **micorizele:** o relație simbiotică, de ajutor reciproc, în care ciuperca furnizează plantei apă și săruri minerale absorbite din substrat, iar planta oferă acestora substanțe produse prin fotosinteză. **Lichenii** reprezintă o uniune simbiotică între o ciupercă și un organism fotosintetic (algă verde sau cianobacterie). Aceștia pot trăi pe scoarța copacilor sau pe roci, favorizând degradarea acestora și formând primul strat de sol pentru viitoarele plante.

Importanța practică: ciupercile au un rol important în obținerea hranei oamenilor, în primul rând ca agenți de fermentație în producerea pâinii, a brânzeturilor și a băuturilor alcoolice, dar și pentru alte preparate alimentare. Metaboliții secundari ai ciupercilor sunt utilizați în medicină ca antibiotice statine, imunosupresoare și anticancerigene. Ciupercile sunt utilizate în cercetare ca organisme-model în ingineria genetică și în studiul metabolismului eucariotelor.

Concluzie Ciupercile, organisme eucariote, heterotrofe saprofite sau parazite, trăiesc în toate mediile de viață. Au corpul alcătuit din hife care formează un miceliu. Pot fi considerate ca o interfață între viață și moarte, deoarece transformă materia organică moartă în nutrienți necesari plantelor.

În lume există aproximativ 81 de specii de ciuperci bioluminiscente, care emit lumină produsă prin descompunerea luciferinei.

Aplicații

1. Documentează-te și află care sunt principalele specii de ciuperci toxice din țara noastră, cum putem preveni consumul acestora, care sunt simptomele intoxicației și cum putem interveni.

2. Adevărat sau fals

1. *Saccharomyces cerevisiae* este un organism model în genetica modernă, deoarece este un organism procariot simplu, ca bacteriile.
2. Chitina este un polizaharid specific fungilor și exoscheletului insectelor, oferind o structură diferită de celuloza vegetală.
3. Lichenii sunt asocieri probiotice între rădăcinile arborilor și hife de ciupercă.

3. Analiza produselor: Identifică cine produce și cine utilizează *Mycelium Packaging*. Enumeră motivele pentru care este folosit acest biomaterial.

Gândește critic!

Drojdia de bere (*Saccharomyces cerevisiae*) este folosită pentru a produce proteine precum insulina umană prin inserarea genelor umane în ADN-ul acesteia. Deși drojdia este un organism eucariot, aceasta nu „împachetează" întotdeauna proteinele umane exact la fel ca în corpul nostru, putând adăuga grupări de zaharuri (glicozilare) diferite de cele umane. Care crezi că poate fi consecința asupra pacientului în acest caz?

Dacă vrei să știi mai mult!

- **Penicilina** este primul antibiotic extras din mucegaiul din genul *Penicillium*. Multe antibiotice acționează asupra peretelui celular bacterian sau asupra altor procese esențiale, fără a afecta celulele umane (nu au perete celular). Transplanturile de organe sunt posibile datorită **ciclosporinei** care previne respingerea acestora de către sistemul imunitar al organismului-receptor. **Statinele,** substanțe extrase din ciupercile *Aspergillus terreus*, sunt utilizate pentru reducerea nivelului de colesterol, iar **lentinanul**, polizaharid extras din ciupercile Shiitake, stimulează sistemul imunitar în lupta cu tumorile.

Știai că?

- Mucegaiurile produc enzime folosite în industria textilă și a detergenților, care distrug petele de grăsime/de proteine, fiind eficiente și la temperaturi scăzute.
- Se cresc hife de fungi pe resturi agricole, rezultând mycelium packaging (ambalaje pe bază de miceliu), un material izolator care oferă protecție la impact; poate fi modelat în diverse forme și dimensiuni, este rezistent la foc și este 100% biodegradabil.

ACTIVITATE PRACTICĂ

Observarea macroscopică și microscopică a fungilor

➔ **Observarea macroscopică – anatomia comparată a ciupercilor cu pălărie și picior**

Materiale: Procură diferite tipuri de ciuperci: o ciupercă cu lamele (champignon), o ciupercă în formă de tub (hribi sau burete comun) și una cu o textură diferită (pleurotus) sau o ciupercă lemnoasă culeasă de pe un buștean.

Procedură: Secționează ciupercile în jumătate, pe lungime, cu un bisturiu din trusa de disecție/cuțit.

Observație: Folosește o lupă pentru a studia modul în care partea care produce sporii își schimbă aspectul și structura: suprafața netedă, lamelele subțiri sau tuburile asemănătoare unui burete. Caută joncțiunea dintre picior și pălărie pentru a determina dacă pulpa este continuă sau dacă se separă ușor.

➔ **Observarea macroscopică și microscopică a sporilor**

Materiale: Pălăria unei ciuperci proaspete, o coală de hârtie (jumătate albă, jumătate neagră) și un pahar.

Procedură: Desprinde piciorul ciupercii și așază pălăria cu lamelele în jos pe hârtie. Acoper-o cu paharul pentru a opri curenții de aer și las-o nemișcată între 6 și 24 de ore.

Observație: După ridicarea ciupercii, pe hârtie rămâne o „amprentă” colorată, formată din milioane de spori microscopici, care reproduce fidel modelul geometric al lamelelor.

*Pentru că sporii sunt spectaculoși, ca să îi vezi la microscop, pune praful pe o lamă de sticlă, adaugă o picătură de apă (sau iod) și acoperă cu o lamelă. Vei observa spori cu forme diferite și detalii unice pentru fiecare ciupercă!

➔ **Observarea macroscopică și microscopică a mucegaiului de pâine sau de fructe** (*Rhizopus* sau *Penicillium*)

Materiale: Pâine umedă lăsată câteva zile sau fructe mucegăite, lame de sticlă, ac de spatulă, apă sau albastru de metilen.

Procedură: Ia o cantitate mică de puf de mucegai și pune-o pe lamă, într-o picătură de apă.

Observație: La microscop vei observa filamente lungi și subțiri, numite hife. La capătul unora vei vedea sfere pline cu spori (sporangi).

➔ **Observarea microscopică – Drojdia de bere** (*Saccharomyces cerevisiae*)

Materiale: Drojdie proaspătă, apă călduță, puțin zahăr.

Procedură: Dizolvă puțină drojdie în apă cu zahăr și așteaptă 15-20 de minute până apar bule. Pune o picătură din acest amestec pe lamă.

Observație: Vei vedea celule ovale, individuale. Dacă ai noroc, poți observa procesul de înmugurire (o celulă mică, ce „crește” dintr-una mai mare), principala lor cale de reproducere.

- Notează observațiile în caietul de notițe. Realizează desene, după caz.
- Spală-te pe mâini cu apă caldă și săpun după realizarea experimentelor, deoarece ciupercile cresc în compost sau în pământ organic, care poate conține diverse bacterii sau alte microorganisme invizibile cu ochiul liber. Sporii eliberați în cantități mari sau anumite substanțe din textura ciupercii pot provoca iritații la nivelul pielii sau ochilor!

Atenție! Nu se gustă și nu se manipulează ciuperci necunoscute, fără supraveghere.

LABORATOR VIRTUAL
Apariția și dezvoltarea mucegaiului pe alimente

1. Observație

Pâinea caldă ținută în pungă de plastic mucegăiește.

Întrebare: Vaporii de apă condensați pe pungă favorizează apariția mucegaiului?

2. Ipoteză

Dacă este prezentă apa, **atunci** mucegaiul apare mai repede pe pâine, **deoarece** umiditatea favorizează dezvoltarea microorganismelor.

3. Experiment controlat pentru testarea ipotezei

Se folosesc două felii de pâine albă:
– o felie este păstrată uscată (grup de control);
– o felie este umezită cu 20 ml de apă (grup experimental).

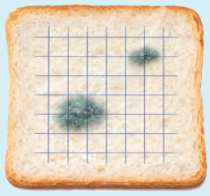
Variabilă independentă: umiditatea.

Variabile controlate: se țin în același loc (aceeași expunere la lumină și temperatură – 23°C).

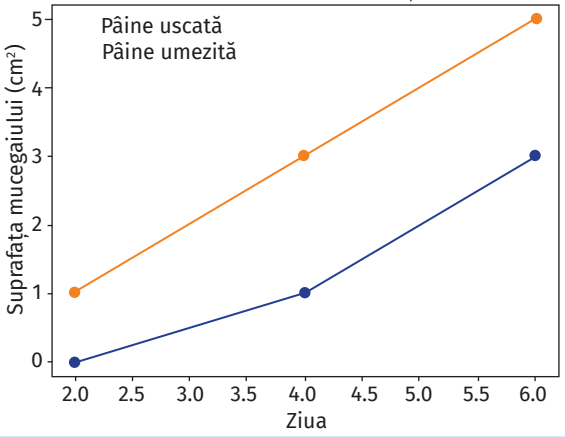
Se fac fotografii, din două în două zile, pentru a observa aspectul și evoluția mucegaiului.

Variabila dependentă: apariția și dezvoltarea mucegaiului (cantitatea de mucegai/mărimea coloniei).

Ziua	Suprafața mucegaiului (cm²) pâine uscată	Suprafața mucegaiului (cm²) pâine umezită
2	0	1
4	1	3
6	3	5



Suprafața coloniei de mucegai se determină prin aplicarea unei folii transparente cu pătrate de 1 cm² și numărarea pătratelor acoperite.



4. Analiza rezultatelor

Rezultatele au arătat că pâinea umezită a dezvoltat mucegai mai repede și în cantități mai mari decât pâinea uscată, deci se confirmă ipoteza.

5. Direcții noi de investigare

Analizează modelul de investigație prezentat mai sus, apoi realizează un experiment similar, în care să modifici fie tipul de pâine utilizat (albă, integrală, cu maia, cu semințe), fie condițiile de mediu, precum lumina sau temperatura.

Sfat de siguranță: Dacă faci acest experiment acasă, asigură-te că proba este sigilată ermetic. Sporii de mucegai pot fi periculoși, dacă sunt inhalați!

Activitatea este **recomandată pentru portofoliu**, la capitolul „Metoda științifică” sau la „Regnul Fungi”.

9. Diversitatea fungilor

Termeni-cheie:

ascomicete, bazidiomicete, zigomicete, ectomicoriză, endomicoriză, simbioză, parazitism.

Lumea fungilor reprezintă un grup fascinant de viețuitoare, care se deosebește clar de plante și de animale, având reguli proprii de organizare și funcționare. Acești arhitecți ai ecosistemelor terestre variază de la specii unicelulare microscopice până la rețele subterane gigantice.

Principalele grupe de ciuperci sunt:

Ascomycota: cel mai mare grup, cuprinde peste jumătate dintre speciile descrise; include drojdia de bere (*Saccharomyces cerevisiae)*, mucegaiul verde-albastru *(Penicillium notatum)*, dar și zbârciogii *(Morchella* sp.*)* și trufele *(Tuber* sp.*)*.

Basidiomycota: cuprinde cele mai vizibile ciuperci, deoarece includ majoritatea ciupercilor cu pălărie: ciupercile champignon din genul *Agaricus* și bureții din genul *Amanita*.

Zygomycota: mucegaiuri cu creștere rapidă pe substraturi bogate în zaharuri, cum este *Rhizopus stolonifer*, mucegaiul negru al pâinii.

Glomeromycota: formează micorize cu rădăcinile plantelor terestre (*Rhizophagus irregularis).*

Chytridiomycota: ciuperci acvatice primitive, unele patogene (*Batrachochytrium dendrobatidis*, ciupercă parazită a amfibienilor).

Există și grupuri minore (**Mucoromycota, Blastocladiomycota**) și fungi imperfecți (**Deuteromycetes)**, integrate în arborele evolutiv al ciupercilor, folosind secvențierea ADN și ARN).

Exemple de specii reprezentative:

Fig. 1

- *Agaricus bisporus* (Basidiomycota) (fig. 1): champignon – cea mai cultivată ciupercă comestibilă din lume, având un rol ecologic de descompunător saprofit al materiei organice.
- *Amanita muscaria* (Basidiomycota): buretele-mușchelor; o ciupercă emblematică, otrăvitoare, care stabilește o relație de simbioză (ectomicoriză) cu rădăcinile mesteacănului și ale coniferelor.
- *Saccharomyces cerevisiae* (Ascomycota): drojdia de bere; organism unicelular, utilizat pe scară largă în panificație și fermentație alcoolică; un important organism-model eucariot în biologia celulară și genetică.
- *Penicillium rubens* (Ascomycota): mucegaiul producător de penicilină; acționează ca un descompunător saprofit pe fructe, resturi vegetale, produse textile și alte substraturi organice.
- *Rhizopus stolonifer* (Mucoromycota): mucegaiul negru al pâinii; o specie saprofită caracterizată printr-o viteză de creștere foarte rapidă a miceliului.
- *Rhizophagus irregularis* (Glomeromycota): ciupercă endomicorizală esențială, care formează asocieri simbiotice cu peste 80% dintre speciile de plante terestre, ajutându-le să absoarbă eficient fosforul și apa din sol.
- *Armillaria ostoyae* (Basidiomycota): gheba-de miere sau „ciuperca uriașă”; miceliul unei singure clone poate acoperi sute de hectare subterane – unul dintre cele mai mari organisme vii de pe planetă ca suprafață și biomasă.
- *Ophiocordyceps unilateralis* (Ascomycota): „ciuperca zombie” parazitează furnicile și alte insecte, preluând controlul asupra sistemului lor nervos și modificându-le comportamentul pentru a-și favoriza propria sporulare.

Interacțiuni ecologice

Simbioză


Fig. 2

➔ **Lichenii** (fig. 2): reprezintă o simbioză între o ciupercă (Ascomycota sau Basidiomycota) și un partener fotosintetic (algă verde sau cianobacterie). Ciuperca oferă protecție, apă și minerale, iar fotobiontul furnizează zaharuri. Cercetările ultimilor ani au arătat că asociate acestei simbioze sunt și alte microorganisme (drojdii, bacterii), ceea ce duce la redefinirea acestora ca ecosisteme care se autosusțin.

Clasificare: în funcție de substrat, sunt saxicoli (trăiesc pe stânci), tericoli (pe sol), corticoli (pe scoarța copacilor) sau lignicoli (pe lemn în stare de putrefacție). După aspectul talului, se împart în crustoși, frunzoși, tufoși, gelatinoși și compuși (podețiali).

Exemple: *Cladonia rangiferina* (lichenul-renilor), *Xanthoria parietina* (lichenul galben-portocaliu), *Usnea* sp. (mătreața-bradului), *Rhizocarpon geographicum* (lichenul-geografic).

Rezistență extremă: lichenii sunt organisme extremofile, capabile să supraviețuiască deshidratării totale, temperaturilor extreme, de la -196°C la +80°C, radiațiilor UV intense și chiar vidului cosmic (fapt demonstrat prin experimente ale Agenției Spațiale Europene – ESA).

➔ **Micorizele** sunt simbioze mutualiste între hifele fungice și rădăcinile plantelor, conectând peste 90% dintre speciile terestre. Parteneriatul este reciproc avantajos: planta cedează fungului carbohidrați proveniți din fotosinteză, în timp ce rețeaua micelian – mult mai ramificată decât perișorii absorbanți – furnizează plantei apă, fosfor și azot greu accesibile. În funcție de penetrarea celulară, se împart în două tipuri:


Fig. 3

1. Ectomicorize (fig. 3): ciuperca formează un înveliș dens (manta) în jurul rădăcinii și pătrunde doar în spațiile dintre celulele cortexului radicular, fără a perfora membrana celulară. Este specifică arborilor forestieri (stejari, fagi, conifere), fiind realizată de ciuperci cunoscute, precum hribii, bureții, gălbiorii sau trufele.

2. Endomicorize: ciuperca pătrunde direct în celulele rădăcinii, perforând peretele celular (dar nu și membrana) și formând structuri ramificate microscopice pentru schimbul de nutrienți. Este cea mai răspândită formă (peste 75% dintre plante, inclusiv cereale și legume), fiind realizată de genuri precum *Glomus* sau *Gigaspora*.

Importanța ecologică („web-ul pădurii”)

Micorizele sporesc rezistența plantelor la secetă, filtrează metalele grele și protejează rădăcinile de agenți patogeni (bacterii dăunătoare, nematozi). De asemenea, prin această rețea subterană uriașă, arborii interconectați pot transfera nutrienți către puieții de la umbră sau pot transmite semnale chimice de avertizare, în caz de atac al dăunătorilor (încep să producă substanțe chimice care fac frunzele amare sau toxice pentru dăunători).

Parazitism

Spre deosebire de ciupercile simbiotice, **ciupercile parazite** trăiesc pe seama altor organisme vii, hrănindu-se cu substanțele lor organice și provocându-le îmbolnăvirea sau moartea.

Paraziți ai insectelor (*Ophiocordyceps*): numite și „ciuperci zombie”, acestea pătrund în corpul insectelor (furnici) și le controlează sistemul nervos. Obligă victima să urce pe o plantă și să moară acolo, poziție ideală de unde ciuperca își va răspândi sporii.


Fig. 4


Fig. 5

Paraziți în agricultură și silvicultură: cornul-secarei (*Claviceps purpurea*) (fig. 4) înlocuiește boabele de secară cu formațiuni negre, dure, în formă de corn. Tăciunele-porumbului (*Ustilago maydis*) (fig. 5) transformă boabele de porumb în tumori pline cu praf negru (sporii ciupercii). Gheba-de-miere (*Armillaria mellea*) și iasca-de-fag (*Fomes fomentarius*) atacă arborii vii, degradându-le lignina și celuloza din interiorul trunchiului, până când acesta se prăbușește.

Paraziți ai oamenilor (produc micoze): *Candida albicans* este o drojdie oportunistă care trăiește în corp, fără să fie patogenă. În cazul unui sistem imunitar slăbit sau după un tratament prelungit cu antibiotice, poate deveni patogenă, se înmulțește necontrolat și provoacă candidoze (la nivelul gurii, pielii sau sistemului digestiv). Ciupercile din genul *Trichophyton* sunt ciuperci microscopice care se hrănesc cu keratina din piele, unghii și păr, provocând afecțiuni precum „piciorul de atlet” (micoza piciorului) sau pecinginea (micoza trunchiului și membrelor) și micozele scalpului.

Concluzie

De la drojdiile microscopice pe care le folosim pentru a face pâine până la ciupercile gigantice care cresc sub pământ, fungii reprezintă un „motor” secret al naturii: reciclatori, simbionți, paraziți. Diversitatea lor este studiată pentru a găsi soluții ecologice la problemele de mediu actuale. Protejarea ciupercilor înseamnă, de fapt, protejarea proceselor fundamentale ale naturii.

Știai că?

- Lichenii (*Xanthoria elegans* și *Circinaria gyrosa*) au fost expuși timp de 18 luni pe platformele externe ale ISS la vid cosmic și atmosfere marțiene simulate, confirmând adaptabilitatea lor la condiții extreme.
- În horticultura și agricultura modernă, ciupercile micorizice sunt folosite în mod specific ca „îngrășământ organic” și aditiv pentru sol, astfel că la plantare poți adăuga pulberea pentru a le accelera creșterea și a le spori rezistența împotriva schimbărilor climatice.
- Genul *Beauveria*, care infectează o gamă largă de insecte dăunătoare, este folosit pe scară largă în agricultura ecologică drept insecticid biologic, deoarece ucide insectele fără a polua solul.
- Cornul-secarei conține alcaloizi extrem de toxici (derivați de acid lizergic); în Evul Mediu, consumul de pâine făcută din secară contaminată provoca boala numită *ergotism*, caracterizată prin halucinații intense și necroza membrelor.

Aplicații

1. Investigarea „inteligenței” biologice fără creier

Enunț: Ciupercile au o capacitate uimitoare de a găsi cea mai scurtă rută între resursele de hrană, reducându-și astfel la minimum consumul de energie.

Provocare: Documentează-te, folosind resurse online sigure (articole științifice sau clipuri educaționale) și explică cum circulă și cum se coordonează semnalele bioelectrice sau chimice printr-o rețea micelială gigantică, în absența unui sistem nervos central (termeni-cheie de rezolvare: *flux citoplasmatic*, *potențiale de acțiune similare celor neuronale* și *rețele de transport asimetrice*).

2. Eseu – *Simbioza în era încălzirii globale*

Enunț: În contextul schimbărilor climatice actuale (secetă prelungită, deșertificare, creșterea temperaturilor globale), relațiile din ecosisteme sunt profund afectate.

Sarcină: Redactează un minieseu, de 10-15 rânduri, în care să analizezi următoarea problemă:

Cum va fi redefinită coevoluția dintre arbori și ciupercile lor simbionte (micorizele) în fața acestor provocări de mediu?

Puncte de reper în analiză: Consideri că această dependență va deveni mai strânsă pentru supraviețuirea pădurilor sau, dimpotrivă, stresul climatic va duce la ruperea acestor parteneriate milenare? Argumentează!

APLICAȚIE PRACTICĂ

Demonstrarea experimentală a influenței temperaturii și suportului nutritiv asupra fermentației la drojdia de bere; utilizări în biotehnologii

➔ **1. Demonstrează influența suportului nutritiv asupra fermentației alcoolice.**

Materiale necesare: 4 sticle de plastic de 500 ml, 4 baloane identice, apă călduță (35°C), drojdie de bere proaspătă/uscată, substraturi: zaharoză (zahăr tos), glucoză (miere/suc), amidon (făină sau amidon de cartofi), îndulcitor artificial (aspartam sau stevia).

Procedură:

1. Pune aceeași cantitate de drojdie (de exemplu, 5 g din fiecare) în 4 căni de apă călduță.
2. Pregătește 4 sticle numerotate, punând în fiecare 150 ml de apă caldă și nutrientul respectiv (2 linguri):
   - **Sticla 1:** glucoză (monozaharid);
   - **Sticla 2:** zaharoză (dizaharid);
   - **Sticla 3:** amidon (polizaharid);
   - **Sticla 4:** îndulcitor (fără carbohidrați).
3. Toarnă soluția de drojdie în fiecare sticlă, agită și sigilează imediat gura cu un balon.

Rezultate așteptate:

1. Sticlele 1 și 2: Baloanele se umflă rapid (glucoza este disponibilă imediat; zaharoza este descompusă rapid de enzima *invertază* = *zaharaza* de drojdie).

2. Sticla 3: Balonul se umflă foarte încet sau deloc (drojdia nu are suficientă amilază pentru a descompune rapid amidonul).

3. Sticla 4: Fără umflare (îndulcitorii nu pot fi fermentați, deoarece au legături chimice rezistente la atacul enzimatic al drojdiilor).

Aplicație în biotehnologie: producția de bioetanol (combustibil verde) este o industrie aflată permanent în căutarea unor tulpini de drojdie modificate genetic (OMG), capabile să fermenteze direct amidonul sau celuloza (deșeuri agricole, paie), pentru a produce combustibil, eliminând necesitatea adăugării costisitoare de enzime externe în procesul de producție.

➔ **2. Demonstrează modul în care temperatura influențează activitatea cinetică a enzimelor (până la denaturarea lor).**

Materiale necesare: 4 sticle, 4 baloane, mediu nutritiv (apă + zaharoză), 4 medii la temperaturi diferite.

Procedură:

Prepară 4 amestecuri identice în 4 sticle: 150 ml de apă + 2 linguri de zahăr + 5 g de drojdie.

Fixează baloanele și așază imediat sticlele în următoarele medii timp de 30 de minute:

- **Sticla 1 (gheață/frigider):** ~4°C;
- **Sticla 2 (temperatura camerei):** ~20°C;
- **Sticla 3 (bain-marie cald):** ~37°C (Temperatura optimă);
- **Sticla 4 (apă clocotită):** >70°C.

Rezultate așteptate:

La 4°C: producție de gaz absent/foarte mică (enzimele „adormite” din cauza energiei cinetice scăzute).

La 20°C: producție moderată și constantă.

La 37°C: producție maximă de CO_2, balonul se umflă rapid (t^o optimă pentru enzimele de drojdie).

La >70°C: fără umflare; căldura excesivă rupe legăturile slabe din proteine, denaturând ireversibil enzimele și distrugând celulele de drojdie.

Aplicație în biotehnologie

➔ **Optimizarea bioreactorului:** în procesele industriale (de exemplu, producția de bere, de vin sau produse farmaceutice cu drojdie), controlul precis al temperaturii este vital; o eroare de câteva grade poate opri producția sau distruge cultura celulară, rezultând pierderi economice enorme.

➔ **Industria de panificație:** timpii de dozare și temperaturile de dospire sunt esențiale pentru a asigura standarde de calitate constante și o consistență perfectă a glutenului în pâine și în produsele de patiserie.

10. Plante

Termeni-cheie:

plastid, amidon, fotosinteză, rădăcină, tulpină, frunze, flori, semințe, spori.

În clasificarea modernă, algele verzi, algele roșii și plantele terestre aparțin unui grup vast numit **Archaeplastida**. Acest grup are o origine comună – acum peste un miliard de ani, un organism eucariot a „capturat" o cianobacterie, dând naștere primului **plastid** (strămoșul cloroplastelor). Se consideră că toate liniile descendente din acest organism ancestral aparțin regnului vegetal în sensul cel mai larg.

Caracteristici generale

Plantele sunt organisme eucariote, majoritatea pluricelulare, autotrofe, fotosintetizatoare. Celula are un **perete celular** rigid format din celuloză (cu unele excepții la alge) și **cloroplaste**, organite care conțin clorofilă, unde are loc fotosinteza, și vacuole centrale mari pentru menținerea presiunii de turgescență. **Ciclul de viață** (cu unele excepții la alge) este caracterizat prin alternarea generațiilor între un stadiu haploid (gametofit) și un stadiu diploid (sporofit). Rezerva energetică este reprezentată de **amidon** (rodamidon la algele roșii). Spre deosebire de animale, viețuitoare „mișcătoare", plantele sunt „sedentare", fiind fixate de substrat. Plantele vasculare prezintă **rădăcină**, cu rol de fixare și absorbție de apă și minerale, **tulpină**, suport pentru frunze, fructe și transport al apei și al nutrienților și **frunze**, locul principal al fotosintezei și al schimbului de gaze.

Mediu și adaptare

Plantele au colonizat aproape fiecare parte a globului, adaptându-se la diverși factori din mediu. Cel terestru este cel mai comun habitat, adaptările incluzând cuticule ceroase pentru a preveni pierderea apei și stomate pentru schimbul de gaze și transpirație. Plantele acvatice, **hidrofite** (precum otrățelul-de-baltă), s-au adaptat prin reducerea sistemului radicular, iar cele adaptate la uscăciune, **xerofitele** din deșert (cum sunt cactușii) au tulpini suculente care stochează apa și spini în loc de frunze pentru a reduce transpirația. Există și plante **epifite** (orhideele) care cresc pe alte plante, fără a fi parazite, pentru a ajunge la lumina soarelui în pădurile tropicale, foarte dense.

Funcții vitale

Pentru a supraviețui și a se reproduce, plantele îndeplinesc mai multe procese fiziologice esențiale, specifice. Principalul este **fotosinteza**, procesul de conversie a energiei luminoase în energie chimică și **respirația**, proces prin care plantele consumă oxigen pentru a descompune glucoza. **Circulația** este procesul prin care apa și mineralele sunt transportate de la rădăcini la frunze prin xilem (lemn), iar substanțele organice din frunze sunt distribuite în corpul plantei prin floem (liber). **Transpirația** asigură eliminarea apei la nivelul frunzelor, formând un deficit ce determină absorbția și circulația apei. **Reproducerea** se realizează asexuat (vegetativ: prin stoloni, bulbi, tuberculi, butași și prin spori) sau sexuat , în urma fecundației formându-se zigotul.

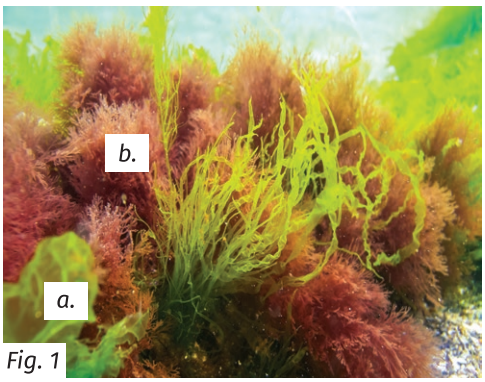


Fig. 1

Reprezentanți

Alge verzi (Chlorophyta – fig. 1. a) sunt cele mai apropiate rude ale plantelor terestre, având în comun cu acestea caracteristici fundamentale: fotosinteza, amidon în interiorul plastidelor, celule cu perete celular ce conține celuloză. Folosesc în principal **clorofila a** și **b**, care le conferă culoarea verde. Populează ape dulcicole, marine (câteva specii), iar unele trăiesc în medii terestre umede.

Algele roșii (Rhodophyta – fig. 1. b) sunt înrudite cu plantele terestre, deoarece au cloroplaste provenite din aceeași endosimbioză primară. Totuși, ele folosesc pigmenți diferiți (**ficoeritrina**) care le conferă culoarea caracteristică și le permit să capteze lumina la adâncimi mai mari. Sunt aproape exclusiv **marine** și preferă apele calde și adânci (la peste 200 metri adâncime).

Plantele se clasifică, în principal, în funcție de prezența vaselor conducătoare și a modalității de înmulțire.

Grup	Caracteristici	Exemple
Briofite (fig. 2)	– nu au vase conducătoare și nici organe adevărate, ci au rizoizi, tulpinițe și frunzulițe, fiind **talofite**; se înmulțesc prin spori.	mușchiul de pământ (*Polytrichum commune)*, mușchiul de turbă (*Sphagnum* sp.)
Pteridofite (fig. 3)	– au vase conducătoare (sunt vasculare); – au organe vegetative adevărate (rădăcini adventive, rizom – tulpină subterană sau supraterană, frunze compuse), fiind **cormofite**; – nu au semințe, se reproduc prin spori.	feriga comună (*Dryopteris filix-mas)*, coada-calului (*Equisetum arvense)*, feriga-de-Boston (*Nephrolepis exaltata)*
Gimnosperme (fig. 4)	– cormofite vasculare lemnoase (arbori și arbuști); – au frunze aciculare sau solziforme persistente și canale cu rășină, fiind denumite și rășinoase; – prezintă structuri reproducătoare numite conuri: masculine, de obicei mai mici, și feminine, de obicei mai mari; produc semințe „libere”, nu formează fructe.	molid (*Picea abies)*, pin (*Pinus sylvestris)*, brad (*Abies alba*), arborele-pagodelor (*Ginkgo biloba)*, palmier-de-Sago (*Cycas revoluta*)
Angiosperme	Sunt cormofite vasculare, cu flori și semințe închise în fruct. Ele pot fi: ● **dicotiledonate** (fig. 5) – sămânța are două cotiledoane (depozitează substanțe de rezervă pentru hrănirea embrionului); – au: rădăcină pivotantă, frunze cu nervuri ramificate, elemente florale (sepale și petale) după tipul 4 sau 5 și multipli.	măceș *(Rosa canina)*, salcâm (*Robinia pseudoacacia*), măr (*Malus pumila*), cartof (*Solanum tuberosum)*, floarea-soarelui (*Helianthus annuus)*
	● **monocotiledonate** (fig. 6) – sămânța are un cotiledon; – au: rădăcină fasciculată, frunze cu nervuri paralele sau arcuate, floarea cu tepale (petale și sepale la fel) după tipul 3 sau multipli de 3.	grâu (*Triticum* sp.), porumb (*Zea mays)*, ceapă *(Allium cepa)*, lalea *(Tulipa* sp.), stânjenel (*Iris* sp.)


Fig. 2


Fig. 3


Fig. 4


Fig. 5


Fig. 6

Importanța în ecosisteme

Plantele reprezintă fundamentul vieții pe Pământ, deoarece sunt capabile să transforme, în prezența luminii, substanțele anorganice în materie organică și oxigen. Producând hrană, reprezintă categoria trofică a producătorilor primari din ecosisteme, situându-se la baza lanțurilor și a piramidelor trofice. Producând oxigen, permit respirația aerobă, caracteristică majorității viețuitoarelor.

De asemenea, plantele fixează solul cu ajutorul rădăcinilor, reducând eroziunea și fertilizează solul prin prin resturile lor vegetale, după descompunere. Intervin în circuitul apei în natură și constituie adăpost pentru animale, dar și locuri de reproducere (cuiburi ale păsărilor, ouă ale insectelor).

Gândește critic!

Plantele cresc și se dezvoltă, ca orice organism viu. Dacă o plantă se află la umbra alteia, ce opțiuni de supraviețuire are?

Dacă vrei să știi mai mult!

- Plantele prezintă în ciclul lor de dezvoltare două generații care alternează: **gametofitul** care produce gameții și **sporofitul** care produce spori, ce dau naștere direct gametofitului. La mușchi, generația verde (covorul de mușchi) este gametofitul dominant, independent, iar sporofitul este redus și trăiește pe gametofit. La ferigi, sporofitul devine dominant (planta propriu-zisă), iar gametofitul redus are viață foarte scurtă (dispare după ce planta s-a fixat în sol). Adaptarea plantelor la mediul terestru a dus la reducerea progresivă a gametofitului, care la plantele cu flori este extrem de redus și dependent, fiind reprezentat de structuri microscopice implicate în reproducere (grăunciorul de polen și sacul embrionar), cu rol în protejarea materialului genetic de uscăciune și radiații UV și în asigurarea unei reproduceri eficiente. **Floarea** conține stamine (partea masculină) și pistil (partea feminină, cu ovule). Grăunciorul de polen reprezintă gametofitul bărbătesc, la nivelul căruia se formează gameții masculini imobili (spermatiile). Ovulul adăpostește gametofitul femeiesc, unde se diferențiază gametul feminin (oosfera). Grăuncioarele de polen sunt transportate de la stamine la pistil de către vânt, insecte sau alte animale, proces numit polenizare.

Concluzie Plantele sunt organisme autotrofe esențiale pentru menținerea vieții pe Pământ, prin furnizarea hranei și oxigenului celorlalte viețuitoare. Se disting prin structura lor celulară cu pereți rigizi și cloroplaste cu clorofilă. Deși majoritatea sunt fixate de substrat, au dezvoltat forme și strategii de reproducere variate, adaptându-se în orice loc pe Terra.

Știai că?

- **Caragenanul** – E 407 (agent de îngroșare și stabilizator în industria alimentară și în cosmetică) ca și **agar-agarul** – E 406 (înlocuitor vegetal pentru gelatină, dar și mediu de cultură în microbiologie) sunt extrași din unele alge roșii.
- Algele coraline (un tip de alge roșii care depun carbonat de calciu) sunt esențiale pentru construirea recifelor de corali, furnizând „lipiciul" biologic care susține structura recifului.

Aplicații

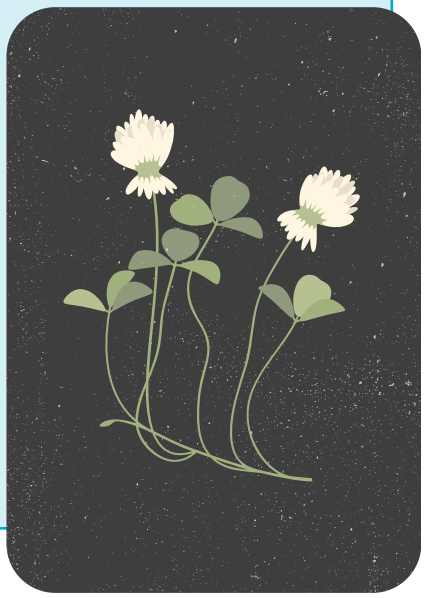
1. Utilizează aplicațiile digitale (*iNaturalist, PlantNet*) pentru identificarea a nouă specii de plante, din parc sau din grădina școlii, la alegere! Compară rezultatele cu ale colegilor de clasă. *iNaturalist* te va apropia de natură!

2. Realizează un ierbar cu reprezentanți ai speciilor identificate, inclusiv cu denumire științifică și informații despre habitatul și utilizarea lor de către om.

Detalii privind regulile de întocmire a unui ierbar găsești la pagina 145.

FIȘĂ
Realizarea unui IERBAR

- recoltează plantele în zile însorite, deoarece plantele umede pot să mucegăiască;
- planta trebuie să fie completă (cu rădăcină, tulpină, frunze, flori și, dacă există, fructe/semințe); rădăcina se curăță bine de pământ;
- dacă planta nu conține toate componentele, poți desena sau adăuga o fotografie cu acestea;
- alege exemplare sănătoase, care nu sunt atacate de dăunători;
- planta se așază între coli de hârtie absorbantă (hârtie de filtru sau ziar vechi); ai grijă să întinzi bine frunzele; cel puțin una trebuie să fie cu fața în jos pentru a arăta și partea inferioară a acesteia;
- plantele se presează sub o greutate considerabilă (teancuri de cărți);
- în primele zile, hârtia trebuie schimbată zilnic (sau la două zile) pentru a elimina umiditatea absorbită și a preveni înnegrirea plantei;
- pentru fixare se folosesc coli de carton alb sau hârtie mai groasă, iar lipirea se face cu puncte discrete de adeziv; planta se montează central, lăsând colțul din dreapta jos liber pentru etichetă;
- eticheta trebuie să conțină: **denumirea populară și cea științifică** (în latină); **locul recoltării, data recoltării, numele celui care a colectat planta.**



Nu recolta plante ocrotite prin lege sau pe cele din rezervațiile naturale.

11. Diversitatea plantelor

Termeni-cheie:

importanță ecologică și economică, adaptări xerofite și epifite, intensificare ecologică.

Diversitatea plantelor asigură existența vieții pe Pământ, nefiind vorba doar de numărul mare de specii, ci de rețelele complexe de comunicare, de cele mai multe ori invizibile, cu celelalte viețuitoare, interrelații care asigură existența și funcționarea majorității ecosistemelor. În ciuda faptului că nu se deplasează, plantele nu sunt organisme pasive, ci, dimpotrivă, foarte active, dezvoltând strategii sofisticate de adaptare.

Specii reprezentative cu importanță ecologică și economică

Plantele au roluri diferite, unele reprezintă fundamentul biomilor prin rolul lor de producători primari din ecosisteme, pe când altele au o importanță economică deosebită. Fiecare grup de plante are propriile specii care prezintă fie o importanță ecologică, fie una economică deosebită. Iată câteva exemple.

Grup de plante	Exemplu	Rol ecologic	Rol economic
Briofite (Mușchi)	*Sphagnum* sp.	Formarea turbăriilor și reglarea ciclului apei prin capacitatea mare de retenție a acesteia	Horticultură și agricultură; combustibil, sursă de biomasă
Gimnosperme (Conifere)	Molidul (*Picea abies*)	Producția de oxigen, previne eroziunea solului, absoarbe mari cantități de CO_2	Industria lemnului, construcții, celuloză și hârtie, produse farmaceutice
Angiosperme – dicotiledonate lemnoase	Fagul *(Fagus sylvatica)*	Fertilitatea solului, adăpost pentru animale	Industria mobilei, construcții, încălzire locuințe, fitoterapie
	Stejarul *(Quercus* sp.*)*	Habitat pentru animale; ciclul apei, formarea solului	Construcții, mobilă, fitoterapie
Angiosperme – dicotiledonate ierboase Leguminoase	Trifoi *(Trifolium* sp.*)*	Fertilizarea naturală a solului prin fixarea azotului datorită simbiozei cu bacteriile fixatoare de azot, care trăiesc în nodozitățile rădăcinilor	Furaj pentru ovine, cabaline, plantă meliferă, fitoterapie
	Soia *(Glycine max.)*		Hrană pentru animale și oameni, sursă de biocombustibili
Angiosperme – monocotiledonate ierboase Cereale	Grâu *(Triticum* sp.*)*	Baza lanțurilor trofice din agroecosistemele terestre	Cea mai importantă sursă de hrană pentru om, dar și pentru animale
	Orez (*Oryza sativa*)	Susține biodiversitatea, dar cultivarea lui are și un impact ecologic negativ prin consum mare de apă, poluarea apei și a solului cauzată de pesticide etc.	Un aliment de bază pentru populația lumii și industria alimentară

Adaptări și interacțiuni

Plantele au o mare capacitate de adaptare la condițiile de mediu, prin modificări de aspect, structură și funcție. Aveți în minte ce se întâmplă, de pildă, pe parcursul anului cu un salcâm, cireș sau măceș din curtea casei sau din fața blocului.

- Adaptări **xerofite** (în deșertul uscat): reducerea suprafeței frunzelor, acoperirea lor cu un strat de ceară (fig. 1) și transformarea lor în spini pentru a limita transpirația, prezența tulpinilor suculente care stochează apa (cactușii – fig. 2).
- Adaptări **epifite** (în pădurea tropicală): plante precum orhideele cresc pe alți copaci pentru a ajunge la lumină, dar nu îi parazitează (fig. 3).


Fig. 1


Fig. 2


Fig. 3

- Simbioza cu ciupercile, asociație în care acestea facilitează absorbția nutrienților de către rădăcini, în timp ce plantele furnizează zaharuri ciupercilor.
- Relația dintre o plantă și un polenizator (cum ar fi o albină) este un exemplu clasic de beneficiu reciproc.
- Apărare: multe plante produc metaboliți secundari (cum ar fi nicotina sau taninurile) pentru a respinge erbivorele care le-ar putea consuma.

Comunicarea între plante

Plantele pot emite semnale chimice ca răspuns la stresul din mediu sau la atacul insectelor (de exemplu, emit compuși volatili pentru a alerta plantele vecine). Unele semnale chimice sunt transmise prin rețele micorizale cu ciupercile, permițând plantelor să facă schimb de informații despre apărarea sau condițiile de mediu, așa cum am prezentat la lecția despre diversitatea fungilor.

Plantele comunică constant prin două canale principale, semnale chimice și ciupercile partenere.

➔ **1. Semnale chimice volatile (aeriene)**

Când o plantă este atacată de dăunători (omizi), ea emite compuși organici volatili. Aceștia alertează frunzele din jur și plantele vecine, stimulându-le să producă substanțe de apărare (taninuri, toxine) sau să atragă prădătorii naturali ai dăunătorilor (viespi parazitoide).

➔ **2. Rețeaua subterană de micorize**

Simbioza dintre hifele ciupercilor și rădăcini formează o rețea prin care „copacii-mamă” trimit nutrienți lăstarilor tineri din umbră. De asemenea, moleculele de avertizare circulă rapid prin hife, permițând declanșarea unui răspuns imun coordonat la nivelul întregii comunități vegetale.

Intensificarea ecologică în agricultura modernă

Agricultura actuală trece de la utilizarea masivă a pesticidelor la activarea sistemelor proprii de apărare ale plantelor (intensificare ecologică), valorificând aceste canale de comunicare prin:

- **„Vaccinarea" culturilor**

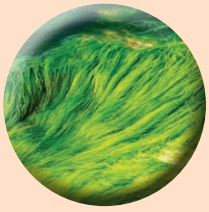
Tratarea plantelor cu substanțe naturale de avertizare. Planta își activează preventiv apărarea (îngroașă pereții celulari, mărește secreția de tanin) și este deja pregătită când apare dăunătorul real.

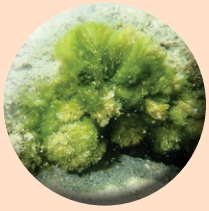
- **Alarme aeriene naturale:** intercalarea unor specii foarte sensibile în cultura principală, care detectează primele atacul și alertează rapid restul câmpului.
- **Optimizarea rețelelor micorizice:** menținerea unui sol viu permite plantelor dintr-un capăt al lanului să le avertizeze prin rețeaua subterană pe celelalte despre atacuri (de exemplu, de afide). În plus, miceliul aduce apă, fosfor și azot de la distanțe mari, reducând nevoia de îngrășăminte chimice.
- **Rotația diversificată a culturilor:** monocultura blochează rețelele de comunicare. Rotația corectă folosește alelopatia: anumite culturi lasă în sol compuși chimici naturali care împiedică germinarea buruienilor în anul următor.

Concluzie Diversitatea plantelor asigură aerul pe care îl respirăm, hrana și medicamentele, protejând în același timp natura împotriva bolilor și a schimbărilor climatice. Fiecare specie contează, deoarece o planetă cu plante diverse este o planetă stabilă, rezistentă și capabilă să susțină viața pe termen lung.

Știai că?

- *Ginkgo biloba* este una dintre cele mai vechi plante de pe Pământ, o adevărată „fosilă vie". Apărută probabil acum aproximativ 250 de milioane de ani, este incredibil de rezistentă la poluare.
- Mangrovele trăiesc în ape sărate și mâloase, cu puțin oxigen. Pentru a respira, au dezvoltat pneumatofore, rădăcini speciale care cresc în sus și ies din apă ca niște tuburi, absorbind aerul din atmosferă.
- Când iarba este tăiată sau călcată în picioare, eliberează un miros tipic foarte intens. Pentru noi este mirosul verii, dar pentru plantă este un adevărat strigăt chimic de alarmă (*Green Leaf Volatiles*) pentru a activa apărarea sau a atrage insecte prădătoare care o protejează de orice dăunători.





Aplicații

1. Observații macroscopice și microscopice ale algelor

Materiale: Mostre de *Spirogyra* sp., *Cladophora* sp. (alge verzi) și *Ceramium rubrum* (alge roșii).

Activitate: Sub microscop, observă structura filamentoasă și caracteristicile celulare: prezența cloroplastelor în formă de spirală la *Spirogyra*; ramificarea la *Cladophora*; celulele cu pigmenți roșii la *Ceramium*.

Descrie diferența vizibilă cu ochiul liber între algele verzi și cele roșii.

2. Investigarea derivatelor algale importante din punct de vedere practic

Cercetare independentă asupra produselor comerciale care conțin agar și caragenan

a. Identifică cel puțin două produse alimentare sau cosmetice care conțin aceste derivate.

b. Explică funcția lor (de exemplu, agent de gelificare, agent de îngroșare).

c. Documentează cu fotografii sau etichete (dacă este posibil).

DIVERSITATEA ȘI CONSERVAREA LUMII VII

◆ **Arborele vieții:** diagramă filogenetică a evoluției organismelor înrudite

◆ Sistemul actual de clasificare, împarte viața în **3 domenii (*BACTERIA, ARCHAEA, EUKARYA*)** și mai multe **regnuri**, **încrengături, clase, ordine, familii, genuri și specii.**

1. Domeniile BACTERIA și ARCHAEA (Procariote – celule fără nucleu)

Caracteristici: unicelulare cu structură simplă, pot avea flageli, se reproduc asexuat

- ***Bacteria*:** trăiesc în medii variate, au perete celular cu peptidoglican, saprofite (lactice), parazite (patogene), autotrofe (cianobacterii), simbionte
- ***Archaea*:** trăiesc în medii extreme, perete celular fără peptidoglican, nutriție prin chemosinteză (metanogene, halofile)

2. Domeniul EUKARYA (Eucariote – celule cu nucleu)

- **Protozoare –** unicelulare, majoritatea heterotrofe, de obicei mobile, libere sau parazite, cu impact asupra ecosistemelor și sănătății umane
  - Rizopode – au pseudopode (amiba, foraminiferi, radiolari)
  - Flagelate – au flageli (euglena, giardia, *Codonosiga*, *Proterospongia*)
  - Sporozoare – formează spori de rezistență (plasmodiul malariei, babesii, coccidii)
  - Ciliate – au cili (parameciul, *Vorticella*, *Stentor*)
- **Chromista –** organisme acvatice, variate, libere sau parazite, fotoautotrofe și heterotrofe
  - Diatomee, alge brune, alge aurii, oomicete (mucegaiuri acvatice)
- **Fungi –** miceliu format din hife, perete celular chitinos, heterotrofe saprofite și parazite
  - Drojdii: drojdia de bere (*Saccharomyces cerevisiae)*
  - Mucegaiuri: mucegaiul verde-albastru *(Penicillium notatum)*
  - Ciuperci cu pălărie: pălăria-șarpelui, bureții (*Amanita*), champignon *(Agaricus)*
  - Ciuperci parazite: produc micoze (rugini, tăciuni, dermatomicoze etc.)
    - **Lichenii –** simbioză între o ciupercă și o algă verde sau cianobacterie, la care sunt asociate și alte microorganisme (drojdii, bacterii); lichenul-renilor
- **Plante –** autotrofe fotosintetizatoare, perete celular celulozic; sursă de hrană și oxigen pentru viețuitoare
  - Alge verzi (*Spirogyra)*, alge roșii (*Ceramium*), briofite (mușchiul-de-pământ, mușchiul-de-turbă)
  - Ferigi: au organe vegetative, se înmulțesc prin spori (feriga-comună, coada-calului)
  - Gimnosperme: lemnoase, cu frunze aciculare, semințe „libere” și rășină (molid, brad, pin)
  - Angiosperme: ierboase și lemnoase, au flori și semințe închise în fruct
    - dicotiledonate: sămânța cu două cotiledoane (măceș, salcâm, cartof, floarea-soarelui)
    - monocotiledonate: sămânța cu un cotiledon (grâu, porumb, ceapă, lalea, stânjenel)

I. A. Completează spațiile libere din afirmația următoare, astfel încât aceasta să fie corectă.

Pentru a înțelege ..... organismelor și relațiile dintre ele, biologii folosesc ..... vieții, o diagramă ..... ce ilustrează modul în care organismele sunt ..... și au evoluat în timp.

B. Numește două din cele trei domenii ale vieții. Asociază fiecare domeniu ales cu câte două caracteristici principale.

C. Alege un singur răspuns corect dintre variantele propuse.

1. Taxonul care reprezintă unitatea de bază a clasificării biologice este:
a. domeniul;
b. clasa;
c. specia;
d. regnul.

2. Formă sferică au următoarele bacterii, cu excepția celor de tip:
a. diplococi;
b. streptobacilli;
c. streptococi;
d. stafilococi.

3. Arheele metanogene și halofile:
a. au membrană celulară de tip bacterian;
b. sunt patogene;
c. conțin peptidoglican în peretele celular;
d. sunt procariote.

4. Microbiomul:
a. este un ansamblu de bacterii patogene;
b. reprezintă o simbioză întâlnită la plante;
c. face parte din piramida trofică;
d. influențează imunitatea și ajută digestia.

D. Adevărat sau fals? Scrie litera **A** pentru enunțurile corecte și litera **F** pentru cele false. Modifică parțial afirmația pe care o consideri falsă, pentru ca aceasta să devină adevărată.

1. Archaea prezintă adaptări biochimice care le permit să supraviețuiască în condiții extreme de temperatură, salinitate sau lipsă de oxigen.
2. Protozoarele sunt eucariote pluricelulare care folosesc flageli, cili sau pseudopode pentru a se deplasa.
3. Algele brune conțin ca pigmenți asimilatori doar clorofila **c** și fucoxantina.

II. 1. Fungii reprezintă un grup biologic deosebit, divers, numit uneori „regatul ascuns”, deoarece majoritatea ciupercilor nu sunt vizibile.

a. Numește două grupe de ciuperci și câte un reprezentant din fiecare.

b. Explică afirmația următoare: „Ciupercile sunt diferite de plante și de animale, motiv pentru care fac parte dintr-un grup separat, chiar dacă în trecut au fost studiate alături de plante”.

c. Construiește două enunțuri afirmative, utilizând limbajul științific adecvat și informații referitoare la următoarele conținuturi: **chitină** și **miceliu**.

2. Plantele sunt organisme autotrofe fără de care nu ar exista viața pe Pământ.

a. Numește doi reprezentanți ai gimnospermelor și precizează pentru fiecare câte o caracteristică.

b. Scrie un argument în favoarea afirmației următoare: „Angiospermele sunt cele mai răspândite și evoluate plante de pe Pământ, dominând aproape toate ecosistemele terestre".

c. Alcătuiți un minieseu (4-5 fraze), intitulat „Importanța plantelor în ecosisteme", folosind conținuturile științifice din manual.

III. A

1. Găsește intrusul și motivează răspunsul:

a. BACTERII → *Lactobacillus* → perete celular din peptidoglican;

b. PROTOZOARE → *Paramecium* → deplasare cu ajutorul cililor;

c. FUNGI → *Drojdia de bere* → organism pluricelular filamentos;

d. PLANTE → *Bradul* → sămânță „liberă" (neînchisă în fruct).

2. Trei dintre următoarele organisme au o particularitate funcțională comună. Identifică organismul care NU aparține grupului. Motivează răspunsul.

a. *Salmonella*;

b. *Plasmodium malariae*;

c. *Agaricus bisporus*;

d. *Claviceps purpurea*.

B. În textul de mai jos există două afirmații greșite din punct de vedere biologic. Identifică termenii incorecți și scrie varianta corectă pentru fiecare.

„Pe stâncile golașe, lichenii (1), organisme formate prin simbioza dintre o ciupercă și o algă sau o cianobacterie, încep procesul de formare a solului. În locurile umbrite apar mușchii (2), plante avasculare care folosesc rădăcini adânci pentru absorbția apei. Pe resturile organice din sol se dezvoltă ciupercile (3), care realizează o nutriție heterotrofă de tip saprofit. Uscatul este dominat însă de gimnosperme (4), care au semințele protejate în interiorul fructului, și de angiosperme (5), plante cu flori care prezintă o mare diversitate de forme."

Notă: Total puncte (**I., II., III.**) + puncte din oficiu = 90 p. + 10 p. = **100 de puncte**

Punctaj acordat: I. A. 1 p. x 4 = 4 p.; **B.** (1 p. + 2 p.) x 2 = 6 p.; **C.** 2 p. x 4 = 8 p.; **D.** (2 p. x 3) + (2 p. x 2) = 10 p. **(28 p.)**/ **II. 1.** a. 6 p.; **b.** 4 p.; **c.** 8 p.; **2. a.** 6 p., **b.** 4 p., **c.** 10 p. **(38 p.)/III. A. 1.** 8 p.; **2.** 8 p.; **B.** 8 p. **(24 p.)**

12. Animale nevertebrate

Termeni-cheie:

nevertebrate, spongieri, celenterate, viermi, moluște, artropode.

Ce ai în comun cu un tardigrad rezistent în vidul spațial, cu meduza care reîntinerește sau cu crevetele-manto ce lovește cu viteza unui glonț? Dincolo de „superputerile" lor, împărțiți aceleași mecanisme celulare, fiind rude pe arborele evolutiv al vieții. Pregătiți să vă descoperiți locul în rețeaua biodiversității?

Animalele sunt organisme pluricelulare care, în funcție de absența sau de prezența coloanei vertebrale, sunt grupate în nevertebrate și vertebrate.

Mediul de viață

Foarte adaptabile, trăiesc în apă dulce sau sărată (spongieri, celenterate, moluște), în sol (viermi), pe uscat (insecte, arahnide) sau ca paraziți, în interiorul altor organisme. Pot fi fixate (sesile) pe substrat (spongieri, corali), libere, târâtoare (viermi), înotătoare (cefalopode) sau zburătoare (insecte).

Caracteristici generale

Nevertebratele cuprind organisme de dimensiuni și forme variate, cu corpul moale protejat de exoscheletul (la insecte, crustacee) sau de cochilie (la melci). Simetria corpului este radiară (stele-de-mare, meduze) sau bilaterală (la majoritatea). Corpul poate fi împărțit în inele (râme) sau în regiuni distincte: cefalotorace și abdomen (păianjeni și raci), respectiv cap, torace și abdomen (insecte). Nivelul de organizare variază de la forme foarte simple, fără țesuturi adevărate (bureți), până la cele cu organe și sisteme de organe bine definite și complexe (cefalopode, insecte).

Funcțiile organismului

Funcțiile de nutriție

● **Nutriția** este heterotrofă, cu o dietă variată în funcție de grup: **fitofage** (se hrănesc cu plante – insecte și melci), **carnivore** sau **prădătoare** (arahnide, cefalopode, meduze), **omnivore**, **detritivore** (consumă materie organică în descompunere – râma), și **parazite** (viermi – tenia, limbricul – absorb nutrienți din organismele-gazdă). Digestia este intracelulară la spongieri, mixtă (extracelulară și intracelulară) la celenterate și la platelminți (au tub digestiv incomplet/absent la cestode (tenii), care absorb hrana digerată prin tegument), predominant extracelulară la nematode (au tub digestiv complet) și extracelulară la anelide.

● **Respirația:** este adaptată la mediu – nevertebratele acvatice respiră prin branhii (raci, scoici) sau pe toată suprafața corpului (viermi), iar cele terestre prin trahei (fig. 1 – insecte) sau plămâni simpli (melci, păianjeni).

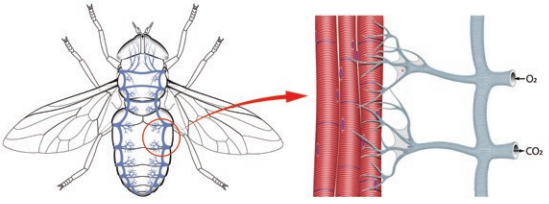


Fig. 1. Sistem respirator traheal

● **Circulația:** majoritatea au un sistem circulator deschis (sângele sau hemolimfa scaldă direct organele), dar la formele mai evoluate (râme, caracatițe) apare sistemul circulator închis (sângele circulă printr-un sistem închis de vase).

● **Excreția** (eliminarea substanțelor toxice sau în exces) se face prin structuri simple (celule cu flagel la viermii plați), nefridii (tuburi lungi la râme) sau tuburi Malpighi la insecte (canale subțiri care se deschid în intestin).

Funcțiile de relație asigură integrarea organismului în mediul de viață.

● **Sistemul nervos** evoluează de la forme simple, difuze (hidre, meduze), la sisteme ganglionare mai complexe (la insecte și caracatițe). **Organele de simț** dețin receptori tactili, chimici și vizuali (ochi simpli sau compuși la insecte, cefalopode), gust, miros și vibrații (antene la insecte). Insectele sociale (albine, furnici) au simțuri foarte dezvoltate pentru orientare și comunicare.

Reproducerea – majoritatea se reproduc sexuat (prin fecundație internă sau externă), însă este întâlnită și reproducerea asexuată (prin înmugurire la hidre sau fragmentare/regenerare – hidre, viermi). Multe specii sunt hermafrodite, cu ambele sexe în același individ (melcul, râma), iar dezvoltarea poate fi directă sau indirectă, prin stadii larvare care trec prin metamorfoză completă sau incompletă (ou–nimfă–adult).

Argumentează!

Scanează codul QR, urmărește filmulețul despre regenerarea planariilor și argumentează afirmația: *Studiul viermilor deschide porți nebănuite în cercetare.* Precizează încă un exemplu.

Clasificare și reprezentanți

1. Spongieri: bureți

Buretele-de-baie (*Spongia officinalis)* este cel mai cunoscut, utilizat pentru igienă datorită scheletului său moale din spongină;

Buretele-de-pâine (*Halichondria panicea* – fig. 2): întâlnit și în Marea Neagră.


Fig. 2

2. Celenterate (gr. *coelos* = cavitate; *enteron* = intestin) sau **Cnidaria**:

- **Hidrozoare:** Hidra-de-apă-dulce (fig. 3 – *Hydra viridis);*
- **Scifozoare:** Meduza-de-apă-rece (fig. 4 – *Aurelia aurita)*;
- **Antozoare:** Dedițelul-roșu-de-mare (fig. 5 – *Actinia equina)*;

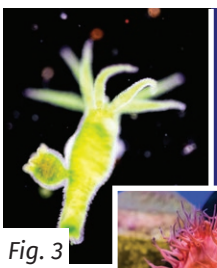


Fig. 3


Fig. 4


Fig. 5

3. Viermii, după forma corpului, sunt cuprinși în mai multe încrengături:

Viermi plați – Plathelminți (gr. *platus* = lat; *helmins, helminthos* = vierme) – au corpul turtit dorsoventral:

- **Turbelariate:** viermi liberi, acvatici (planaria-brună – *Girardia tigrina)*;
- **Trematode:** viermi paraziți: viermele-de-gălbează (*Fasciola hepatica* – fig. 6).
- **Cestode:** viermi paraziți, cu corpul segmentat sub formă de panglică: tenia).


Fig. 6

- **Viermi cilindrici** – Nematoda (gr. *nema* = fir) – corp fusiform (ascuțit la capete), nesegmentat; adesea paraziți (limbricul, oxiurul, trichina).

Notă: vor fi studiați la lecția Parazitoze.

Viermi inelați (Anelide) – au corpul segmentat în inele corespunzătoare unei compartimentări interne:

- **Oligochete:** au puțini peri pe corp (râma – *Lumbricus terrestris*).
- **Polichete:** au mulți peri; de regulă, marine (*Hediste diversicolor*).
- **Hirudinee:** viermi cu ventuze, ectoparaziți (lipitoarea – *Hirudo medicinalis*).

4. Moluște (*lat. molluscus = moale) – cuprinde următoarele clase:*

- **Gasteropode:** moluște cu cochilie (adesea spiralată) sau absentă (la limax); piciorul, cu rol în deplasare: melcul-de-livadă (*Helix pomatia*);
- **Lamelibranhiate** sau **Bivalve** – corp protejat de o cochilie formată din două valve articulate: scoica- de-lac (*Anodonta cygnea* – fig. 7)


Fig. 7

- **Cefalopode:** au piciorul transformat în tentacule situate în jurul capului, prevăzute cu ventuze. Exemple: sepia (*Sepia officinalis*), caracatița (*Octopus vulgaris*), nautilul (*Nautilus pompilius* – fig. 8, singurul cefalopod cu cochilie externă compartimentată).


Fig. 8

5. Artropode (fig. 9): cel mai numeros grup; prezintă picioare articulate (gr. *arthron* = articulație; *podos* = picior); corp acoperit de exoschelet rigid format din chitină, care oferă protecție și susținere. În funcție de numărul de picioare și de segmentarea corpului, se clasifică în:

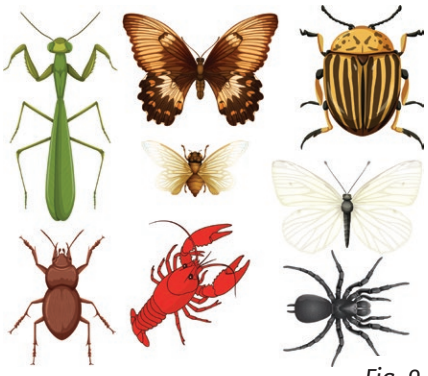


Fig. 9

- **Arahnide:** corpul este format din **cefalotorace și abdomen** și posedă **patru perechi de picioare**; nu au antene. **Exemple:** Păianjenul-cu-cruce (*Araneus diadematus*), scorpionul, căpușa, acarienii.
- **Crustacee:** corp format din **cefalotorace și abdomen**, protejat adesea de o crustă calcaroasă; au **cinci perechi de picioare** și două perechi de antene. **Exemple:** racul-de-râu (*Astacus astacus*), crabul-de-piatră (*Eriphia verrucosa*), puricele-de-baltă (*Daphnia pulex*).
- **Insecte:** singurele artropode capabile de zbor; corp împărțit în **cap, torace și abdomen**. Majoritatea prezintă **trei perechi de picioare**, două perechi de aripi și o pereche de antene. **Exemple:** albina (*Apis mellifera*), fluturele, furnica etc.

Notă! Deoarece exoscheletul lor este rigid și nu crește odată cu animalul, toate artropodele trec prin procesul de **năpârlire** (schimbarea periodică a învelișului extern).

Dacă vrei să știi mai mult!

- **Echinodermele** (gr. *echinos* = arici, *derma* = piele) sunt denumite astfel datorită țepilor din piele. Nevertebrate exclusiv marine, sunt „rudele" cele mai apropiate de vertebratele primitive. Unele stele-de-mare pot renaște dintr-un singur braț, ca și cum ar „reporni viața" de la zero. Aricii-de-mare se deplasează pe sute de „picioare invizibile", acționate de un sistem hidraulic, reușind să se orienteze și să reacționeze eficient la mediu.

Știai că?

- Meduza – *Turritopsis dohrnii*, la bătrânețe sau când este rănită, se transformă în polip (bebeluș), reluându-și viața.
- Melcii au o sensibilitate extremă la substanțe chimice precum **sarea** sau cuprul. Sarea extrage apa din celulele lor prin osmoză, provocându-le o reacție violentă de deshidratare și durere.

Explorator al lumii vii!

Utilizează aplicația digitală *iNaturalist* pentru identificarea a nouă specii de nevertebrate, la alegere. Fotografiază-le și realizează fișe – *CV de nevertebrat* pentru fiecare dintre ele. Tema va constitui o parte a **portofoliului** tău de final de an școlar.

Importanța nevertebratelor

Îndeplinesc **roluri** importante în ecosisteme, dar și pentru om:

– **polenizarea** (fluturii, albinele): influențează direct producția de hrană la nivel global;

– **descompunerea** materiei organice moarte **și reciclarea nutrienților** (râmele și gândacii);

– **filtrarea și purificarea apei:** scoicile rețin particule de dimensiuni mici, inclusiv alge, bacterii, sedimente etc.

– **sursă de hrană** (crustaceele, moluștele) și **de materii prime:** mătase naturală, corali pentru bijuterii;

– **bioindicatori naturali:** unele specii oferă date despre calitatea ecosistemului (de exemplu, larvele de efemeroptere dispar la un nivel scăzut de oxigen sau când există poluanți chimici).

Concluzie Nevertebratele au evoluat de la forme simple la forme tot mai complexe, ca adaptare la condițiile variate de mediu, cele mai numeroase și diversificate fiind artropodele.

Aplicații

Dezbatere. Avocatul nevertebratelor: „O campanie de promovare"

Alege un animal „neapreciat" din lecție (precum râma, păianjenul sau lipitoarea) și realizează un afiș publicitar/un interviu imaginar care să-i evidențieze utilitatea. Folosește argumente convingătoare deduse din rolul lor în ecosisteme, pentru a transforma prejudecățile colegilor în respect față de acestea.

FIȘĂ DE OBSERVAȚIE VIDEO
Misterele regenerării planariilor

➔ **Introducere teoretică**

Planariile sunt viermi plați liberi (Încrengătura Plathelminthes), neparaziți, de 1-2 cm lungime, care trăiesc în ape dulci, curate. Ele sunt renumite pentru capacitatea lor remarcabilă de regenerare. Aceasta se datorează prezenței neoblastelor – celule stem pluripotente, nediferențiate, care reprezintă aproximativ 30% din totalul celulelor corpului lor și care pot reconstrui orice organ sau țesut pierdut în urma unei secționări.

➔ **Instrucțiuni:** Accesează codul QR, înregistrare accelerată pe parcursul a 7 zile, realizată la microscop, care arată exact cum fragmentele amputate își reconstruiesc capul, coada și ochii.

Urmărește cu atenție materialul video și răspunde pe caiet la următoarele întrebări:

➔ **Secțiunea 1: Anatomia și comportamentul general al planariei (înainte de tăiere)**

1. Ce formă are corpul planariilor și în ce mediu de viață au fost filmate acestea în stare liberă?

2. Cum se numesc structurile de pe cap care seamănă cu niște ochi și care este rolul lor real (ce pot detecta ele)?

3. Prin ce zonă a corpului își scoate planaria faringele (aparatul bucal) atunci când se hrănește? Este în zona capului sau în zona ventrală (pe burtă)?

➔ **Secțiunea 2: Procesul celular al regenerării (în intervale de timp – *time-lapse*)**

4. Cum se numește tipul special de celule stem care se activează imediat după ce corpul planariei este secționat? Ce procent din corpul ei reprezintă aceste celule?

5. În primele zile după tăiere, la locul rănii apare o zonă de țesut alb, translucid. **Cum se numește această structură** din care se vor dezvolta viitoarele organe?

6. În câte zile (aproximativ) reușește un fragment complet lipsit de cap să își reconstruiască ochii și să înceapă să se miște normal?

➔ **Secțiunea 3: Experimente genetice și concluzii (*Deep Look*/HHMI)**

Accesează codul QR pentru a înțelege cum funcționează celulele stem (neoblastele), atunci când viermele este tăiat în mai multe bucăți.

7. Ce se întâmplă dacă o planarie este secționată în **peste 10-15 bucăți mici**? Reușește fiecare bucățică să supraviețuiască?

Accesând codul QR, vei observa cum cercetătorii au obținut planarii cu două capete sau două cozi, prin modificarea unor gene.

8. În experimentele genetice avansate prezentate, ce fel de anomalie anatomică spectaculoasă au obținut cercetătorii prin blocarea anumitor semnale chimice din celule? (Indiciu: **Câte capete** avea noua planarie?)

Sursă de reflecție – Eseu argumentativ

Redactează un minieseu cu titlul *Studiul planariilor – speranța omenirii* (de maximum o pagină). În cadrul textului, analizează mecanismele celulare ale regenerării acestor organisme și explică modul în care secretele lor biologice ar putea contribui, în viitor, la rezolvarea marilor probleme de sănătate ale omenirii, precum regenerarea organelor afectate sau încetinirea procesului de îmbătrânire celulară.

13. Diversitatea nevertebratelor

Termeni-cheie:

nevertebrate, biodiversitate, exoschelet, polenizare, insecte sociale, eusocialitate, bioindicatori, adaptare.

Deși invizibile pentru ochiul neantrenat sau adesea privite cu indiferență, nevertebratele reprezintă peste 95% din totalul speciilor animale și constituie pilonii nevăzuți ai ecosistemelor planetare – fără ele, ciclurile vieții s-ar opri.

Caracteristici generale

Nevertebratele sunt animale lipsite de coloană vertebrală, reunind o diversitate uimitoare de organisme, de la spongierii sesili până la insectele zburătoare și cefalopodele inteligente. Se estimează că nevertebratele cuprind aproximativ 12 milioane de specii, reprezentând circa 90–95% din regnul Animalia, dintre care artropodele sunt cele mai numeroase.

Specii reprezentative cu importanță ecologică și economică

1. Albina meliferă (*Apis mellifera*) este un polenizator esențial care asigură polenizarea a aproximativ 70% dintre culturile agricole globale. Furnizează miere, ceară, propolis și lăptișor de matcă.

2. Râma de pământ (*Lumbricus terrestris*) este numită și „plugul biologic al solului". Râmele aerează solul prin galerii ce ajung până la 1 m adâncime, transformă în humus o cantitate egală cu jumătate din greutatea corpului lor pe zi și pot procesa până la 300-400 tone de sol/ha/an.

3. Buburuza (*Coccinella septempunctata*) este un adevărat combatant biologic al dăunătorilor: o singură buburuză poate consuma peste 5 000 de afide în timpul vieții, fiind utilizată în agricultura ecologică.

4. Viermele de mătase (*Bombyx mori*) este un nevertebrat cu importanță economică deosebită prin producerea firului de mătase naturală, exploatat de peste 5 000 de ani.

5. Coralii constructori de recife (*Acropora* sp.) construiesc recifele de corali, care adăpostesc aproximativ 25% din biodiversitatea marină.

Interacțiuni și adaptări

Nevertebratele au o gamă remarcabilă de adaptări structurale, fiziologice și comportamentale care le-au permis colonizarea aproape a tuturor habitatelor terestre și acvatice:

➔ **A. Adaptări structurale (morfologice)**

- **Cochilia calcaroasă** a moluștelor (melcul-de-livadă – *Helix pomatia*, scoica) reprezintă un adăpost portabil împotriva prădătorilor și a uscăciunii.
- **Mătasea păianjenilor** (*Araneus diadematus*) este o fibră naturală cu o rezistență mecanică superioară oțelului la aceeași grosime.
- **Ventuzele caracatiței** (*Octopus vulgaris*), în număr de peste 2 000, sunt prevăzute cu chemoreceptori: caracatița „gustă" și „miroase" cu brațele.

Fig. 1. Bioluminiscența la licurici

➔ **B. Adaptări fiziologice**

- **Bioluminiscența** la licurici (*Lampyris noctiluca*) (fig. 1): aceștia emit semnale luminoase pentru atragerea partenerului, produse prin oxidarea luciferinei.
- **Criptobioza** tardigradelor („ursuleți de apă" – nevertebrate microscopice înrudite cu artropodele): pentru a supraviețui în condiții extreme își suspendă metabolismul.

➔ **C. Adaptări comportamentale**

● **Camuflajul perfect** la insecta-frunză (*Phyllium philippinicum*) și insecta-băț (*Carausius morosus*) – corpul imită forma, culoarea și chiar nervurile frunzelor, pentru a nu fi observate de prădători.

● **Mimetismul** – folosit de prădători pentru a se apropia neobservați de pradă: **călugărița-orhidee** (*Hymenopus coronatus*) (fig. 2) – corpul ei roz-alb imită perfect petalele unei orhidee, astfel încât insectele polenizatoare se așază chiar pe ea, devenind pradă.

● **Aposematismul (culorile de avertizare)**– speciile toxice sau periculoase „își fac publicitate" prin culori vii (roșu, galben, portocaliu), pentru ca prădătorii să le rețină și să le evite: **buburuza** (fig. 3) – roșul aprins cu puncte negre semnalează prezența unor alcaloizi amari (coccinelina), pe care îi elimină reflex, din articulații, când este atacată.

Fig. 2. Călugărița orhidee

Fig. 3. Buburuza

● **Migrația crabului roșu** (*Gecarcoidea natalis*) de pe **Insula** Crăciunului din Oceanul Indian – peste **50 de milioane de crabi** pornesc anual într-o migrație de la pădurea tropicală până la țărmul oceanului, pentru a-și depune ouăle. Deplasarea este declanșată de începutul sezonului ploios și sincronizată cu fazele lunii – ouăle sunt eliberate în ocean exact în ultima săptămână a fazei descrescătoare.

Fig. 4. Racul-pustnic

➔ **D. Interacțiuni cu alte organisme**

● **Mutualism** (ambele specii sunt avantajate): furnicile și afidele – furnicile le protejează, iar afidele oferă „mana" dulce; coralii (*Acropora*) și algele zooxante – algele fac fotosinteză, coralii le oferă adăpost.

● **Comensalism:** racul-pustnic (*Pagurus bernhardus*) (fig. 4) folosește cochiliile abandonate ale melcilor pentru a-și proteja abdomenul moale.

Dacă vrei să știi mai mult!

● Insectele sociale (albine, furnici, viespi, termite) formează colonii organizate ca adevărate „superorganisme", în care indivizii cooperează și se sacrifică pentru binele comun. Acest fenomen, numit eusocialitate, se caracterizează prin:

– diviziunea reproductivă a muncii: doar regina depune ouă, lucrătoarele (femele sterile) îndeplinesc toate celelalte sarcini; generații suprapuse: mai multe generații coexistă în același cuib;

– îngrijirea cooperativă a urmașilor: puii sunt crescuți colectiv de lucrătoare;

– comunicarea complexă: albinele folosesc „dansul agitat" (*waggle dance*), a cărui semnificație a fost descifrată și demonstrată experimental de Karl von Frisch (premiat Nobel, în 1973). Unghiul dansului față de verticala fagurelui indică direcția sursei de hrană în raport cu Soarele, iar durata mișcărilor exprimă distanța – un sistem care îndeplinește mai multe criterii ale unui veritabil „limbaj".

Investigații asupra comportamentului nevertebratelor în diferite condiții de mediu

Comportamentul nevertebratelor reflectă direct condițiile de mediu, fapt ce le transformă în adevărați bioindicatori. Râmele, de exemplu, sunt extrem de sensibile la pH-ul, umiditatea și conținutul de materie organică al solului. Cercetările arată că populațiile de râme cresc semnificativ în soluri cu pH între 6 și 7 (ușor acid spre neutru) și cu umiditate de 70–80%, în timp ce solurile foarte acide (pH sub 4,5), uscate sau contaminate cu metale grele duc la dispariția lor.

Concluzie Nevertebratele formează coloana vertebrală nevăzută a vieții pe Pământ: polenizează plantele cultivate, fertilizează solurile, reciclează materia organică și susțin lanțurile trofice ale ecosistemelor. Ele ne oferă lecții despre cooperare, adaptare și echilibru ecologic. Protejarea acestora este o necesitate pentru supraviețuirea propriei noastre specii.

CORELAȚIE ECOLOGICĂ

Declinul populațiilor de polenizatori (în special al albinelor) este corelat cu utilizarea pesticidelor neonicotinoide, cu schimbările climatice și cu pierderea habitatelor florale.

SIMULARE DIGITALĂ

Accesați platforma *BugGuide.net* sau aplicația *iNaturalist* pentru a identifica nevertebratele întâlnite în curtea școlii sau în parc. Înregistrați observațiile și contribuiți la cercetarea științifică participativă (*citizen science*).

STUDIU DE CAZ. „STUPUL TĂCUT” – Dispariția albinelor unui apicultor

Situație-problemă: Un apicultor dintr-o localitate aflată lângă terenuri agricole intens cultivate, observă că, primăvara, lucrătoarele nu se mai întorc la stup, iar coloniile slăbesc văzând cu ochii. În câteva săptămâni, jumătate dintre stupii săi sunt goi, deși regina și puietul sunt prezente. Vecinii pomicultori se plâng și ei că producția de mere și cireșe a scăzut drastic în ultimii ani.

Sarcini de lucru (în echipe de patru elevi)

1. Identificați cauzele. Folosind cunoștințele despre biologia și comportamentul albinelor, formulați ipoteze: de ce nu se mai întorc culegătoarele la stup? Analizați factorii posibili– pesticide neonicotinoide (afectează orientarea), parazitul *Varroa destructor*, schimbările climatice, monocultura agricolă, poluarea electromagnetică.

2. Stabiliți legătura cauză-efect. Explicați de ce scăderea producției de fructe la vecini este direct legată de dispariția albinelor (rolul polenizării – ~70% dintre culturile agricole depind de polenizatori).

3. Propuneți soluții. Imaginați-vă că sunteți consultanți: ce măsuri îi recomandați apicultorului și comunității locale?

FIȘĂ DE OBSERVAȚIE

Comportamentul social al furnicilor

Nume și prenume elev: _____ **Data:** _____**Clasa:** _____

ATENȚIE! REGULI DE PROTECȚIE A NATURII ȘI A OBSERVATORULUI

➔ **1. Observă în siguranță (evită mușcăturile/înțepăturile):**

- Nu introduce degetele, bețe sau alte obiecte direct în mușuroi.
- Poartă încălțăminte închisă și pantaloni lungi pe teren.
- Nu te așeza și nu sta pe loc direct pe potecile circulate de furnici.
- Unele specii (*Formica rufa* – Furnica roșie) pot mușca sau pulveriza **acid formic**, care provoacă iritații și usturimi pe piele. Dacă simți arsuri, spală zona cu apă.

➔ **2. Protecția naturii (Respectul față de colonie):**

- Nu călca, lovi sau distruge mușuroiul.
- Plasează momeala fără a perturba structura fizică a mușuroiului.
- Nu lăsa resturi de momeală sau ambalaje în natură; colectează-le și aruncă-le la gunoi.
- Observă comportamentul insectelor, fără a le strivi; folosește doar pensula sau lupa.

➔ **Locul observației:** (curtea școlii, parc etc.) _____

I. Cadru teoretic

Furnicile (Familia *Formicidae*) sunt insecte extrem de evoluate din punct de vedere social (**eusociale**). O colonie funcționează ca un „superorganism" organizat pe **caste** (regină, masculi și lucrătoare/soldați), unde nicio furnică nu poate supraviețui pe termen lung dacă este izolată. Comunicarea lor se bazează pe atingerea antenelor (stimuli tactili) și pe eliberarea de substanțe chimice specifice, numite **feromoni**.

II. Materiale necesare: lupă de mână (10X), cronometru, carnețel de note.

Momeală: o linguriță de zahăr sau o bucățică mică de fruct (măr, banană).

III. Etape de lucru și înregistrarea datelor

Sarcina 1. Identificarea activității la mușuroi

Apropie-te cu atenție de mușuroi (fără a-l distruge) și observă zona de intrare. Descrie pe scurt ce activități desfășoară furnicile în mod curent (*cară pământ, curăță zona, păzesc intrarea*): _____

Sarcina 2. Experiment de recrutare și trasare a urmei chimice

Instrucțiuni: plasează momeala (zahăr sau fruct) la o distanță de aproximativ 30-50 cm de mușuroi sau de o potecă activă de furnici. Pornește cronometrul și notează:

Timpul necesar pentru ca *prima* furnică (cercetașul) să descopere hrana: _____

Comportamentul cercetașului: Ce face imediat după ce gustă din hrană? *(Fuge înapoi spre mușuroi, își atinge colegele cu antenele?)*: _____

Timpul după care se formează o „potecă" continuă de lucrătoare care transportă hrana: _____

Sarcina 3. Etogramă – Înregistrarea comportamentelor individuale. *Urmărește cu lupa o singură furnică timp de trei minute. Pune o liniuță în tabel, de fiecare dată când o vezi efectuând una dintre acțiunile de mai jos.*

Tipul de comportament	Descrierea acțiunii	Număr de repetări (Liniuțe)
Locomoție/Patrulare	Se deplasează rapid, în căutare de resurse sau teritoriu.	
Transport de obiecte	Cară momeală, bucăți de pământ sau resturi vegetale.	
Antenare (Contact)	Își atinge direct antenele cu o altă furnică din colonie.	
Autotoaletare (*Grooming*)	Își curăță antenele sau picioarele, folosind piesele bucale.	

IV. Întrebări de analiză și concluzii (Evaluare)

1. Cum se explică faptul că, după ce hrana a fost descoperită de prima furnică, restul coloniei urmează exact aceeași linie (potecă), fără să rătăcească în alte direcții? _____

2. De ce izolarea completă a unei singure furnici lucrătoare îi provoacă acesteia moartea rapidă, chiar dacă are la dispoziție apă și hrană din abundență?_____

14. Animale vertebrate

Termeni-cheie:

coloană vertebrală, pești, amfibieni, reptile, păsări, mamifere.

Imaginează-ți vertebratele ca pe „elita” regnului animal: de la rechini care simt vibrațiile apei la păsări care sfidează gravitația, respectiv la mamifere, cuceritori prin inteligență și adaptabilitate. Totul se învârte în jurul unei coloane vertebrale și a unui creier protejat de craniu, care le permit să domine orice mediu. Sunt organisme biologice complexe, adaptate fie ca prădători eficienți, fie ca supraviețuitori remarcabili.

Vertebratele sunt animale care au **coloană vertebrală** (alcătuită din piese articulate numite vertebre, care protejează măduva spinării) și schelet intern (osos sau cartilaginos, la unele specii de pești).

Caracteristici generale

Coloana vertebrală este elementul central al scheletului intern, care oferă suport structural și puncte de inserție pentru mușchi. Vertebratele au, în general, corpul împărțit în cap, trunchi și coadă (plus gât la formele terestre). De regulă, au două perechi de apendice locomotoare (înotătoare, picioare sau aripi), deși unele specii le-au pierdut prin evoluție. Sistemul nervos este bine dezvoltat și include creierul, protejat de craniu. Vertebratele prezintă organe de simț specializate, dispuse de obicei în perechi: ochi (văz), urechi (auz și echilibru) și fose nazale (miros). În ceea ce privește organizarea internă și fiziologia, vertebratele prezintă:

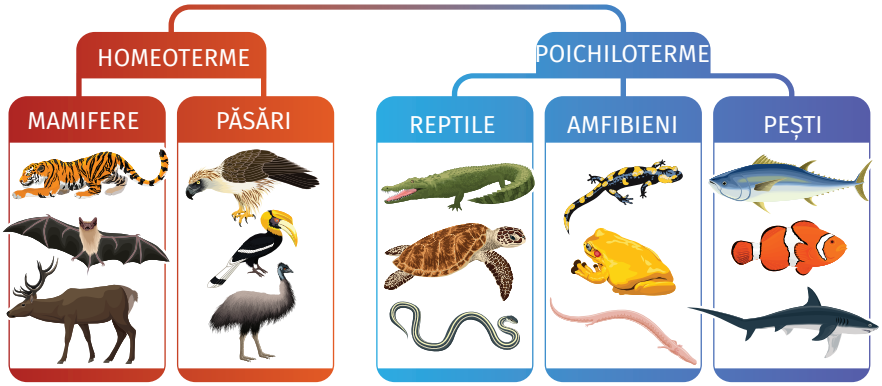
– un sistem circulator închis: sângele circulă printr-un sistem de vase (artere, vene și capilare), pompat de o inimă compartimentată: bicamerală la pești, tricamerală la amfibieni și majoritatea reptilelor, tetracamerală la păsări și mamifere. **Circulația sângelui** este: **simplă** la pești (sângele trece prin inimă o singură dată într-un circuit complet); la amfibieni și majoritatea reptilelor, circulația este **dublă** (prin două circuite: pulmonar și sistemic) și **incompletă** (sângele oxigenat se amestecă cu cel neoxigenat); la crocodili, păsări și mamifere circulația este **dublă** și **completă** (cele două tipuri de sânge nu se amestecă).

– respirația adaptată la mediul de viață: prin branhii (la vertebratele acvatice, în special la pești), prin piele și plămâni la amfibieni și prin plămâni la majoritatea vertebratelor terestre;

– un sistem digestiv complet, care cuprinde organe specializate (stomac, intestin, ficat, pancreas);

– temperatura corpului variabilă în funcție de cea a mediului (animale cu „sânge rece”: pești, amfibieni, reptile – poichiloterme) sau constantă (animale cu „sânge cald”: păsări și mamifere – homeoterme).

CLASIFICAREA VERTEBRATELOR

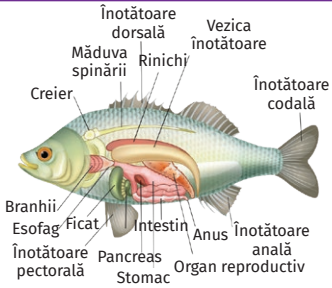
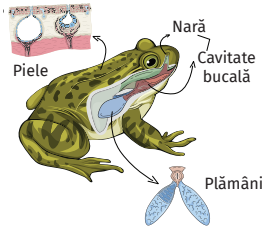
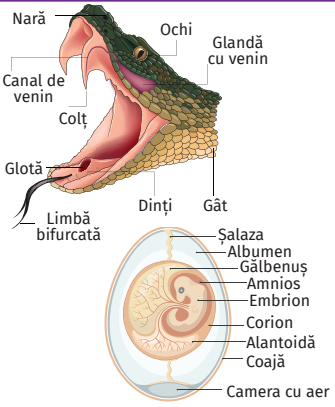
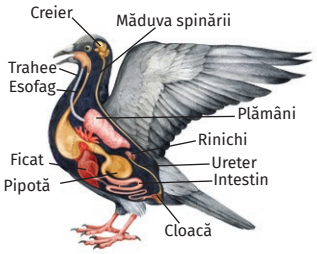


Mamifere:
- pisica domestică (*Felis catus*),
- tigrul (*Panthera tigris*),
- liliacul-urecheat (*Plecotus auritus*),
- renul (*Rangifer tarandus*)

Pești:
- crapul (*Cyprinus carpio*),
- stavridul (*Trachurus trachurus*),
- peștele-clovn (*Amphiprion ocellaris*),
- rechinul-alb (*Carcharodon carcharias*)

Păsări: uliul-șorecar (*Buteo buteo*), tucanul-uriaș (*Ramphastos toco*), struțul comun (*Struthio camelus*), cucul (*Cuculus canorus*)	**Reptile:** crocodilul-de-Nil (*Crocodylus niloticus*), broasca-țestoasă-de-apă (*Emys orbicularis*), șarpele-de-casă (*Natrix natrix*), guștерul (*Lacerta viridis*)	**Amfibieni:** salamandra comună (*Salamandra salamandra*), broasca-galbenă-otrăvitoare (*Phyllobates terribilis*), proteul (*Proteus anguinus*), broasca-de-lac (*Rana ridibunda*)

Clasificarea vertebratelor

Clasă	Imagini	Strategii de supraviețuire
Pești: animale acvatice cu corpul acoperit de solzi, respiră prin branhii.		**Adaptare la mediul acvatic:** **– forma hidrodinamică:** corpul este (de cele mai multe ori) fusiform (ca o torpilă) pentru a reduce rezistența apei; **– vezica înotătoare:** organ plin cu gaz care le permite să-și controleze flotabilitatea întâlnită la peștii osoși; **– linia laterală:** un sistem senzorial unic care detectează vibrațiile și mișcările din apă.
Amfibieni: animale adaptate la mediul acvatic și la cel terestru (adulții), având o piele subțire și umedă.		**Adaptare la două medii de viață:** **– respirația pulmono-cutanee:** având plămânii mai puțin eficienți, amfibienii „respiră” și prin pielea subțire, umedă și bogat vascularizată; **– metamorfoza:** trecerea de la o stare larvară acvatică (mormoloci cu branhii) la o stare adultă terestră (cu plămâni).
Reptile (șopârle, șerpi, broaște-țestoase, crocodili): animale terestre, dintre care unele s-au adaptat secundar la viața acvatică; ele continuă să respire prin plămâni și majoritatea depind de uscat pentru reproducere.		**Tehnici de supraviețuire în cucerirea „uscatului”:** **– tegumentul reptilelor:** previne deshidratarea (este impermeabil); are rol în apărare (prin structuri rigide: solzi, plăci, carapace); **– ou amniotic:** cu coajă rezistentă (calcaroasă/pergamentoasă), care protejează embrionul și îi oferă toate resursele necesare; **– reglarea temperaturii** prin comportament (statul la soare), consumând de până la 10 ori mai puțină energie decât un mamifer; **– respirația pulmonară:** plămâni mai dezvoltați ca ai amfibienilor; **– adaptări de nișă:** unele specii au dezvoltat **venin** pentru capturarea prăzii, **maxilare extensibile** (la șerpi) sau membre transformate în **palete** pentru înot (țestoasele marine).
Păsări: adaptate pentru zbor, au pene și sunt homeoterme.		**Adaptări pentru zbor:** – membrele anterioare s-au transformat în **aripi**; **– schelet pneumatic:** oase subțiri și pline cu aer, reducând greutatea corpului pentru a facilita zborul; **– pene:** pentru portanță în aer și pentru păstrarea căldurii; **– saci aerieni:** extensii ale plămânilor care ajută la o respirație extrem de eficientă în timpul efortului intens.
Mamifere: își hrănesc puii cu lapte produs de glande mamare și au corpul acoperit de păr.		**Adaptări prin diversitate:** **– homeotermia:** au capacitatea de a-și menține temperatura corpului constantă, fiind active și în zone foarte reci (ursul-polar); **– părul și blana:** asigură izolație termică și protecție; la unele specii s-au transformat în ace (arici) sau s-au redus drastic (balene). **– glandele mamare:** produc lapte pentru hrănirea puilor, ceea ce crește semnificativ rata de supraviețuire a acestora; **– dentiția specializată:** au dinți diferențiați (incisivi, canini, premolari, molari), după dietă (erbivore, carnivore, omnivore).

Locomoția vertebratelor este strict adaptată mediului: peștii înoată prin mișcări ondulatorii, șerpii se târăsc, iar mamiferele merg sau aleargă. Broasca asigură tranziția apă-uscat prin sărituri cu membrele în „Z”, în timp ce păsările au cucerit mediul aerian prin zbor, având membrele anterioare transformate în aripi.

Importanță

Vertebratele mențin echilibrul ecologic ca prădători, pradă, polenizatori și dispersatori de semințe, asigurând fluxul de materie și energie în ecosisteme. Pentru om, furnizează hrană, resurse economice, sprijin emoțional și ajutor în activități.

„Designer de vertebrate”

Sarcină: „Tocmai s-a descoperit o nouă insulă! Alege un animal vertebrat de pe această insulă și completează-i profilul de identitate pe baza trăsăturilor de vertebrat”, din tabelul următor:

Nr. crt.	Cerințe:
1.	**Numele speciei**
2.	**Clasa**
3.	**Argumente (caracteristici)**
4.	**Sistemul respirator**
5.	**Circulația sângelui (inima)**
6.	**O adaptare specifică**

Știai că?

- Rechinul-de-Groenlanda este un campion al longevității, depășind 400 de ani.
- Broasca-de-lemn din Alaska (*Lithobates sylvaticus*) poate îngheța complet iarna – corpul produce un „antigel” natural care-i protejează celulele.
- Inima unei balene-albastre este atât de mare, încât un om ar putea înota prin arterele ei principale.

Explorator al lumii vii!

Utilizează aplicația digitală *iNaturalist* pentru identificarea a nouă specii de vertebrate, la alegere. Fotografiază-le și realizează fișe – *CV de vertebrat* pentru fiecare dintre ele. Tema va constitui o parte a **portofoliului** tău de final de an școlar.

Concluzie

Vertebratele sunt animale cu schelet intern (craniu și coloană vertebrală), corp diferențiat în cap și trunchi, de obicei cu două perechi de membre, grupate, în funcție de termoreglare, în homeoterme (păsări, mamifere) și poichiloterme (pești, amfibieni, reptile).

Aplicații

1. Test rapid

1. **De ce** amfibienii sunt considerați animale cu „viață dublă”?
2. **Care este** avantajul evolutiv al păsărilor cu oase pneumatice?
3. **Identifică eroarea:** „Balena este un pește, deoarece trăiește în apă și are înotătoare.”
4. **La ce grup** de vertebrate a apărut oul amniotic cu înveliș protector?
5. **Compară** temperatura unei reptile cu cea a unui mamifer și evidențiază avantajul homeotermiei.

2. Alegere simplă. Care dintre următoarele afirmații este caracteristică vertebratelor?

a. Toate vertebratele sunt homeoterme (cu sânge cald).

b. Amfibienii sunt primele vertebrate care au cucerit definitiv mediul terestru.

c. Păsările au ca adaptări pentru zbor: oase pneumatice și inimă tetracamerală.

d. Reptilele respiră prin branhii în stadiul adult.

3. Studiu de caz. Misterul de sub gheață

Context. În Antarctica, peștii din familia *Channichthyidae* (peștii-gheață) trăiesc în ape de -1,8°C. Aceștia nu au hemoglobină (sângele lor este transparent) și nici solzi.

Gândire critică. De ce lipsa solzilor este un avantaj în acest mediu extrem, având în vedere că apa rece este mult mai bogată în oxigen decât cea caldă? (Indiciu: Gândește-te la modul de respirație al amfibienilor).

4. Aplicație practică. Inginerie biologică

Dacă ar trebui să proiectezi un vertebrat capabil să supraviețuiască pe o planetă cu gravitație dublă față de Pământ, ce modificări ai aduce **coloanei vertebrale** și **inimii** pentru a rezista presiunii?

15. Diversitatea vertebratelor

Deși reprezintă **doar aproximativ 5%** din totalul speciilor animale, vertebratele dețin un rol important în funcționarea ecosistemelor: stabilizează lanțuri trofice, transportă nutrienți peste continente, modelează peisaje întregi și susțin economii care valorează sute de miliarde de dolari anual.

Cele aproximativ 70 000-80 000 de specii cunoscute reflectă o lungă istorie evolutivă, în care fiecare inovație anatomică majoră a deschis noi lumi de adaptare.

Termeni-cheie:

vertebrate, specie-cheie, inginer ecosistemic, cascadă trofică, ecolocație, magnetorecepție, radiație evolutivă, ou amniotic, endotermie, bioindicator.

Specii reprezentative cu importanță ecologică și economică

1. **Lupul-cenușiu (*Canis lupus*) – arhitect al ecosistemelor.** Reintroducerea lui în Parcul Yellowstone (în 1995) a declanșat o **cascadă trofică:** reducerea cervidelor a permis regenerarea sălciilor și plopilor, refacerea populațiilor de castori și revenirea a peste 200 de specii dependente de zonele ripariene (zone de tranziție, la granița dintre ecosistemele terestre și cele acvatice), remodelând parcul întreg.
2. **Castorul-european (*Castor fiber*) – inginer ecosistemic.** Prin construirea barajelor creează zone umede care cresc biodiversitatea locală cu până la 33% și reține apa în peisaj, atenuând inundațiile și seceta. A fost reintrodus cu succes în România, după o dispariție de peste 150 de ani.
3. **Vipera-de-Brazilia (*Bothrops jararaca* – fig. 1) – farmacistul din lumea reptilelor.** Veninul ei a stat la baza descoperirii captoprilului (în 1975), primul medicament utilizat în tratamentul pentru hipertensiune. Studiul veninurilor de reptile generează constant medicamente noi (utilizate în oncologie, în tratarea diabetului).
4. **Morunul *(Huso huso)* – simbol al Dunării și specie pe cale de dispariție.** Cel mai mare pește migrator de apă dulce (poate depăși 6 m și 1 500 kg), poate să trăiască peste 100 de ani. Populația a scăzut cu peste 90% din 1970 din cauza pescuitului ilegal și a barajelor de pe Dunăre; icrele negre rămân cel mai scump produs alimentar de origine animală (până la 35 000 €/kg).
5. **Liliacul (ordinul *Chiroptera*) – polenizator nocturn și controlor biologic.** Liliecii frugivori tropicali (*Pteropus* sp.) polenizează peste 300 de specii de plante, inclusiv banan, mango, durian și baobab; cei insectivori europeni consumă până la 1 000 de țânțari pe oră.

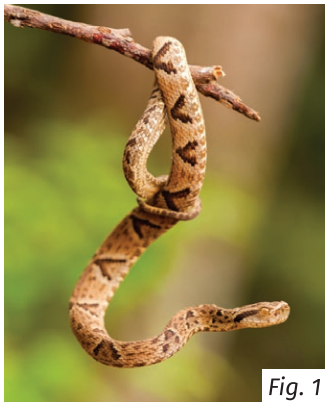


Fig. 1

Interacțiuni și adaptări

Vertebratele au cucerit toate marile habitate ale planetei datorită unor categorii de adaptări:

- **Adaptări fiziologice – termoreglarea** diferențiază homeotermele (păsări, mamifere) de poikiloterme (pești, amfibieni, reptile); **hibernarea** (urs, arici) și **estivația** (peștele pulmonat african supraviețuiește în nămol uscat patru ani) permit traversarea sezoanelor extreme.
- **Adaptări senzoriale uimitoare – ecolocația** (lilieci, delfini, balene) construiește o „imagine sonoră” a mediului; **magnetorecepția** orientează păsările migratoare, somonii și țestoasele marine după câmpul magnetic terestru; **electrorecepția** permite rechinilor să detecteze impulsurile musculare ale prăzii la milimetri sub nisip; **bioluminescența** este folosită de 90% dintre peștii abisali pentru comunicare și atragerea prăzii.
- **Adaptări locomotorii și morfologice – convergența evolutivă** a produs forme hidrodinamice asemănătoare la grupe diferite (rechin, ihtiozaur, delfin); **oasele pneumatice și penele** au făcut posibil zborul activ; **camuflajul și mimetismul** cromatic (cameleon) sau de formă (șerpii regali imită șerpii corali veninoși).

● **Interacțiuni interspecifice – mutualism:** pasărea-văcar și ungulatele africane. Ierbivorele scapă de insectele deranjante și de paraziții care le provoacă disconfort sau boli, iar păsările pot acționa ca un sistem de alarmă, zburând brusc atunci când simt un pericol; **coevoluție** (colibri cu cioc lung și florile cu corolă tubulară); **specii inginer** (castorul modelează cursul râurilor).

● **Comportamente complexe – sociale** (haitele de lupi vânează cooperativ – în haită, elefanții păstrează „memorie socială" timp de decenii), **teritoriale** (privighetoarea își marchează vocal teritoriul, tigrii prin semnale olfactive – jet de urină), **reproductive** (pinguinul-imperial incubează oul pe picioare la –60°C, somonul revine pentru reproducere la râul natal după ce parcurge mii de km în ocean).

Complexitatea structurală și diversitatea taxonomică

Istoria vertebratelor este o succesiune de **inovații anatomice majore**, fiecare deschizând o „zonă adaptativă" nouă și declanșând o **explozie de diversificare** (radiație evolutivă):

● **Apariția maxilarelor** la pești osoși și cartilaginoși a permis exploatarea unor surse noi de hrană.

● **Tetrapodia –** apariția membrelor cu degete a făcut posibilă cucerirea uscatului, fundament pentru vertebratele terestre actuale.

● **Homeotermia** (sângele cald) **–** apărută independent la păsări și mamifere, a permis activitatea pe timp de noapte, iarna, la altitudine și în deșertul rece; este principala cauză a dominării ecosistemelor terestre actuale.

● **Placenta –** dezvoltarea intrauterină prelungită a permis nașterea unor pui dezvoltați complet, capabili să supraviețuiască în medii variate.

Factorii care influențează diversitatea

Diversitatea vertebratelor este modelată de mai mulți factori:

– climatul și latitudinea (diversitatea crește spre Ecuator);

– disponibilitatea habitatelor (pădurile tropicale concentrează ~50% din vertebratele terestre pe doar 6% din uscat);

– complexitatea structurală – pe măsură ce planul corporal s-a complicat (de la pești fără maxilare la mamiferele placentare), au apărut nișe ecologice noi, ceea ce explică expansiunea taxonomică;

– presiunile antropice indică o scădere medie de 73% a populațiilor de vertebrate, monitorizate din 1970 până astăzi.

Concluzie

Vertebratele, deși reprezintă o mică fracțiune din regnul animal, sunt arhitecții ecosistemelor: prin migrație transportă semințe și nutrienți, prin prădătorism reglează populațiile, iar prin comportamentele lor sociale ne oferă oglinzi pentru a ne înțelege propria specie. **Complexitatea lor structurală** (vertebre, encefal, organe specializate) este atât rezultatul, cât și motorul **diversificării lor evolutive:** fiecare nouă inovație anatomică a deschis nișe ecologice. Protejarea acestei diversități nu este doar o obligație morală, ci o condiție pentru funcționarea ecosistemelor de care depindem direct.

Castorul-european – inginer ecosistemic

Haita de lupi – comportament social cooperativ

Pinguinul-imperial – incubație extremă

STUDIU DE CAZ. „Vecinii din pădure”: conflictele om-urs în Munții Carpați

Situație-problemă. Maria, locuitoare a unei comune din depresiunea Brașovului, observă că în ultimii doi ani urșii-bruni intră tot mai des în sat, mai ales seara: răstoarnă tomberoanele, distrug livezile, atacă stupii vecinului apicultor și chiar curțile cu animale. Primăria înregistrează apeluri de urgență la 112, aproape săptămânale, iar autoritățile caută soluții care să protejeze atât oamenii, cât și ursul-brun.

Sarcini de lucru (în echipe de patru elevi):

1. Identificați cauzele. Folosind cunoștințele despre biologia și ecologia ursului-brun, formulați ipoteze: de ce coboară urșii tot mai des în zonele locuite?

Analizați factorii: creșterea populației la peste 10 000 de exemplare (recensământul genetic 2025), fragmentarea pădurilor prin drumuri și defrișări, deficitul de hrană naturală (jir, ghindă, fructe de pădure) în anii secetoși, hrănirea voluntară a urșilor de către turiști, accesul facil la deșeurile menajere.

2. Stabiliți legătura cauză-efect. Explicați de ce, paradoxal, succesul conservării (populație în creștere) poate genera mai multe conflicte. Cum afectează **habituarea** – învățarea ursului că „om = hrană ușoară” – atât siguranța comunității, cât și pe cea a ursului însuși (exemplarele-problemă sunt adesea eutanasiate)?

3. Propuneți soluții. Imaginați-vă că sunteți consultanți pentru primărie: ce măsuri îi recomandați comunității? (de exemplu, tomberoane anti-urs cu sistem de blocare, garduri electrice în jurul livezilor și stupilor, refacerea coridoarelor ecologice între păduri, campanii „Nu hrăniți urșii!”, relocare și monitorizare GPS a exemplarelor-problemă, despăgubiri rapide pentru pagube etc).

Aplicații

1. În textul de mai jos există două afirmații greșite din punct de vedere biologic. Identifică termenii incorecți și scrie varianta corectă pentru fiecare.

„Vertebratele sunt cele mai evoluate animale care au cucerit toate ecosistemele planetei ca urmare a unor adaptări (1): fiziologice precum termoreglarea la păsări și mamifere (2), senzoriale – ecolocația la lilieci, magnetorecepția la balene (3), morfologice – camuflaj și mimetism cromatic la calmari (4). Unele vertebrate au dezvoltat complexe sociale, precum haitele de lupi vânează cooperativ (5).”

2. Observație de teren. Identificați cinci specii de păsări din curtea școlii sau dintr-un parc și clasificați-le după modul de hrănire (granivore, insectivore, răpitoare).

3. Comparație anatomică. Realizați un tabel comparativ între cele șase clase de vertebrate cu rubricile: tegument, schelet, respirație, circulație, termoreglare, reproducere.

4. *Citizen science*. Înregistrați observațiile pe platforma *iNaturalist* sau *eBird* și contribuiți la baze de date științifice globale.

5. Dezbatere. *Reintroducerea lupului în zone din care a fost eliminat – beneficiu ecologic sau risc pentru comunități?* Argumentați pro și contra, pornind de la cazul Yellowstone.

Știai că?

- **Șoimul-călător (*Falco peregrinus*)** este animalul cel mai rapid de pe Pământ: în picaj atinge frecvent peste **320 km/h**, iar recordul măsurat este de aproximativ 389 km/h.
- Inima unei **balene-albastre (*Balaenoptera musculus*)** cântărește peste **180 kg** și pompează ~220 de litri de sânge la fiecare bătaie – sunetele inimii se aud la peste 3 km depărtare sub apă.
- **Ornitorincul (*Ornithorhynchus anatinus*)** este unul dintre puținele mamifere care depun ouă (monotreme); masculul are pinteni veninoși la picioarele posterioare.
- **Cârtița-golașă (*Heterocephalus glaber*)**, un rozător din estul Africii, este singurul mamifer **eusocial** cunoscut: trăiește în colonii cu o singură „regină” reproductivă, asemenea albinelor.

16. Educație pentru sănătate. Paraziții

Termeni-cheie:

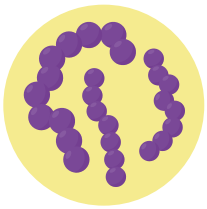
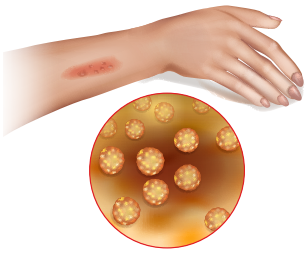
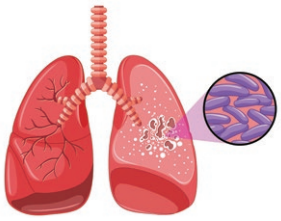
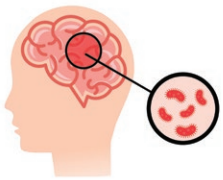
parazitoze, bacterioze, ascaridioză, teniază, micoze.

În lumea microscopică, bacteriile și protozoarele duc un „război tăcut”, invadându-ne organismul prin multiplicare rapidă. Sistemul imunitar slăbit este apoi atacat de fungi care colonizează țesuturile. Încet, dar tenace se instalează viermii paraziți și ne consumă resursele. Printr-o igienă corespunzătoare și adoptarea unui regim de viață echilibrat ne putem restabili starea de sănătate.

Organizația Mondială a Sănătății definește sănătatea drept „o stare de bunăstare fizică, mentală și socială completă și nu doar absența bolii sau a infirmității”. Educația pentru sănătate vizează conștientizarea riscurilor, prevenirea bolilor produse de organisme patogene prin respectarea regulilor de igienă și adoptarea unui stil de viață sănătos.

Parazitozele sunt boli produse de organisme care trăiesc pe sau în corpul unei gazde și se hrănesc pe seama ei. În sens strict, acestea sunt cauzate de paraziți propriu-ziși (protozoare, viermi sau artropode), iar în sens larg, pot include și unele bacterii și ciuperci cu mod de viață parazitar.

Bacteriile sunt microorganisme răspândite în toate mediile de viață, având un rol important în ecosisteme ca descompunători, dar pot pătrunde în corpul uman prin diferite căi: aer, apă, alimente sau răni, provocând diverse afecțiuni (bacterioze).

Bacterii parazite	Cale de transmitere	Afecțiune	Manifestări
 **streptococi**	aeriană, contact direct	 infecții ale pielii, gâtului	leziuni cutanate, umflături, senzația de mâncărime, dureri, febră
 **bacilul Koch**	aeriană: picături microscopice eliminate de persoanele bolnave prin tuse, strănut, vorbire	 tuberculoză	tuse persistentă, febră (în special seara), oboseală, slăbiciune și scădere în greutate
 **meningococ**	picături respiratorii, salivă, pahare, țigări	 meningită	dureri de cap intense, sensibilitate la lumină (fotofobie)

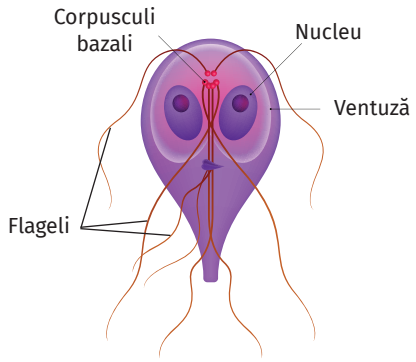


Fig. 1

Protozoare

La nivelul sistemului digestiv microorganismele parazite pot pătrunde prin alimentele consumate sau din cauza nerespectării regulilor de igienă personală. Unele amoebe (*Entamoeba histolytica*) pot parazita intestinul, ficatul și plămânii, provocând îmbolnăviri severe.

Lamblia (*Giardia intestinalis* – fig. 1) parazitează intestinul subțire (duodenul și jejunul), producând giardioza. Infecțiile cu giardia sunt mai frecvente la copii decât la adulți. Simptomele apar de obicei la 1-2 săptămâni de la expunere și includ: greață, vărsături, diaree, dureri abdominale, deshidratare și scădere în greutate.

Animale nevertebrate

Viermii paraziți se hrănesc cu nutrienții din organismele-gazdă pe care le parazitează, de aceea și-au dezvoltat și perfecționat mecanisme de supraviețuire și de reproducere, precum:

– învelișuri de protecție a corpului împotriva enzimelor din sucurile digestive ale gazdei parazitate: **cuticulă** la tenie și limbric;

– sisteme de fixare: **tenia** – coroană dublă de cârlige și patru ventuze (fig. 2), prin care se fixează de peretele intestinului subțire; **viermele de gălbează** (*Fasciola hepatica)* – două ventuze pentru fixare în ficatul oilor;

Fig. 2

– reducerea sau dispariția sistemelor de nutriție (digestiv, circulator, respirator, excretor), deoarece viermii paraziți se hrănesc cu substanțe nutritive din organismele parazitate. Nutrienții sunt absorbiți prin difuziune sau transport activ (în cazul teniilor, care nu au tub digestiv) sau prin ingestie directă (în cazul limbricilor, care au un tub digestiv complet);

– sistemul reproducător prezintă o mare adaptabilitate pentru a asigura supraviețuirea speciei; de exemplu, fiecare segment al corpului teniei (proglotă) conține organe feminine și masculine, iar segmentele terminale sunt pline cu mii de ouă (peste 80 000), care se desprind, fiind eliminate împreună cu excrementele gazdei (omul); limbricul produce un număr foarte mare de ouă, care au un înveliș foarte rezistent, ce le permite să supraviețuiască în mediu extern timp de luni sau ani.

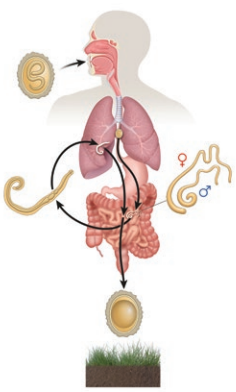


Fig. 3. Ciclul de viață la limbric

Limbricul (*Ascaris lumbricoides* – fig. 3) este un vierme cilindric parazit care provoacă ascaridioza. Prezintă sexe separate și dimorfism sexual: femelele sunt mai mari (20-35 cm lungime), masculii sunt mai mici și mai subțiri (lungime 15-30 cm). Odată ajunse în intestinul subțire, ouăle de limbric se transformă în larve, iar pe cale circulatorie pot ajunge în ficat și în plămâni.

Tenia porcului (*Taenia solium*) sau **tenia boului** (*Taenia saginata* – fig. 4) sunt viermi lați, care au două gazde în ciclul lor de viață. Gazda intermediară este porcul sau vita, unde, din ouă, se dezvoltă și se fixează în mușchii animalului forma larvară, cisticercul. Gazda definitivă este omul, iar cisticercii ajung în organism prin consumul de carne crudă (cu larve), insuficient preparată termic, și provoacă o infecție parazitară numită teniază. Ajunse în organismul uman, larvele se fixează în intestin și se transformă în adulți care provoacă diverse simptome,

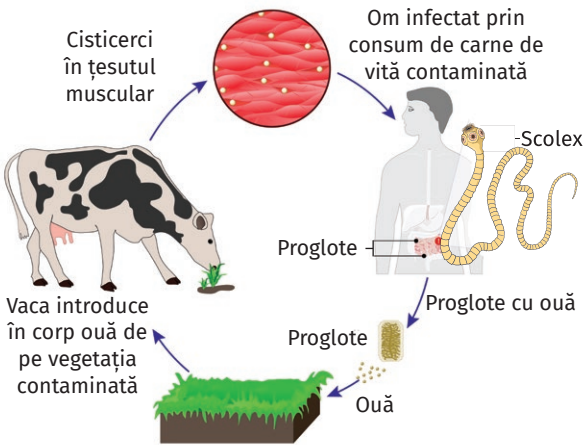


Fig. 4. Ciclul de viață al teniei

precum: dureri abdominale, greață, scădere în greutate. Teniile adulte pot atinge dimensiuni impresionante: **tenia boului** măsoară, de regulă, 4-10 m, dar poate ajunge până la 20-25 m; **tenia porcului** are de obicei 2-7 m; **tenia peștelui** (*Diphyllobothrium latum)* poate atinge frecvent 10-15 m.

Oxiurii (*Enterobius vermicularis* – fig. 5) sunt viermi cilindrici mici (femela: 8-13 mm, masculii: 2-5 mm) care parazitează intestinul gros (cecumul) și provoacă infecții parazitare mai ales la copii. Ouăle lor contaminează hainele, lenjeria de pat și se transmit prin mâini murdare, vegetale nespălate. Oxiuriaza apare sub formă de epidemii familiale sau instituționale.

Ciupercile parazite provoacă la om infecții numite micoze. Cele mai frecvente afectează pielea, unghiile și părul. Factorii de risc sunt reprezentați de igiena precară, sistemul imunitar slăbit și folosirea antibioticelor pe termen lung.

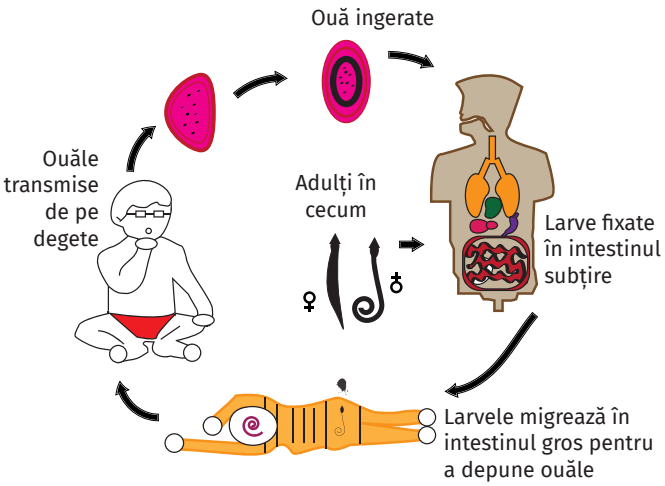


Fig. 5. Ciclul de viață la oxiuri

Măsuri generale de prevenție a infecțiilor patogene

Prevenirea infecțiilor patogene se face, în majoritatea cazurilor, prin măsuri de igienă personală:

- spălarea regulată a mâinilor cu apă și săpun (sau folosirea unui dezinfectant), înainte de masă și după folosirea toaletelor, precum și înainte de manipularea alimentelor;
- spălarea riguroasă a fructelor și a legumelor;
- verificarea de către medicul veterinar a cărnii pentru consum provenită din gospodării, evitarea consumului de carne crudă, gătirea completă a cărnii de porc și de vită;
- evitarea consumului/înghițirii de apă din surse nesigure, piscine sau lacuri;
- evitarea contactului cu persoane bolnave, acoperirea gurii sau a nasului în timpul tusei sau curățarea regulată a suprafețelor din jur;
- igienă riguroasă, evitarea folosirii în comun a obiectelor personale (prosoape, încălțăminte).

Știai că?

- Numărul mare de limbrici poate duce la complicații precum obstrucția intestinală (ocluzie).
- În cazul teniei câinelui, *Echinococcus granulosus* (3-6 mm lungime), gazda definitivă este câinele, iar omul poate deveni gazdă intermediară, dacă înghite accidental ouăle parazitului (prin mâini murdare, contact cu blana câinelui sau alimente contaminate). În stomac și intestin, ouăle eliberează embrionul care pătrunde în sistemul circulator și ajunge, de regulă, în ficat, în plămâni, chiar și în creier (1-2% cazuri). Aici se fixează și se transformă într-o veziculă plină cu un lichid puternic antigenic (chistul hidatic), care crește lent (1-5 cm în diametru/an). Ruperea chistului poate provoca un șoc anafilactic sever sau răspândirea infecției în tot corpul.

Concluzie Parazitozele sunt cauzate de agenți diverși, de la bacterii și protozoare microscopice până la viermi de mari dimensiuni. Toți acești paraziți supraviețuiesc exploatând resursele gazdei, provocând afecțiuni care variază de la simptome digestive la cele neurologice. Cele mai multe parazitoze pot fi evitate prin igienă riguroasă și prepararea corectă a alimentelor.

Studiu de caz

Într-o clasă, un elev este diagnosticat cu o parazitoză provocată de un vierme intestinal. Realizați o analiză a cauzelor și precizați măsurile care trebuie luate în comunitatea școlară pentru a împiedica răspândirea acestei afecțiuni.

17. Educație pentru sănătate. Posibili vectori ai unor boli

Mici creaturi, aparent inofensive, stau tăcute la pândă, fiind mai mult decât simpli „observatori” sâcâitori. Țânțarii „aplică” o înțepătură, căpușele o mușcătură și astfel primim un „cadou” care poate determina o problemă medicală complexă.

Termeni-cheie:
vectori, căpușe, țânțari, malaria, zoonoze.

Unele afecțiuni sunt produse de agenți patogeni care ajung în corpul omului prin intermediul unor organisme numite **vectori**. Aceștia se hrănesc cu sângele mamiferelor, ingerează microorganisme patogene de la o gazdă infectată și le transmit apoi la o altă gazdă, după ce agentul patogen s-a multiplicat. Conform datelor Organizației Mondiale a Sănătății (OMS), bolile provocate sunt o problemă de sănătate publică globală, reprezentând 17% dintre toate bolile infecțioase și provocând peste 700 000 de decese anual; până la 80% din populația lumii este expusă riscului pentru una sau mai multe boli transmise prin vectori.

Organisme-vectori

1. Căpușele (fig. 1) sunt artropode parazite, care trăiesc pe reptile, păsări, mamifere și om și prin mușcătura lor, pot transmite virusuri, bacterii sau protozoare. La nivel global, sunt considerate a doua cea mai mare amenințare pentru sănătate, după țânțari.

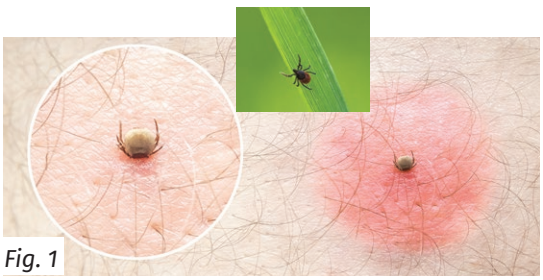


Fig. 1

Boli transmise prin înțepătura căpușei:

Encefalita de căpușe	Borelioza (boala Lyme)	Babesioza	Febra hemoragică Crimeea-Congo
Infecție virală severă a sistemului nervos central.	Provocată de bacteria *Borrelia burgdorferi.*	Provocată de un protozoar (*Babesia*) care distruge hematiile din sânge.	Boală virală zoonotică transmisă prin vectori (căpușe) și contactul cu sângele animalelor infectate.
Prima fază: simptome gripale (febră, dureri de cap, oboseală); a doua fază: semne de inflamație a creierului (meningită, encefalită): febră înaltă, rigiditate a gâtului, confuzie, convulsii, paralizii. Nu există tratament antiviral specific.	Debut: erupție cutanată (pată roșie care se extinde în jurul mușcăturii). Simptome inițiale: febră, oboseală, dureri de cap, dureri musculare și articulare. Netratată, poate afecta sistemul nervos, articulațiile (artrită Lyme) și inima.	Multe persoane infectate nu prezintă simptome. Dacă apar, acestea seamănă cu malaria: febră mare, frisoane, transpirații, dureri musculare, oboseală și pot duce la anemie hemolitică. Tratament: medicamente antiparazitare și antibiotice.	Debut brusc: febră mare, dureri musculare, amețeli, sensibilitate la lumină, dureri abdominale și vărsături. Faza hemoragică (la 3-5 zile de la debut): modificări de dispoziție, confuzie și sângerări severe (gingivale, nazale, hemoragii interne), ducând la insuficiență de organ. Rată de mortalitate ridicată: 10-40%.

2. Țânțarii, în special femelele, se hrănesc cu sângele oamenilor sau al animalelor și pot prelua, odată cu acesta, agenți patogeni precum virusuri (West Nile, Zika) sau paraziți (*Plasmodium*). De exemplu, femela infectată a țânțarului anofel (fig. 2) transmite, prin înțepătură, parazitul *Plasmodium malariae* în fluxul sangvin, iar acesta atacă globulele roșii ale gazdei. Persoanele infectate prezintă febră, frisoane intense, dureri de cap, greață, vărsături, diaree. Pe măsură ce boala evoluează, pot apărea complicații precum anemia, icterul și afectarea creierului, care pot duce la comă și chiar deces, în aproximativ 15–20% dintre cazuri.

Principalul factor de risc îl reprezintă călătoriile în zonele unde boala este activă, țările din regiunile tropicale și subtropicale.

Nu există un tratament antiviral specific pentru aceste infecții; tratamentul este, în general, simptomatic și de susținere. Vaccinarea reprezintă una dintre cele mai eficiente metode de prevenire, acolo unde este disponibilă.

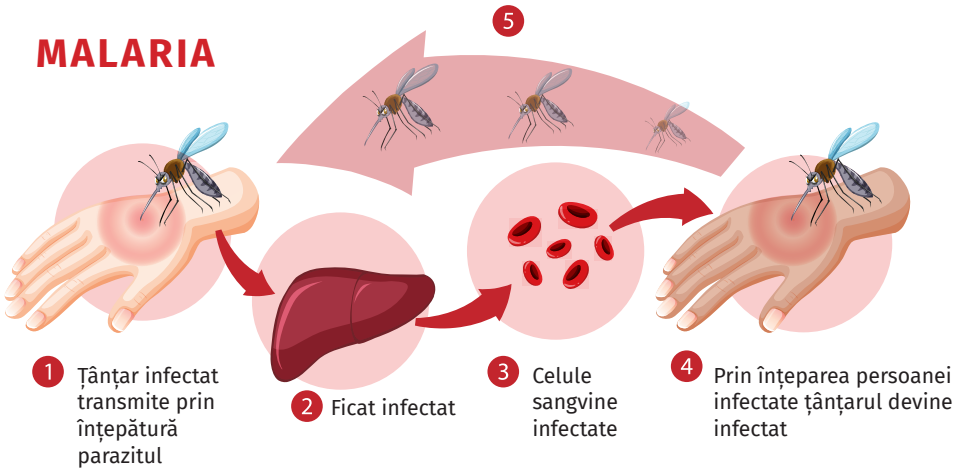


Fig. 2. Transmiterea malariei de către țânțarul anofel

3. Păduchii de corp și **puricii** afectează pielea umană și se transmit prin hainele sau obiectele unei persoane infestate. În condiții de igienă precară, aceștia sunt responsabili de transmiterea unor bacterii, provocând boli infecțioase grave, precum tifosul epidemic (păduchele), respectiv ciuma (puricele).

Zoonozele sunt tipuri de afecțiuni generate de bacterii, fungi, virusuri care sunt transmise prin contact direct sau indirect cu animalul bolnav (salivă, excremente, consum de alimente contaminate). Animalele din ferme (oi, vaci, capre, porci), cele de companie (câini, pisici), păsări domestice și cele exotice, rozătoarele (hamsteri, șoareci, șobolani) pot transmite diferite tipuri de agenți patogeni implicați în apariția zoonozelor.

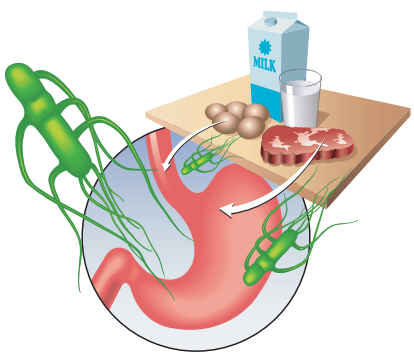


Fig. 3. Transmiterea salmonelei

Păsările pot transmite bacterii din genul *Salmonella*, prezente în ouă crude sau insuficient preparate termic, în carne crudă sau prin contact direct cu păsări infectate (fig. 3). Peste 95% dintre infecțiile cu *Salmonella* se transmit pe cale alimentară, iar boala produsă se numește salmoneloză.

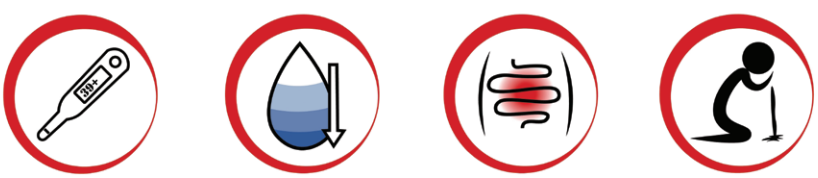


Fig. 4. Simptome ale salmonelozei

Mamiferele sălbatice sau domestice pot transmite bacterii, virusuri sau fungi, provocând boli. Transmiterea se realizează frecvent prin mușcături sau zgârieturi, care pot reprezenta porți de intrare pentru agenții patogeni. De exemplu, turbarea (rabia) este o infecție virală care afectează sistemul nervos central și se transmite prin mușcături sau zgârieri contaminate cu saliva animalelor infectate, precum câinii, pisicile și vulpile.

Șobolanii pot acționa ca vectori pentru mai multe boli grave, cum ar fi leptospiroza și salmoneloza (cauzate de bacterii) și, mai rar, ciuma sau rabia.

Ploșnițele sunt insecte mici hematofage care se hrănesc cu sânge și pot provoca, prin mușcătură, reacții alergice și infecții secundare apărute în urma scărpinării. Totuși, ele nu sunt veninoase și nu sunt considerate vectori importanți pentru agenți patogeni relevanți pentru om.

Păianjenii sunt mici artropode care mușcă și provoacă iritație ușoară la nivelul pielii. Cea mai periculoasă mușcătură de păianjen este cea a văduvei-negre, care trăiește în zona Deltei Dunării.

Concluzie

Vectorii biologici (insecte precum țânțarii, căpușele, păduchii, puricii) reprezintă o componentă critică în ecologia bolilor infecțioase, facilitând transmiterea rapidă a infecțiilor între animale și oameni. Alte afecțiuni, zoonozele (salmoneloza, leptospiroza, rabia), sunt generate de bacterii, fungi, virusuri care sunt transmise de animalele bolnave la oameni.

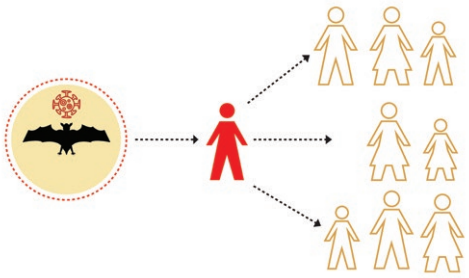


Fig. 5. Conceptul de zoonoză – boală infecțioasă care se răspândește de la animale la oameni și care creează o epidemie.

Măsuri generale de protecție împotriva vectorilor

Includ igiena personală, utilizarea barierelor fizice (haine adecvate, plase) și a substanțelor chimice (repelente):

- **măsuri de igienă personală și a locuinței**: igiena hainelor și a lenjeriei de pat, evitarea utilizării în comun a obiectelor de uz personal (perie, pieptene), precum și dezinfectarea acestora;
- **utilizarea barierelor fizice**: purtarea hainelor lungi, de culoare deschisă și verificarea corpului după activități în natură (evitarea căpușelor); montarea plaselor contra țânțarilor;
- **utilizarea substanțelor chimice** (repelente): sprayuri împotriva insectelor;
- **vaccinarea** persoanelor care călătoresc în regiuni tropicale, tratament preventiv administrat înainte, în timpul sau după călătorie;
- **îngrijirea adecvată a animalelor de companie**: vaccinarea și deparazitarea, internă și externă.

Știai că?

- Dengue este una dintre cele mai răspândite infecții virale transmise de țânțarii Aedes. Se estimează că anual apar aproximativ 390 de milioane de infecții cu virusul dengue, dintre care aproximativ 96 de milioane se manifestă clinic. În 2024, OMS a raportat peste 14,4 milioane de cazuri de dengue și peste 11 000 de decese la nivel mondial.
- Țânțarul din genul *Anopheles* este principalul vector al malariei, iar cel din genul *Aedes* transmite febra galbenă și Zika.
- O mamă infectată cu *Plasmodium malariae* poate transmite boala copilului ei la naștere – malarie congenitală.
- *Plasmodium falciparum* este cel mai periculos și provoacă cea mai gravă formă a bolii, cu un risc ridicat de deces.

Studiu de caz

Andrei pleacă într-o expediție științifică în Republica Democrată Congo, pentru a realiza observații asupra florei și faunei din această țară. După revenirea în țară, se simte rău și este transportat la secția de urgențe. În urma investigațiilor făcute, este transferat la secția de boli infecțioase.

a. Precizați care ar fi o posibilă afecțiune a lui Andrei.

b. Numiți cel puțin două măsuri pe care ar fi trebuit să le adopte Andrei pentru a preveni infecția în zona de risc.

18. Diversitatea vieții pe Pământ: valoare, vulnerabilități și responsabilitatea conservării

Termeni-cheie:

biodiversitate, producători, consumatori, descompunători, lanț trofic, specie-cheie.

Biodiversitatea este o bibliotecă vie care există de 3,8 miliarde de ani. În această bibliotecă, fiecare specie este o „carte unică” – un set de instrucțiuni pentru supraviețuire, perfecționat de evoluție. De-a lungul timpului, omul a învățat să descifreze acest limbaj și să folosească „tehnologia” naturii pentru propriul progres. Însă, prin acțiunile sale, biblioteca a fost adesea afectată. Astăzi, rafturile devin tot mai goale, iar pagini întregi despre viață dispar înainte de a fi înțelese. Omul a avut mereu de ales: să protejeze această bibliotecă a vieții sau să contribuie la dispariția ei. Identifică în comunitatea ta două acțiuni prin care omul protejează biodiversitatea și două acțiuni prin care contribuie la pierderea acesteia.

Ce este biodiversitatea și de ce este importantă?

Biodiversitatea reprezintă diversitatea organismelor vii de pe Pământ și include varietatea genelor din fiecare specie, toate speciile de plante, animale, ciuperci și microorganisme, dar și complexitatea habitatelor și a modului în care aceste organisme interacționează între ele în natură.

Ecosistemele funcționează datorită interacțiunilor dintre producători, consumatori și descompunători. Prin aceste relații, energia se transferă unidirecțional, iar materia este reciclată, menținând echilibrul natural.

Biodiversitatea face posibilă existența resurselor și a condițiilor necesare vieții: plantele produc hrană și oxigen, animalele contribuie la transferul materiei în lanțurile trofice, iar microorganismele reciclează substanțele necesare altor organisme. În același timp, mediul este menținut într-o stare favorabilă vieții.

Omul face parte din această diversitate și depinde de ea pentru hrană și condiții de viață, dar are și capacitatea de a o modifica.

Atunci când biodiversitatea scade, natura își pierde echilibrul și nu mai poate reface eficient resursele necesare vieții.

Studiu de caz. Echilibrul unei păduri de conifere

Tabel – Variația populațiilor într-o pădure de conifere (2000–2020)

An	Lupi	Cerbi	Puieți conifere	Fluturi
2000	50	300	120 000	2 000
2010	15	520	80 000	1 500
2020	5	700	30 000	600

Într-o pădure de conifere cu suprafața de aproximativ 10 000 ha au fost monitorizate, pe o perioadă de 20 de ani, populațiile unor organisme: lupi, cerbi, puieți de conifere și fluturi polenizatori. Datele sunt prezentate în tabelul alăturat.

Pe baza datelor din tabel:

a. descrie cum s-au modificat populațiile între 2000 și 2020;

b. explică legătura dintre organisme (lupi, cerbi, plante, fluturi);

c. argumentează cum a influențat reducerea populației de lupi echilibrul ecosistemului.

Accesează codul QR alăturat și oferă o posibilă explicație științifică.
Urmărește materialul video și identifică rolul speciilor-cheie în ecosistem.
Explică legătura dintre acest exemplu și studiul de caz analizat.

Ce se întâmplă când biodiversitatea scade?

Conservarea biodiversității presupune măsuri prin care sunt protejate speciile și mediile lor de viață, în special în situațiile în care activitățile umane produc dezechilibre. Aceste măsuri includ **protejarea habitatelor naturale, limitarea exploatării resurselor și reducerea poluării**, contribuind la menținerea echilibrului ecosistemelor.

În lipsa acestor măsuri, populațiile de organisme pot scădea sau dispărea, iar relațiile dintre ele sunt afectate, ceea ce poate duce la dezechilibre în lanț.

Un rol important îl au ariile protejate, precum Delta Dunării, unde activitățile umane sunt limitate pentru a permite menținerea biodiversității și refacerea populațiilor afectate.

BIOMIMETISM – mod de a crea soluții, inspirându-ne din natură.

Aplicație

Crezi că natura ne poate oferi soluții și pentru alte probleme? **Oferă** un exemplu.

PRINCIPALELE CAUZE ALE DIMINUĂRII BIODIVERSITĂȚII

- Poluarea aerului, apei, solului
- Fragmentarea și distrugerea habitatelor
- Introducerea speciilor invazive
- Exploatarea excesivă a resurselor
- Schimbările climatice

Dacă vrei să știi mai mult!

- Aripile fluturelui Morpho au inspirat ecranele Mirasol, care redau culori vibrante, folosind lumina ambientală pentru afișarea culorilor.

Concluzie

Responsabilitatea conservării biodiversității revine fiecărei persoane. Consumul responsabil și alegerile zilnice, precum reducerea risipei, protejarea spațiilor verzi sau utilizarea eficientă a resurselor pot contribui la protejarea biodiversității.

Știai că?

- Pânza de păianjen este vizibilă pentru păsări, prin reflexia radiațiilor UV. Inspirându-se din acest fenomen, oamenii au creat geamuri cu marcaje UV care reduc coliziunea păsărilor.

Aplicații

1. Lucru în echipă

Identificați două activități care ar trebui permise și trei activități care ar trebui interzise într-o arie protejată și argumentați alegerile, folosind relațiile dintre organisme.

2. Portofoliu. „Biodiversitatea din comunitatea mea”

Alege un spațiu din apropierea ta (parc, pădure, lac, grădină) și realizează o scurtă analiză a biodiversității din acea zonă.

Include: descrierea locului, cel puțin trei specii observate și rolul lor, o problemă identificată (vulnerabilitate), două propuneri de protejare a biodiversității. Pentru identificarea speciilor poți folosi aplicația *Seek by iNaturalist* sau *Global Biodiversity Information Facility*. Pentru a vizualiza baremul de evaluare, scanează codul QR.

FIȘĂ DE LUCRU
BIODIVERSITATEA ÎN COMUNITATEA MEA

Nume: _____ Clasa: _____ Data: _____

1. Alegerea zonei studiate

Locația: ----------

Tipul de mediu: parc/pădure/lac/grădină/altul

Descriere: ----------

---

2. Observarea biodiversității

Notează cel puțin trei organisme:

1. ----------
2. ----------
3. ----------

3. Problema identificată

Problemă: ----------

Cum afectează biodiversitatea: ----------

4. Propuneri de protejare

1. ----------
2. ----------

Explicație:

---

5. Reflecție

Ce ai învățat:

Ce poți face:

Pune în practică: *Pe baza fișei de lucru, creează un poster, o prezentare digitală sau un scurt video și comunică colegilor observațiile tale. Această activitate îți oferă ocazia să observi direct biodiversitatea și să înțelegi rolul tău în protejarea ei.*

ANIMALE

Organisme pluricelulare, mobile, nevertebrate și vertebrate, cu nutriție heterotrofă

- **Nevertebrate:** fără coloană vertebrală, sunt numeroase, trăiesc în toate mediile de viață, libere sau parazite, solitare sau coloniale, forme variate, divers adaptate la mediul de viață
  - Spongieri (bureți) – acvatici, au pori, conțin spongină (buretele-de-baie, buretele-de-pâine)
  - Celenterate – acvatice, au celule urzicătoare și brațe bucale (hidra, meduza, coralul)
  - Viermi
    - plați: corp plat, fără cavitate a corpului, liberi (planaria), paraziți (viermele-de-gălbează)
    - cilindrici: corp fusiform, nesegmentat, mulți dintre ei paraziți (limbricul, oxiurul, trichina)
    - inelați: corp segmentat în inele, forme libere (râma, polichetele), parazite (lipitoarea)
  - Moluște – corp moale, forme libere
    - gasteropode: au picior și cochilie spiralată (melcul-de-livadă)
    - bivalve: cochilie formată din două valve articulate (scoica)
    - cefalopode: picior transformat în tentacule situate în regiunea capului (sepia, caracatița, nautilul)
  - Artropode – cele mai numeroase nevertebrate, au exoschelet rigid
    - arahnide: au cefalotorace și abdomen, patru perechi de picioare, fără antene (păianjen)
    - crustacee: au o crustă calcaroasă, cinci perechi de picioare, două perechi de antene (rac, crab)
    - insecte: au cap, torace și abdomen, două perechi de aripi, trei perechi de picioare, o pereche de antene (albină, fluture, furnică)
  - Echinoderme: acvatice, au țepi (arici-de-mare, stea-de-mare)

OBSERVĂ ȘI IDENTIFICĂ!

1. Identifică nevertebratele din fig. 1 și fig. 2 și precizează o asemănare și o deosebire.
2. Recunoaște cât mai multe nevertebrate în imaginea 3 și încadrează-le în grupele corespunzătoare.

Fig. 1

Fig. 2

Fig. 3

IDENTIFICĂ ȘI DESCRIE!

Identifică, la alegere, 10 animale din imaginea alăturată, încadrează-le și precizează pentru fiecare o caracteristică.

ANIMALE

- **Vertebrate:** au coloană vertebrală, creier protejat de craniu, organisme complexe, perfect adaptate la mediu
  - Pești: acvatici, hidrodinamici, fusiformi, au solzi și branhii, linie laterală (crap, stavrid, rechin)
  - Amfibieni: trăiesc în apă și pe uscat, piele subțire, metamorfoză (broasca-de-lac, salamandra)
  - Reptile: terestre, târâtoare, au solzi (șerpi, șopârle), plăci (crocodil), carapace (țestoasa)
  - Păsări: adaptate la zbor, homeoterme, au aripi, schelet pneumatic, saci aerieni atașați de plămâni (uliu, tucan, struț, cuc)
  - Mamifere: corp acoperit cu păr, homeoterme, au glande mamare, dentiție specializată, erbivore (ren, vacă), carnivore (pisică, lup), omnivore (om, urs-brun)

Educație pentru sănătate. Paraziții

Parazitozele sunt boli cauzate de bacterii, protozoare, viermi etc. care exploatează resursele gazdei.

- **Paraziți:** trăiesc pe seama altora, au dezvoltat variate mecanisme de supraviețuire și reproducere
  - bacterii patogene: streptococ, meningococ, bacilul Koch – produc bacterioze
  - protozoare: unele amibe, lamblia (produce giardioza)
  - nevertebrate: tenie, vierme-de-gălbează, limbric (produce ascaridioza), oxiuri (produc oxiuroza)
  - ciupercile parazite produc micoze care afectează pielea, unghiile și părul animalelor
- **Vectori:** organisme care transmit boli, fără a fi ele cauza (căpușa transmite boala Lyme, țânțarul transmite malaria, păduchii transmit tifosul, iar puricele, ciuma.
- **Zoonoze,** boli transmise omului de către animalele bolnave (salmoneloza, rabia, leptospiroza)
- **Măsuri generale de protecție:** igienă personală și a locuinței, utilizarea substanțelor repelente, vaccinarea celor care călătoresc în zone tropicale etc.

Starea de sănătate se poate menține printr-o igienă corespunzătoare și un regim de viață echilibrat!

BIODIVERSITATEA – poate fi conservată prin reducerea risipei, utilizarea eficientă a resurselor și prin protejarea spațiilor verzi.

I. A. Completează spațiile libere din afirmația următoare, astfel încât aceasta să fie corectă.

Nevertebratele cuprind organisme de dimensiuni și forme variate, cu corpul moale protejat de _____ (la insecte, crustacee) sau de _____ (la melci). Simetria corpului este _____ (stele-de-mare, meduze) sau _____ (la majoritatea).

B. Numește două funcții ale animalelor. Asociază fiecare funcție aleasă cu câte un organ sau sistem de organe care o îndeplinește.

C. Alege un singur răspuns corect dintre variantele propuse.

1. Meduza face parte din:
a. spongieri;
b. celenterate;
c. moluște;
d. cefalopode.

2. Patru perechi de picioare prezintă:
a. căpușa;
b. racul;
c. albina;
d. puricele-de-baltă.

3. Adaptări comportamentale sunt următoarele, exceptând:
a. culoarea de avertizare;
b. mutualismul;
c. mimetismul;
d. camuflajul.

4. Animal homeoterm este:
a. pinguinul;
b. crapul;
c. broasca-de-lac;
d. crocodilul.

D. Adevărat sau fals? Scrie litera **A** pentru enunțurile corecte și litera **F** pentru cele false. Modifică parțial afirmația pe care o consideri falsă, pentru ca aceasta să devină adevărată.

1. Amfibienii sunt adaptați la două medii de viață, acvatic și terestru.
2. Păsările au membrele posterioare transformate în aripi și pene pentru păstrarea căldurii.
3. Metamorfoza este întâlnită la amfibieni și reptile.

II. 1. Vertebratele au cucerit toate marile habitate ale planetei datorită unor adaptări remarcabile.

a. Numește două categorii de adaptări și prezintă câte un exemplu pentru fiecare categorie.

b. Explică afirmația următoare: „Evoluția vertebratelor reprezintă o succesiune de inovații anatomice majore."

c. Construiește două enunțuri afirmative, utilizând limbajul științific adecvat. Folosește informații referitoare la următoarele conținuturi: **pești** și **mamifere**.

2. Educația pentru sănătate vizează conștientizarea riscurilor, prevenirea bolilor produse de organisme patogene prin respectarea regulilor de igienă și adoptarea unui stil de viață sănătos.

a. Numește două parazitoze și precizează pentru fiecare agentul patogen care o provoacă.

b. Scrie un argument în favoarea afirmației următoare: „Prevenirea infecțiilor patogene se face, în majoritatea cazurilor, prin măsuri de igienă personală".

c. Alcătuiți un minieseu (4-5 fraze), intitulat „Conservarea biodiversității depinde de fiecare dintre noi", folosind conținuturile științifice din manual.

III. A.

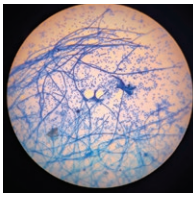
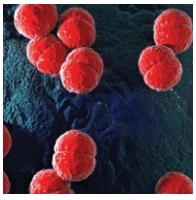
1. Identifică organismul care are următoarele trăsături:

1. coloană vertebrală;
2. circulație dublă;
3. pielea subțire și umedă;
4. depune ouăle în apă, iar larvele se metamorfozează în adult.

2. A. Identifică în următorul text cele patru noțiuni greșite, subliniază-le și înlocuiește-le cu cele corecte.

„Spre deosebire de majoritatea nevertebratelor care au un sistem circulator închis, vertebratele au un sistem circulator deschis, ceea ce permite transportul oxigenului cu o presiune mai mare. În ceea ce privește scheletul, la nevertebrate acesta este adesea reprezentat de o cuticulă externă de calcar, în timp ce la vertebrate scheletul este situat în interior și format din țesut nervos sau cartilaginos."

B. Asociază fiecare afecțiune din coloana **A** cu agentul său patogen din coloana **B** și cu măsura principală de prevenție din coloana **C**, după modelul 3–B–b.

A. afecțiune	B. agentul patogen	C. măsură de prevenție
1. meningita	A. 	a. spălarea fructelor și a legumelor crude înainte de consum, filtrarea apei de consum
2. giardioza	B. 	b. șosete care nu rețin transpirația, neutilizarea în comun a prosopului, unghierei, hainelor
3. dermatomicoza	C. 	c. spălarea frecventă a mâinilor cu apă și săpun, neutilizarea la comun a paharelor, tacâmurilor etc.
4. malaria	D. 	d. purtarea de bluze cu mânecă lungă, pantaloni lungi, aplicare de sprayuri care conțin DEET

Notă: Total puncte (**I., II., III.**) + puncte din oficiu = 90 p. + 10 p. = **100 de puncte**

Punctaj acordat: I. A. 1 p. x 4 = 4 p.; **B.** (1 p. +2 p.) x 2 = 6 p.; **C.** 2 p. x 4 = 8 p.; **D.** (2 p. x 3) + (2 p. x 2) = 10 **(28 p.)/ II. 1. a.** 6 p.; **b.** 4 p.; **c.** 8 p; **2. a.** 6 p, **b.** 4 p., **c.** 10 p; **(38 p.)/III. A. 1.** 8 p.; **2.** 8 p.; **B.** 8 p. **(24 p.)**

5.

IMPACTUL ACTIVITĂȚILOR UMANE ASUPRA ECOSISTEMELOR

1. Prezența omului în mediu în era modernă

Termeni-cheie:

resurse naturale, deșeuri, poluare, impact antropic, bioindicator.

Te-ai întrebat vreodată câtă forță se ascunde într-o plantă pe care o numim, simplu, buruiană? În timp ce oamenii construiesc orașe din sticlă și beton, la picioarele noastre se desfășoară o luptă tăcută. Eroii asfaltului nu poartă pelerine, ci petale. Ei cresc acolo unde pare imposibil, transformă o fisură într-un nou început și rezistă chiar și atunci când mediul devine ostil. Totuși, această capacitate are limite. Atunci când modificările produse de om depășesc capacitatea de adaptare a ecosistemelor, echilibrul natural este afectat.

Scanează codul QR, privește videoclipul și reflectează: suntem parte a problemei sau parte a soluției? Ce rol alegi?_____

Prezența omului în mediul modern

În era modernă, **creșterea populației umane** și dezvoltarea economică determină o utilizare intensă a **resurselor naturale**. Extinderea așezărilor umane și dezvoltarea infrastructurii conduc la creșterea consumului de resurse și la transformarea **mediului natural**. Utilizarea resurselor naturale, precum apa, energia și materiile prime, este însoțită de producerea unor cantități mari de **deșeuri,** de intensificarea **poluării** și degradarea calității aerului, apei și a solului, care afectează **sănătatea oamenilor**, favorizând apariția unor boli respiratorii, alergii, intoxicații.

Impactul activităților umane

Activitățile umane generează un **impact antropic** asupra mediului, manifestat prin distrugerea **habitatelor** (locurile în care trăiesc organismele), reducerea **biodiversității** și perturbarea relațiilor dintre acestea. În aceste condiții, biodiversitatea scade, iar funcționarea **ecosistemelor** este afectată. Modificările produse de activitățile umane influențează condițiile de viață ale organismelor și pot conduce la **dezechilibre ecologice**, situații în care unele specii dispar, iar altele se înmulțesc excesiv. **Ecosistemele** funcționează în echilibru, deoarece toate componentele lor, organismele și mediul, sunt legate între ele, iar modificarea uneia le poate afecta pe celelalte.

Observă și investighează

Imaginile de mai sus ilustrează modificarea unui ecosistem acvatic în timp, sub influența activităților umane. Analizează și explică aceste schimbări.

1. Observă și descrie

a. Cum este calitatea apei în fiecare situație?

b. Cum este vegetația din jurul lacului?

c. Cum variază diversitatea organismelor?

2. Formulează o concluzie

a. Cum s-a modificat ecosistemul lacului?

b. Ce crezi că a determinat aceste schimbări?

Investighează mediul apropiat

Crezi că astfel de modificări pot apărea și în zona în care locuiești?

Folosește o aplicație digitală (*Google Earth/Google Earth Pro – funcția Historical Imagery*) și:

a. identifică zona în care locuiești;

b. compară imagini de acum 20-30 de ani cu cele din prezent;

c. prezintă colegilor două imagini relevante (trecut și prezent);

d. descrie o modificare observată și explică impactul acesteia asupra mediului.

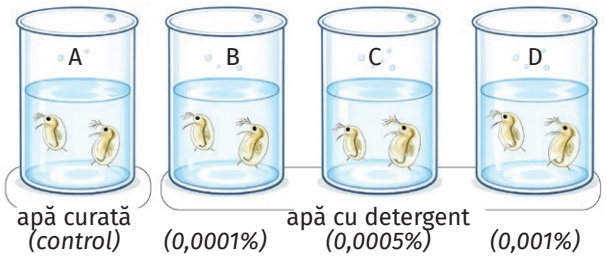
Responsabilitatea conservării

Omul este atât componentă a mediului, cât și **factor de transformare a acestuia**. Înțelegerea relației dintre activitățile umane și mediul înconjurător presupune analiza efectelor produse și asumarea **responsabilității conservării biodiversității.**

Conservarea presupune protejarea mediului, prin menținerea habitatelor și a speciilor, utilizarea responsabilă a resurselor și reducerea poluării. **Comportamentele sustenabile implică utilizarea resurselor fără a afecta mediul, astfel încât acestea să rămână disponibile și pentru generațiile viitoare.**

Investigație experimentală: Poluarea apei

Pentru a înțelege cum poluarea afectează organismele acvatice, se poate realiza un experiment cu dafnia (*Daphnia magna*), un organism sensibil la calitatea apei. Dafnia se hrănește cu fitoplancton (alge microscopice) și alte particule organice și reprezintă hrană pentru pești, având un rol important în lanțurile trofice acvatice. În experiment, dafniile sunt introduse în patru probe de apă: (A) – apă curată; (B–D) – apă cu detergent în concentrații diferite. După 30 de secunde, se măsoară frecvența mișcărilor dafniilor din fiecare probă. Pentru ca rezultatele să poată fi comparate, se păstrează aceleași condiții: același volum de apă, același număr de dafnii, același timp de observare și aceeași temperatură.



Loturi experimentale *Daphnia magna*

Identifică variabilele experimentului:

– **variabila independentă**: ce se modifică?

– **variabila dependentă:** ce se măsoară?

– **variabilele controlate:** ce rămâne neschimbat?

Acest experiment este un model simplificat al modului în care poluanții pot influența activitatea organismelor acvatice.

Tabel – Date experimentale privind efectul detergentului asupra activității dafniilor

Proba	Concentrație detergent (%)	Număr mediu de mișcări în 30 secunde
A	0	18
B	0,0001	15
C	0,0005	11
D	0,001	7

Analizează datele experimentale

1. Observă valorile din tabel: Cum se modifică numărul de mișcări ale dafniilor atunci când crește concentrația detergentului?

2. Reprezintă grafic datele: Construiește un grafic al variației numărului de mișcări, în funcție de concentrația detergentului.

3. Interpretează rezultatele: Ce relație există între concentrația detergentului și activitatea dafniilor?

4. Formulează concluzia, completând enunțul: Pe măsură ce concentrația detergentului _____, activitatea dafniilor _____.

Aplică și verifică

Pe baza analizei, alege afirmațiile corecte:

1. Chiar și cantitățile mici de poluanți afectează organismele.
2. Substanțele poluante produc dezechilibre în ecosisteme.
3. Creșterea concentrației de detergent crește activitatea dafniilor.

Conectare la viața reală

- Cum ajung detergenții în apele naturale?
- Ce poți face pentru a reduce poluarea apei în viața de zi cu zi?

Știai că?

- Se estimează că un om ingeră, în medie, într-o săptămână, o cantitate de microplastic echivalentă cu masa unui card bancar. Aceste particule provin din ambalaje, textile sau alte produse care ajung în apă și în hrană.

Dacă vrei să știi mai mult!

- Un oraș cu o bună calitate a mediului respectă regula 3–30–300: locuitorii ar trebui să vadă cel puțin 3 arbori din locuință, să beneficieze de aproximativ 30% spațiu verde în cartier și să aibă acces la un parc situat la maximum 300 m distanță.
- Vegetația reduce poluarea prin absorbția CO_2 și a altor gaze toxice, scade temperatura prin umbrire și evapotranspirație și îmbunătățește calitatea aerului prin reținerea particulelor de praf.

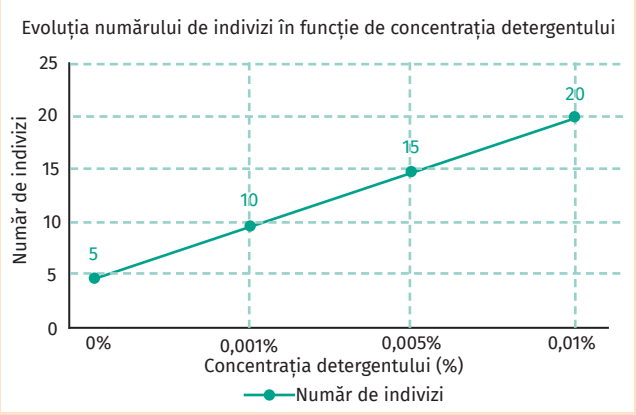
Concluzie Omul și mediul se influențează reciproc. Activitățile umane modifică ecosistemele, iar schimbările din mediu afectează direct viața oamenilor. Echilibrul naturii depinde de modul în care fiecare dintre noi utilizează resursele și își adaptează comportamentul.

Aplicații

1. Interpretarea datelor experimentale

Graficul prezintă efectul concentrației detergentului asupra numărului de melci de apă dulce (de acvariu).

1. Analizează graficul și identifică eroarea științifică.
2. Explică de ce este greșită interpretarea.
3. Propune o variantă corectă a relației dintre variabile (concentrația de detergent/numărul melcilor).



2. Analiza impactului activităților umane asupra mediului

În contextul tranziției către energia verde, o comunitate dorește să construiască o fabrică de baterii pentru mașini electrice. Precizează:

a. un avantaj; b. două riscuri ecologice; c. o măsură de reducere a impactului asupra mediului.

3. Evaluarea consecințelor asupra mediului și sănătății

Într-un oraș, un parc urban de 20 de hectare este parțial reamenajat pentru construirea unei săli sportive cu o capacitate de 500 de persoane. Ca urmare, suprafața spațiului verde se reduce cu 25%.

a. Calculează suprafața spațiului verde rămas.

b. Analizează impactul acestei decizii asupra sănătății populației, argumentând prin două exemple.

c. Evaluează dacă această decizie este sustenabilă.

4. Activitate pentru portofoliu: „Reporter pentru comunitatea ta”

Realizează un interviu (audio, video sau scris) cu un specialist de mediu. Alege 4-5 întrebări despre impactul activităților umane asupra mediului, folosind ghidul accesat prin codul QR. Prezintă informațiile și măsurile de protecție identificate într-un mini-podcast, articol sau pliant informativ.

GHID DE INTERVIU
REPORTER PENTRU COMUNITATEA MEA

Investigarea impactului antropic

Scopul activității

Investighezi impactul activităților umane asupra mediului și comunici informații științifice într-un mod accesibil, folosind interviul ca metodă de lucru.

1. Pregătirea interviului

a. **Găsește un specialist de mediu:** Agenția pentru Protecția Mediului (APM), Garda Națională de Mediu, Primăria, ONG-uri sau administrații de arii protejate.

b. **Documentează-te:** identifică problemele de mediu din comunitatea ta și informează-te despre instituția specialistului.

c. **Stabilește interviul:** prezintă-te (nume, școală, scop) și stabilește data și forma interviului.

2. Desfășurarea interviului

Introducere: Dorim să înțelegem impactul activităților umane asupra mediului.

Exemple de întrebări:

Ce activități afectează mediul?

Ce tipuri de poluare sunt frecvente?

Cum este afectată biodiversitatea?

Ce soluții există? Ce pot face elevii?

Încheiere: Mulțumește pentru participare și cere un sfat pentru generația ta.

3. Valorificarea interviului

Podcast: înregistrare audio scurtă cu idei principale.

Articol: text scurt cu concluzii și soluții.

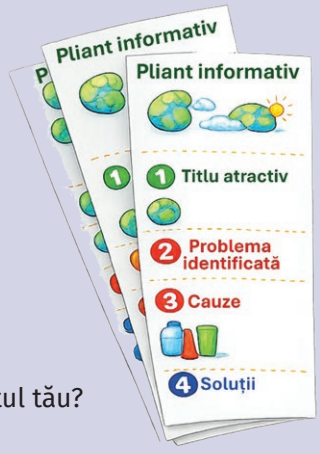
Pliant informativ (recomandat)

Structura pliantului:

1. Titlu atractiv
2. Problema identificată
3. Cauze
4. Consecințe
5. Soluții
6. Ce putem face?
7. Mesaj final

Ce ai aflat nou?

Ce poți schimba în comportamentul tău?

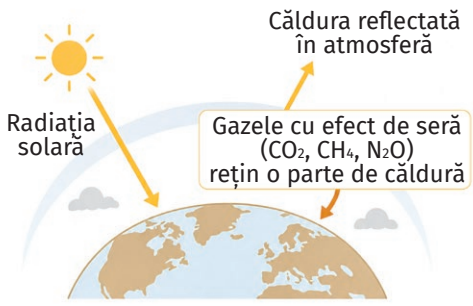


2. Schimbările climatice. Încălzirea globală. Amprenta ecologică

Termeni-cheie:

schimbări climatice, efect de seră, încălzire globală, footprint, handprint, sustenabilitate.

EFECTUL DE SERĂ NATURAL



ÎNCĂLZIREA GLOBALĂ

În fiecare an, Pământul produce resurse suficiente pentru 12 luni, dar oamenii le consumă pe toate în doar 7-8 luni. Acest moment se numește Ziua depășirii planetei. Din acel moment până la sfârșitul anului, trăim „pe datorie", folosind resursele generațiilor viitoare. În prezent, ar fi nevoie de aproximativ 1,75 planete pentru a susține stilul nostru de viață. Ce ai putea schimba în viața ta de zi cu zi pentru a consuma mai puține resurse?

Schimbările climatice

Efectul de seră este un fenomen natural prin care atmosfera reține o parte din căldura primită de la Soare. Radiația solară încălzește suprafața Pământului, iar o parte din această căldură este reflectată înapoi spre atmosferă. **Gazele cu efect de seră**, precum **dioxidul de carbon (CO_2)**, **metanul (CH_4)** și **oxizii de azot (N_2O)** rețin o parte din această căldură și mențin temperatura planetei într-un interval favorabil vieții (+15°C).

Fără acest mecanism natural, temperatura medie la suprafața Pământului ar fi de aproximativ -18°C, ceea ce ar face viața imposibilă.

Creșterea concentrației acestor gaze, determinată de **arderea combustibililor fosili**, **defrișări** și **activități industriale**, duce la reținerea unei cantități mai mari de căldură. Echilibrul natural este perturbat, iar temperatura medie a Pământului crește. În ultimul secol, aceasta a crescut deja cu aproximativ 1,1°C. Acest fenomen se numește **încălzire globală.**

Încălzirea globală

Încălzirea globală determină schimbări climatice, adică transformări pe termen lung ale condițiilor de mediu. Se observă modificări ale regimului precipitațiilor, apariția fenomenelor meteorologice extreme (secete, inundații) și topirea ghețarilor, care contribuie la creșterea nivelului mărilor.

Impactul asupra biosferei și ciclul carbonului

Schimbările climatice au efecte directe asupra organismelor vii. Plantele își modifică perioadele de înflorire, animalele își schimbă comportamentele de migrație, iar unele specii sunt nevoite să se adapteze rapid sau să își modifice arealul de răspândire.

În acest context, este importantă înțelegerea ciclului carbonului. Plantele absorb dioxidul de carbon prin fotosinteză, contribuind la reglarea compoziției atmosferei. Reducerea suprafețelor împădurite limitează acest proces natural, ceea ce duce la creșterea concentrației de CO_2 și la accentuarea încălzirii globale.

Amprenta ecologică și amprenta de carbon

Pentru a evalua impactul activităților umane asupra mediului se utilizează conceptul de **amprentă ecologică (footprint)**. Aceasta măsoară, în unități de suprafață, cât teren și câtă apă sunt necesare pentru a produce resursele consumate și pentru a absorbi deșeurile generate.

Amprenta ecologică exprimă raportul dintre:
– **cerere** – resursele utilizate de oameni și
– **biocapacitate** – capacitatea ecosistemelor de a produce resurse și de a se regenera.

Atunci când cererea depășește biocapacitatea, apare **deficitul ecologic**, ceea ce înseamnă că resursele sunt consumate mai rapid decât pot fi refăcute. Un indicator important este amprenta de carbon, care măsoară cantitatea de CO_2e emisă în urma activităților umane, în special prin consumul de energie, transport și producție industrială.

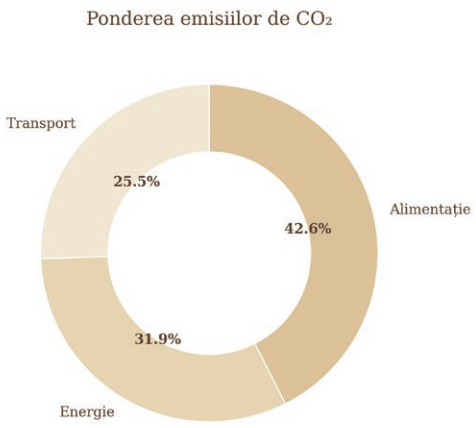
Aplicații digitale și analiza datelor

Pentru a înțelege impactul activităților zilnice asupra mediului, datele pot fi colectate și analizate, folosind aplicații digitale (*Excel, Google Sheets*).

Un elev își notează activitățile zilnice timp de o zi:

Tabel. Exemplu de estimare a emisiilor de CO_2e generate de activități zilnice

Activitate	Valoare măsurată	Emisii estimate (kg CO_2e)
Transport (mașină)	12 km	2,4 kg
Consum energie	6 kWh	3 kg
Alimentație	dietă cu carne	4 kg



Din grafic se observă că **alimentația are cel mai mare impact (42,6%)**, urmată de consumul de energie (31,9%) și transport (25,5%). Amprenta de CO_2 a alimentației **depinde de tipul alimentelor** consumate. Produsele de origine animală generează, în general, emisii mai mari decât cele de origine vegetală.

Aliment	CO_2e/kg aliment
Carne porc	10 kg
Carne pui	6 kg
Lapte/brânză	2 kg
Orez	10 kg
Legume	4 kg
Cartofi	1 kg
	0,3 kg

Aplică

1. Realizează un tabel similar, folosind date din activitățile tale zilnice.
2. Creează un grafic în *Excel* sau *Google Sheets*.
3. Analizează rezultatele și răspunde:
   a. Care activitate are cel mai mare impact asupra mediului?
   b. Ce măsuri ai putea lua pentru a reduce acest impact?

Amprenta pozitivă (handprint)

În opoziție cu efectele negative, **amprenta ecologică pozitivă (handprint)** include acțiunile prin care oamenii contribuie la protejarea mediului.

Acestea presupun reducerea consumului, reciclarea, economisirea resurselor și implicarea în activități de protecție a naturii.

Cele două concepte sunt complementare: reducerea amprentei ecologice și creșterea acțiunilor pozitive contribuie la menținerea echilibrului mediului.

Sustenabilitate și soluții

Sustenabilitatea presupune utilizarea resurselor într-un mod responsabil, astfel încât acestea să rămână disponibile și pentru generațiile viitoare, menținând echilibrul dintre dezvoltare și protecția mediului.

O direcție importantă pentru atingerea sustenabilității este **economia circulară**. Spre deosebire de modelul liniar de tip „ia – folosește – aruncă”, economia circulară propune un **sistem inspirat din natură**, în care resursele sunt utilizate eficient, iar deșeurile sunt reduse prin refolosire și transformare.

Contribuția ta contează!

Prin reparare, reutilizare și transformare, reduci deșeurile, economisești resurse și contribui la creșterea „amprentei pozitive” (handprint) a comunității tale.

Proiect. Eco-HUB Handprint – Crește-ți amprenta pozitivă!

Fii parte din economia circulară și transformă aceste idei în acțiuni în școala ta. Organizează, împreună cu colegii și profesorii, activități inspirate din recomandările disponibile prin accesarea codului QR și alege atelierul care ți se potrivește: *UpCycling* – **Atelier de creație**, Târgul „Dă mai departe!”

Concluzie Schimbările climatice și încălzirea globală sunt rezultatul interacțiunii dintre procesele naturale și activitățile umane. Prin înțelegerea relației dintre consum, resurse și impactul asupra mediului, fiecare persoană poate contribui la reducerea efectelor negative și la menținerea echilibrului ecosistemelor.

Știai că?

- Un măr produs local poate avea o amprentă de CO_2 de până la două ori mai mică decât un măr din import, deoarece transportul contribuie semnificativ la poluare?
- Alegând produse locale și de sezon, poți reduce impactul asupra mediului.

Dacă vrei să știi mai mult!

- Bioeconomia studiază modul în care poate fi produsă hrana cu un impact mai redus asupra mediului. Printre soluțiile viitorului se numără spirulina, microplantele, proteinele din insecte și imprimarea 3D a alimentelor.

Aplicații

1. Analiza bazelor de date: Evoluția CO_2

Accesează baza de date *Our World in Data* sau *NASA Climate*. Compară emisiile de CO_2 din anul nașterii tale cu cel din prezent. Folosește *Google Sheets* pentru a crea un grafic liniar care să ilustreze această creștere a impactului antropic.

2. Monitorizarea amprentei ecologice în timp real

Utilizează un calculator de amprentă ecologică (*Global Footprint Network*) pentru a determina „Ziua depășirii planetei” personală.

3. Temă pentru portofoliu. Jurnalul științific de monitorizare a comportamentelor ecologice

Proiect: Analiza tipurilor și a cantității de deșeuri generate într-o săptămână și identificarea unor modalități de reducere a acestora.

Folosește fișa de lucru accesată prin codul QR pentru a monitoriza, timp de o săptămână, deșeurile produse în familie. Clasifică deșeurile pe categorii, notează cantitățile și reprezintă datele grafic în Excel sau Google Sheets. Identifică tipul de deșeu predominant și propune măsuri de reducere. Prezintă concluziile într-un poster, o prezentare digitală sau un material video și include lucrarea în **portofoliu**.

FIȘĂ DE LUCRU – PROIECT ECOLOGIC

Jurnalul științific de monitorizare a comportamentelor ecologice

Analiza tipurilor și a cantității de deșeuri generate într-o săptămână și identificarea unor modalități de reducere

Nume și prenume elev: _____

Perioada monitorizată: _____

Completează fișa pe parcursul unei săptămâni, folosind-o ca pe un jurnal științific pentru a înregistra zilnic interacțiunea ta cu mediul înconjurător.

1. Colectare și clasificare

Înregistrează deșeurile generate timp de o săptămână.

Tip de deșeu	Cantitate (nr./g)	Modalitate de gestionare*	Observații
Plastic			
Hârtie			
Metal			
Sticlă			
Biodegradabil			

** reciclare/reutilizare/reducere/compostare*

2. Analiza datelor

Reprezintă grafic datele, utilizând un instrument digital (*Excel/Google Sheets*).

Care este tipul de deșeu predominant? _____

Ce categorie poate fi redusă cel mai ușor?_____

3. Interpretare (Impactul asupra mediului – footprint/handprint**)**

Ce activități din viața ta contribuie la producerea deșeurilor din tabel (*footprint*)?

_____

Ce acțiuni ai putea adopta pentru a reduce această cantitate de deșeuri (*handprint*)?

_____

4. Soluții

Propune 1-3 măsuri concrete pentru reducerea deșeurilor.

_____

5. Reflecție

Ce vei schimba în comportamentul tău pentru a reduce impactul asupra mediului?

_____

3. Influența activităților antropice asupra ciclului natural al carbonului. Amprenta de carbon. Efectul de seră

Termeni-cheie:

dioxid de carbon, impact antropic, poluare, amprentă de carbon, efect de seră, protecția mediului.

Carbonul este arhitectul materiei vii. Nu stă niciodată pe loc, ci călătorește permanent într-un circuit global între atmosferă, apă, sol și organismele vii (**ciclul carbonului**). Acest element îmbracă forme uimitoare: de la gazul invizibil din aer (CO_2) și moleculele organice din propriul tău corp până la roci sedimentare sau combustibili fosili ascunși în adâncuri. Prin procese naturale perfect sincronizate – precum **fotosinteza**, **respirația** și **descompunerea** – natura a menținut timp de milenii echilibrul ecologic și climatic al planetei. Astăzi vom descoperi ce se întâmplă când activitățile umane perturbă acest ceasornic global.

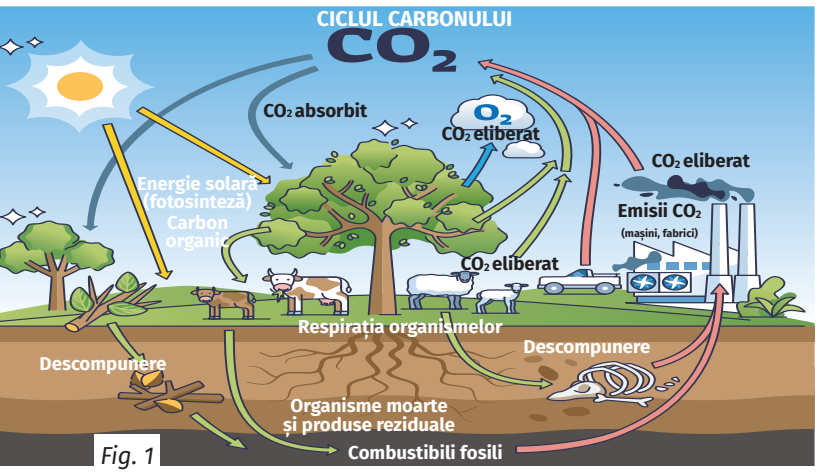


Fig. 1

Prin procesul de fotosinteză, plantele verzi absorb dioxidul de carbon din atmosferă și, folosind energia luminoasă, sintetizează substanțe organice necesare dezvoltării lor, eliberând totodată oxigenul în atmosferă. Carbonul fixat de plante este transferat de-a lungul lanțurilor trofice către consumatori. Prin respirație, organismele vii eliberează din nou dioxid de carbon în atmosferă. După moartea organismelor, descompunătorii degradează materia organică, iar carbonul este reintrodus în sol și în atmosferă sub diferite forme chimice (fig. 1).

Influența activităților antropice asupra ciclului carbonului

În condiții naturale, ciclul carbonului se află într-un echilibru dinamic, deoarece cantitățile de carbon absorbite și eliberate prin procese naturale sunt relativ constante. Activitățile antropice au modificat însă acest echilibru prin creșterea rapidă a emisiilor de gaze cu efect de seră.

Principala cauză a perturbării ciclului carbonului este arderea combustibililor fosili pentru producerea energiei, transport, industrie și încălzire (fig. 2). Prin arderea cărbunelui, petrolului și gazelor naturale se eliberează în atmosferă cantități mari de dioxid de carbon, rezultat din carbonul stocat în subsol milioane de ani. Creșterea concentrației atmosferice de CO_2 intensifică efectul de seră natural și contribuie la schimbările climatice actuale.

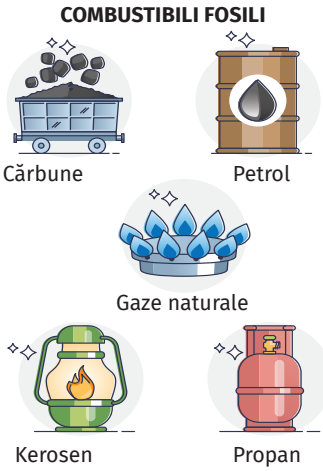


Fig. 2

Fig. 3

Transporturile moderne (fig. 3) constituie una dintre principalele surse de emisii de carbon la nivel global. Autovehiculele, aeronavele și navele care utilizează combustibili fosili eliberează cantități considerabile de dioxid de carbon în atmosferă, aducând un aport semnificativ la intensificarea efectului de seră. Totodată, procesul de industrializare și extinderea urbanizării au determinat creșterea consumului de energie și creșterea poluării atmosferice, cu efecte negative asupra mediului și asupra echilibrului climatic.

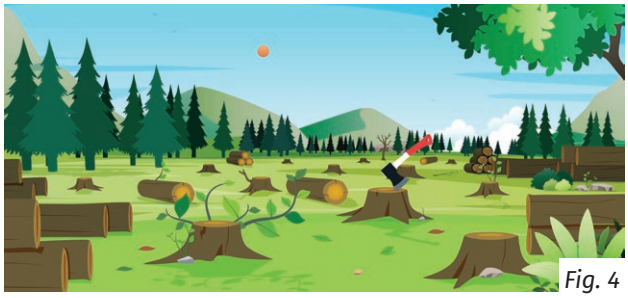


Fig. 4

Defrișările influențează în mod direct ciclul carbonului și echilibrul climatic. Pădurile îndeplinesc un rol esențial în absorbția dioxidului de carbon prin procesul de fotosinteză, reprezentând rezervoare naturale de carbon. Reducerea suprafețelor forestiere diminuează capacitatea ecosistemelor de a extrage CO_2 din atmosferă, favorizând acumularea gazelor cu efect de seră. În plus, arderea și descompunerea biomasei vegetale rezultate în urma defrișărilor determină eliberarea carbonului stocat, în principal sub formă de dioxid de carbon, contribuind la intensificarea încălzirii globale (fig. 4).

Agricultura intensivă contribuie, de asemenea, la creșterea concentrației gazelor cu efect de seră din atmosferă. Activitățile zootehnice generează emisii importante de gaz metan, care contribuie semnificativ la încălzirea globală. De asemenea, o altă sursă importantă de emisii de gaze cu efect de seră o reprezintă aplicarea îngrășămintelor chimice pe bază de azot, care favorizează producerea de oxid de azot.

Amprenta de carbon

Amprenta de carbon reprezintă cantitatea totală de gaze cu efect de seră emise în mod direct sau indirect de o persoană, o instituție, o activitate sau un produs, exprimată în echivalent dioxid de carbon.

Influența directă asupra amprentei de carbon constă în emisiile provenite din activitățile desfășurate direct de fiecare persoană (încălzirea locuinței, utilizarea mașinii personale), iar cea indirectă constă în emisiile generate în procesele tehnologice de fabricație și transportul produselor obținute (fabricarea hainelor, producerea alimentelor).

Amprenta de carbon este influențată de o serie de factori printre care se numără eficiența energetică a clădirilor, nivelul de consum și stilul de viață, consumul de energie electrică și sursa de unde aceasta provine, modul de transport și dieta fiecărei persoane.

Figura 5 ilustrează amprenta globală de carbon și evidențiază distribuția procentuală a emisiilor de gaze cu efect de seră pe diferite sectoare economice. Analizând imaginea, observăm că amprenta de carbon provine din mai multe sectoare de activitate, cele mai mari ponderi fiind specifice industriei, energiei și agriculturii.

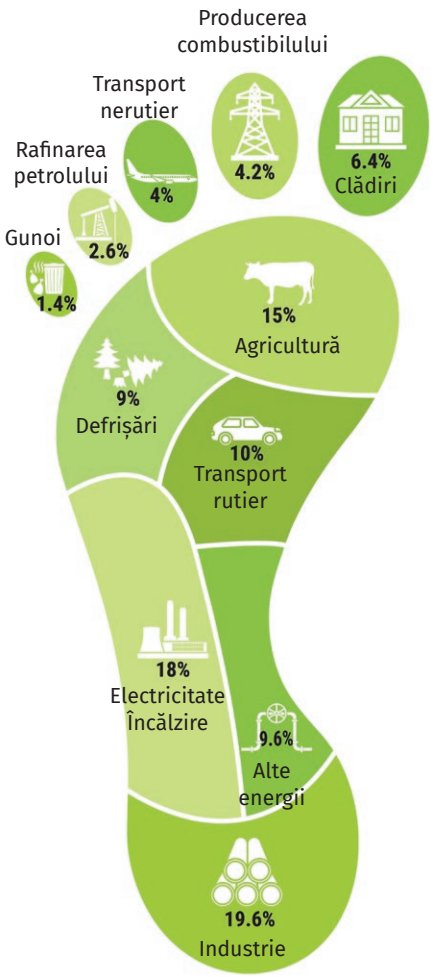


Fig. 5

Dioxidul de carbon este cel mai cunoscut gaz cu efect de seră, fiind emis adesea în atmosferă. Deși se cunosc mai multe gaze cu efect de seră, pentru facilitarea comparațiilor și calcularea impactului global în ceea ce privește emisiile de gaze cu efect de seră se utilizează un sistem de echivalență, astfel încât, indiferent de tipul de gaz emis, raportarea se face la efectul pe care dioxidul de carbon îl are asupra încălzirii globale.

O amprentă de carbon ridicată contribuie la degradarea ecosistemelor naturale, încălzirea globală, accentuarea efectelor schimbărilor climatice, precum și la pierderea biodiversității.

Reducerea amprentei de carbon poate fi făcută de fiecare dintre noi prin utilizarea surselor de energie regenerabilă, a transportului sustenabil, reducerea consumului exagerat de resurse și prin protejarea mediului.

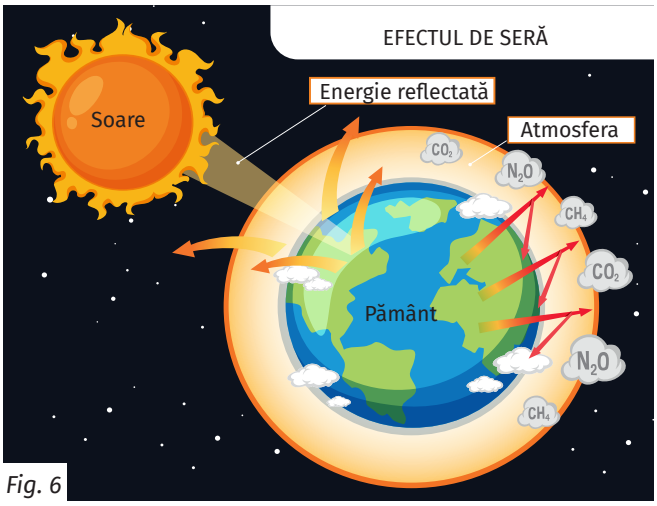


Fig. 6

Efectul de seră

Efectul de seră este un proces prin care atmosfera terestră reține o parte din radiația infraroșie emisă de suprafața Pământului. Principalele gaze cu efect de seră sunt dioxidul de carbon, metanul, protoxidul de azot, ozonul și clorofluorocarburile (fig. 6).

Acumularea excesivă a gazelor cu efect de seră are efecte negative asupra mediului înconjurător, întrucât duce la creșterea temperaturilor medii globale, fenomen cunoscut sub denumirea de încălzire globală.

La rândul ei, încălzirea globală determină modificări importante în sistemul climatic, precum topirea accelerată a ghețarilor, creșterea nivelului apelor mărilor și oceanelor, dar și a frecvenței fenomenelor meteorologice extreme.

În contrast cu aspectele menționate anterior, absența efectului de seră ar determina o temperatură medie la nivelul planetei mult mai scăzută și implicit condiții neprielnice pentru dezvoltarea organismelor vii.

Reducerea impactului schimbărilor climatice necesită adoptarea unor măsuri atât la nivel local, cât și global. Printre aceste măsuri se numără diminuarea utilizării combustibililor fosili, reducerea gradului de poluare a mediului natural, practicarea unei agriculturi ecologice, protecția mediului natural și dezvoltarea surselor de energie regenerabilă.

Concluzie Activitățile antropice, precum arderea combustibililor fosili și defrișările, au perturbat echilibrul natural al ciclului carbonului. Acest dezechilibru intensifică efectul de seră, reținând prea multă căldură în atmosferă și provocând încălzirea globală. Amprenta de carbon măsoară impactul alegerilor noastre zilnice, iar reducerea ei prin tranziția la energii regenerabile și consum responsabil este vitală pentru protejarea planetei.

Gândește critic!

Formați echipe de câte patru elevi și discutați pe baza următoarelor întrebări:

• Încălzirea globală este o consecință inevitabilă a dezvoltării industriale?

• În ce măsură este omul responsabil de schimbările climatice actuale?

• Amprenta de carbon este o problemă mai mult individuală sau sistemică?

După discuțiile în echipă, desemnați un reprezentant care să prezinte ideile grupei. Ulterior, notați principalele argumente în caiete.

Știai că?

- Emisiile vulcanice de dioxid de carbon sunt mult mai mici decât cele antropice. Activitățile umane emit o cantitate de dioxid de carbon semnificativ mai mare, în comparație cu totalul emisiilor provenite din activitatea vulcanică.
- Oceanul planetar reprezintă cel mai important rezervor natural de carbon. Acesta absoarbe o proporție mare din dioxidul de carbon atmosferic, însă capacitatea acestuia poate fi afectată de încălzirea globală.
- Defrișările reduc capacitatea biosferei de a absorbi dioxid de carbon.
- Activitățile zootehnice contribuie la emisiile de metan în atmosferă. Metanul este produs în special prin fermentația enterică a rumegătoarelor și are un potențial de încălzire globală ridicat.

Aplicație digitală

Folosește o aplicație disponibilă online și calculează-ți amprenta de carbon, pentru a afla estimativ emisiile de CO_2 generate de activitățile tale zilnice.

FIȘĂ DE LUCRU
Amprenta de carbon

Amprenta de carbon reprezintă un indicator esențial al efectelor pe care activitățile umane le au asupra mediului înconjurător. Calcularea acesteia oferă o imagine clară asupra impactului climatic produs de o persoană sau de o organizație și contribuie la identificarea unor soluții eficiente pentru reducerea efectelor negative asupra planetei.

➔ **Etape de lucru**

Scanează codul QR pentru amprenta de carbon și urmează instrucțiunile pentru fiecare etapă:

- **Date generale:** Introdu localizarea gospodăriei, numărul de persoane, suprafața locuinței.
- **Energie electrică:** Introdu consumul mediu lunar de energie electrică al gospodăriei, exprimat în **kWh**.
- **Încălzire:** Completează consumurile medii lunare pentru tipurile de încălzire prezentate. Dacă nu folosești un anumit tip, scrie valoarea 0.
- **Apă curentă:** Introdu consumul mediu lunar de apă rece folosit de întreaga familie, exprimat în **m³**.
- **Transport auto:** Scrie numărul estimativ de kilometri parcurși lunar cu mașina personală de către toți membrii familiei.
- **Transport public:** Introdu numărul de kilometri parcurși într-o săptămână cu mijloacele de transport în comun. Dacă nu este cazul, scrie 0.
- **Călătorii aeriene:** Estimează numărul total de zboruri efectuate pe an. Dacă nu este cazul, scrie 0.
- **Deșeuri menajere:** Introdu numărul de kilograme de deșeuri nesortate produse în gospodărie într-o săptămână. *Atenție: nu include deșeurile pe care le reciclezi!*

După completarea tuturor câmpurilor, apasă butonul **Calculează amprenta**.

Tabel de monitorizare (de completat înainte de testul online!)

Completează valorile aproximative în tabelul de mai jos, înainte de a le introduce în calculatorul online:

Categorie de date	Valoare estimată	Unitate de măsură
Suprafața locuinței/Număr membri	_____/_____	m²/persoane
Consum energie electrică	_____	kWh/lună
Consum apă rece	_____	m³/lună
Distanță mașină personală	_____	km/lună
Distanță transport public	_____	km/săptămână
Deșeuri nesortate	_____	kg/săptămână

Rezultatul testului meu: _____ tone CO_2e/an per persoană.

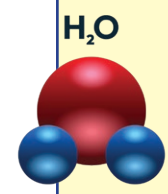
Notă: tone CO_2 e = dioxid de carbon echivalent, adică **cantitatea totală** de gaze cu efect de seră care este eliberată în atmosferă, ca urmare a alegerilor tale zilnice, timp de 365 de zile – emisii directe și indirecte. În România, un locuitor emite, în medie, în jur de **4-5 tone CO_2e/an.** Pentru a opri încălzirea globală, oamenii de știință spun că fiecare om de pe Pământ ar trebui să ajungă la maximum **2 tone CO_2e/an,** până în 2050.

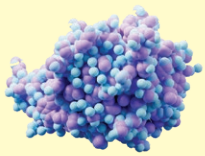
EXERCIȚIU DE REFLECȚIE

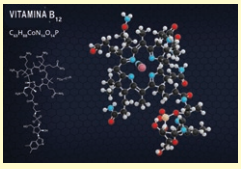
- Redactează un minieseu (5-6 fraze), în care să explici:
- Ce ai descoperit despre propriul stil de viață.
- Care sunt principalele surse de emisii de carbon din gospodăria ta.
- Ce poți face în viitorul apropiat pentru a reduce amprenta de carbon a gospodăriei tale.

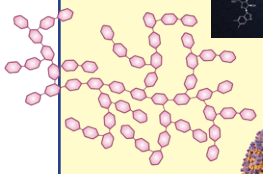
MOLECULELE VIEȚII

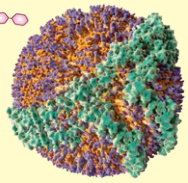
Materia vie este formată din **apă și săruri minerale** (anorganice) și molecule complexe (organice).









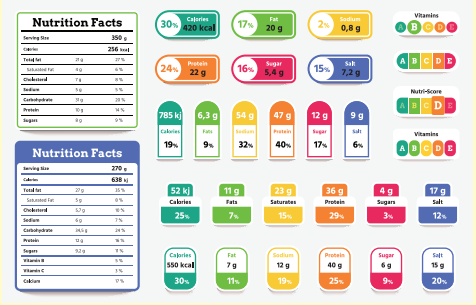


- **Proteinele –** formate din aminoacizi
  - **Roluri:** structural (colagen), transport (hemoglobină), apărare (anticorpi) și reglare (hormoni), biocatalizatori (enzime)
- **Glucidele –** formate din monozaharide
  - **Rol energetic:** glucoza produce energie rapid
  - **Rol de rezervă:** amidon (plante) și glicogen (animale)
  - **Rol structural:** celuloza (peretele celulelor vegetale)
- **Lipidele –** formate din acizi grași
  - **Rol energetic:** rezerva principală a organismului
  - **Rol structural:** fosfolipidele sunt baza tuturor membranelor celulare
  - **Rol protector:** izolare termică și mecanică
- **Vitaminele –** rol catalitic, sunt coenzime
  - **Liposolubile (A, D, E, K):** se dizolvă în grăsimi
  - **Hidrosolubile (C, B):** se dizolvă în apă; necesită aport constant prin hrană
- **Acizii nucleici –** ADN și ARN

Surse alimentare

- **Proteine:** carne, ouă, lactate (animale); fasole, linte, soia (vegetale)
- **Glucide:** pâine, paste, orez (amidon/complex); fructe, miere (simple)
- **Lipide:** pește, uleiuri, avocado (sănătoase/nesaturate); unt, untură (saturate)
- **Vitamine:** fructe și legume proaspete (C, A), ficat și lactate (D, B12)

- **Dieta echilibrată:** consum de alimente variate care asigură toți nutrienții necesari, fără a depăși necesarul caloric
- **Eticheta nutrițională** este cartea de identitate a unui aliment
  - **EVITĂ:** produsele cu mult zahăr sau sare, alimentele procesate
  - **ALEGE:** legume, fructe, cereale integrale, proteine



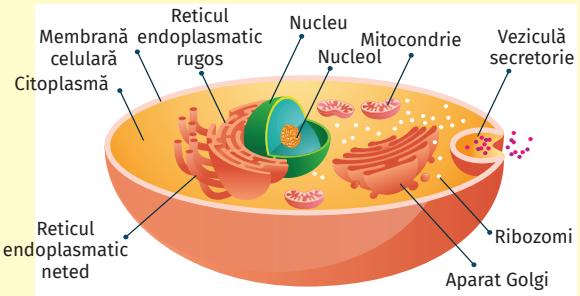
Biotehnologii

- **ENZIME (alimentație):**
  - **Lactaza:** pentru produse lactate fără lactoză
  - **Chimozina/labfermentul (cheag):** pentru brânzeturi
  - **Amilaza:** pentru pâine mai pufoasă
- **HORMONI (farmacie):**
  - **Insulina:** produsă de bacterii modificate genetic pentru tratarea diabetului
  - **Hormonul de creștere:** pentru tratarea deficiențelor de creștere și dezvoltare la copii

CELULA

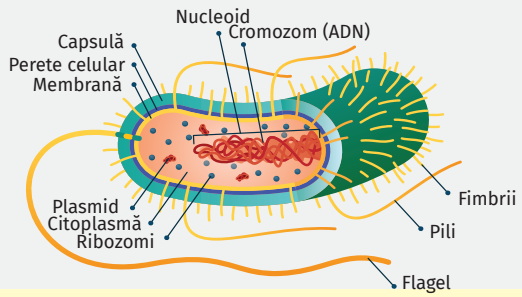
Celula este unitatea structurală și funcțională a vieții.

- **Virusurile** nu sunt vii pentru că nu au structură celulară și nici metabolism propriu (sunt exclusiv paraziți).
- Celulele pot fi: **procariote** (simple, fără nucleu individualizat – bacteriile și arheele) sau **eucariote** (complexe, cu nucleu și organite – plante, animale, fungi).
- **Dinamica celulară (schimburile):** celula comunică cu mediul prin membrană. Schimbul de substanțe poate fi: **pasiv** (fără consum de energie: difuziune, osmoză) sau **activ** (cu consum de ATP). Celulele rămân mici, deoarece volumul nu trebuie să depășească capacitatea de transport a suprafeței (membranei).
- Informația genetică trece de la **ADN → ARN → Proteine**, determinând funcția și specializarea celulei. Transmiterea fidelă a acestei informații către celule-fiice se realizează prin ciclul celular și **mitoză**, esențiale pentru creștere și regenerare.



CELULA EUCARIOTĂ

CELULA PROCARIOTĂ



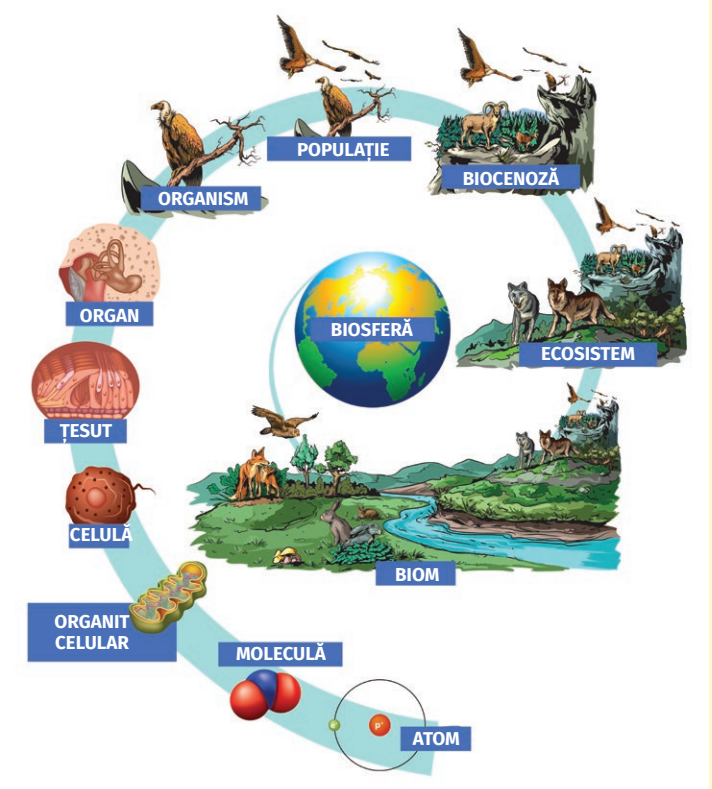
NIVELURI DE INTEGRARE ȘI ORGANIZARE A LUMII VII

Lumea vie este ierarhizată astfel: atom, moleculă, organit, celulă, țesut, organ, sistem de organe, organism (individ), populație, biocenoză + biotop (ecosistem), biosferă.

◆ **Caracteristicile biotopului (elemente abiotice):** sol, lumină, temperatură, umiditate, concentrația de oxigen, salinitatea apei și pH-ul mediului etc.

◆ **Biocenoza (elementele biotice**) caracterizată prin următorii indicatori:

- **abundența:** numărul total de indivizi dintr-o specie într-un eșantion
- **frecvența:** procentul care arată cât de des întâlnim o anumită specie în zona cercetată
- **dominanța:** specia care predomină numeric sau ca masă biologică și care controlează mediul
- **diversitatea:** numărul total de specii diferite care coexistă în acea biocenoză



DIVERSITATEA ȘI CONSERVAREA LUMII VII

Clasificarea actuală împarte toate organismele în **trei domenii:**

◆ **Organismele PROCARIOTE (fără nucleu)**

Sunt unicelulare și extrem de simple. Se împart în două domenii:

◆ **Domeniul BACTERIA:**

Cele mai răspândite organisme.
Pot fi utile (microbiota intestinală), producători (cianobacterii – fotosinteză) sau patogene (produc boli).

◆ **Domeniul ARCHAEA:**

Microorganisme, diferite chimic de bacterii.

- **Extremofile:** trăiesc în condiții extreme pentru majoritatea organismelor (ape termale, lacuri extrem de sărate, medii fără oxigen).

◆ **Domeniul EUKARYOTA (cu nucleu)**

Cuprinde organismele cu celule complexe (eucariote). Este împărțit în mai multe regnuri:

- **Protozoare:** eucariote unicelulare, de regulă mobile și heterotrofe (amiba, parameciul).
- **Chromista:** organisme care includ majoritatea algelor (brune, diatomee) și unele mucegaiuri acvatice; formele fotosintetizatoare au cloroplaste speciale.
- **Fungi (ciuperci):** organisme heterotrofe (absorb substanțe organice), cu perete celular din chitină. Nu fac fotosinteză.
- **Plante:** organisme multicelulare, autotrofe (fac fotosinteză), cu perete celular din celuloză.
- **Animale:** organisme multicelulare, heterotrofe (consumă hrană), cu mobilitate și sistem nervos (în general). Nevertebrate și vertebrate.

IMPACTUL ACTIVITĂȚILOR UMANE ASUPRA ECOSISTEMELOR

- Distrugerea și fragmentarea habitatelor: defrișările, extinderea agriculturii și urbanizarea.
- Poluarea: eliminarea de substanțe toxice în aer, în apă (mase plastice, pesticide) și în sol (deșeuri industriale).
- Supraexploatarea resurselor, efect al suprapopulației: pescuitul excesiv, vânătoarea și tăierea masivă a pădurilor depășesc capacitatea de regenerare a naturii.

◆ **Efectele globale:**

- **Scăderea biodiversității:** extincția accelerată a speciilor și pierderea variabilității genetice.
- **Schimbările climatice:** intensificarea efectului de seră care duce la încălzire globală, topirea ghețarilor și fenomene meteo extreme.
- **Deșertificarea și degradarea solului:** pierderea fertilității pământului din cauza eroziunii și agriculturii intensive.

◆ **Soluția – dezvoltarea sustenabilă:** arii protejate, reciclare și energii regenerabile.

I. A. Completează spațiile libere din afirmația următoare, astfel încât aceasta să fie corectă.

Acizii nucleici sunt macromolecule biologice esențiale, care coordonează sinteza ....., funcționarea celulei și ereditatea. Sunt constituiți din ....., care conțin: baze azotate comune (adenină, ..., citozină) și specifice (timină în ADN, uracil în ARN), pentoză (dezoxiriboză în ADN/..... în ARN) și radical fosfat.

B. Numește două roluri ale lipidelor. Asociază fiecare rol ales cu câte un exemplu.

C. Alege un singur răspuns corect dintre variantele propuse.

1. Cromozomul poate conține următoarele structuri, cu excepția:
a. două molecule de ADN;
b. centromer;
c. histone;
d. centrozom.

2. Dictiozomii fac parte din:
a. aparatul Golgi;
b. ribozomi;
c. lizozomi;
d. reticulul endoplasmatic.

3. Are nucleu:
a. streptococul;
b. virusul gripal;
c. amiba;
d. spirulina.

4. Oase pneumatice au:
a. amfibienii;
b. reptilele;
c. păsările;
d. peștii.

D. Adevărat sau fals? Scrie litera **A** pentru enunțurile corecte și litera **F** pentru cele false. Modifică parțial afirmația pe care o consideri falsă, pentru ca aceasta să devină adevărată.

1. Vitaminele sunt substanțe organice esențiale pentru viață, în cantități mari.
2. Utilizarea biomoleculelor optimizează tratamentele medicale și procesele alimentare, reducând dependența de sursele naturale limitate.
3. Biodiversitatea reflectă inadaptarea organismelor la condiții de mediu diferite și se manifestă prin varietatea ecosistemelor, a speciilor și a geneticii acestora.

II. 1. În natură există numeroase specii de plante, animale, ciuperci și microorganisme, cu forme variate, vizibile (macroscopice) și invizibile (microscopice), interdependente și aflate în strânsă legătură cu factorii abiotici de mediu.

a. Numește două grupe de viețuitoare și precizează pentru fiecare câte o caracteristică.

b. Explică afirmația următoare: „Biologia este o știință în continuă evoluție, fapt dovedit, printre altele, de dinamica clasificării organismelor".

c. Construiește două enunțuri afirmative, utilizând limbajul științific adecvat. Folosește informații referitoare la următoarele conținuturi: **ciuperci** și **alge**.

2. Impactul activității umane asupra mediului este profund și complex, omul fiind atât o componentă a mediului, cât și un factor de transformare a acestuia.

a. Numește două aspecte legate de conservarea mediului și o modalitate prin care acestea pot fi aplicate.

b. Scrie un argument în favoarea afirmației următoare: „Omul și mediul se influențează reciproc".

c. Alcătuiește un minieseu (4-5 fraze), intitulat „Amprenta verde", folosind conținuturile științifice din manual.

III. A. 1. Un elev pasionat de biologie descoperă într-un lac poluat cu deșeuri industriale o specie de organisme unicelulare, microscopice, care nu prezintă înveliș nuclear, dar al căror perete celular conține peptidoglican. Unele dintre aceste organisme descompun plasticul aruncat de oameni. În ce grup de viețuitoare se încadrează acest organism și ce rol ecologic are, în contextul impactului asupra mediului?

a. Fungi, organism eucariot cu rol în bioremediere.

b. Bacteria, organism procariot cu rol în bioremediere.

c. Chromista, organism eucariot cu rol de producător.

d. Archaea, organism procariot cu rol de consumator.

2. Completați spațiile libere din textul de mai jos cu termenii potriviți.

„Atunci când deșeurile menajere bogate în fosfați ajung în lacuri, stimulează înmulțirea excesivă a algelor verzi (care aparțin grupului _____). Fosforul este un element esențial, deoarece intră în structura unor macromolecule vitale precum _____ . Această creștere rapidă blochează lumina, determinând moartea plantelor de pe fundul lacului. Organismele descompunătoare, care au o structură celulară de tip _____ și aparțin domeniului Bacteria, consumă o mare parte din oxigenul dizolvat în apă pentru a degrada materia organică moartă. Acest impact negativ, provocat de activitatea umană, poartă numele de _____ ."

B. Asociază noțiunile din coloana A cu definițiile sau efectele corespunzătoare din coloana B.

A.	B.
1. glicogen, amidon	a. poluanți care se acumulează în țesuturile grase ale organismelor eucariote din vârful lanțului trofic
2. fosfolipidele membranare	b. structură afectată direct de detergenții deversați în ape, care distrug legăturile hidrofobe
3. substanțe lipofile (pesticide)	c. organisme fixatoare de carbon care pot provoca „înflorirea apelor" din cauza poluării cu nutrienți
4. cianobacterii	d. molecule de rezervă energetică în celulele eucariote, a căror sinteză scade în plantele afectate de ploi acide

Notă: Total puncte (**I., II., III.**) + puncte din oficiu = 90 p. + 10 p. = **100 de puncte**

Punctaj acordat: I. A. 1 p. x 4 = 4 p.; **B.** (1 p. + 2 p.) x 2 = 6 p.; **C.** 2 p. x 4 = 8 p.; **D.** (2 p. x 3) + (2 p. x 2) = 10 **(28 p.)/ II. 1. a.** 6 p.; **b.** 4 p.; **c.** 8 p; **2. a.** 6 p, **b.** 4 p., **c.** 10 p; **(38 p.)**/**III. A. 1.** 8 p.; **2.** 8 p.; **B.** 8 p. **(24 p.)**

MODELAREA CA METODĂ ALTERNATIVĂ DE EVALUARE (BIOLOGIE, CLASA A IX-A)

Modelarea este o metodă alternativă de evaluare prin care elevul transpune concepte abstracte sau procese biologice invizibile într-un **model tridimensional** ori o **reprezentare funcțională**, fiind evaluat prin capacitatea de a reconstrui structura și de a-i explica dinamica.

Avantajele metodei pentru clasa a IX-a

- **Schimbă focalizarea:** schimbă evaluarea de la „ce știe elevul” (memorare) la „ce poate face cu ceea ce știe” (aplicare).
- **Dezvoltă competențe transdisciplinare:** implică abilități practice (lucru manual), geometrie spațială, estetică și abilități de comunicare în timpul prezentării.
- **Accesibilitate:** include toate stilurile de învățare (mai ales vizual și kinestezic).

EXEMPLE DE MODELE PRACTICE – clasa a IX-a

Exemplul 1: „Modelul 3D al membranei celulare (mozaicul fluid)”; Tema: Celula eucariotă

- **Materiale folosite de elevi:** Scobitori, mărgele sau boabe de fasole (pentru capetele hidrofile ale fosfolipidelor), sârmuliță colorată (pentru capetele hidrofobe), plastilină sau bucăți de burete colorat (pernuțe) pentru proteinele transmembranare și periferice.
- **Ce demonstrează modelul:** Elevul trebuie să indice orientarea corectă a stratului dublu fosfolipidic (capetele spre exterior, cozile spre interior) și modul în care proteinele sunt „înfipte” în acest mozaic.

Exemplul 2: „Macheta funcțională a celulei (vegetale sau animale)”; Tema: Organite celulare

Materiale folosite de elevi: O jumătate de pepene/dovleac scobit, o cutie de carton sau un suport de polistiren (ca matrice/citoplasmă). Organitele sunt modelate din plastilină, paste făinoase de diferite forme (de exemplu, fidea răsucită pentru mitocondrii, macaroane pentru reticulul endoplasmatic etc.) și nasturi (pentru ribozomi).

- **Ce demonstrează modelul:** Identificarea corectă a formelor organitelor, proporția lor în raport cu nucleul și prezența/absența structurilor specifice (perete celular și vacuolă mare pentru celula vegetală).

Exemplul 3: „Modelul mecanic al osmozei și turgescența”; Tema: Transportul pasiv

- **Materiale folosite de elevi:** Două baloane identice (reprezentând vacuolele), o cutie rigidă de plastic transparent (reprezentând peretele celular vegetal).
- **Ce demonstrează modelul:** Elevul umflă un balon parțial (celulă în stare de plasmoliză – flască) și al doilea balon la maximum, în interiorul cutiei rigide (celulă în stare turgescentă). Modelul demonstrează cum presiunea apei (aerului) apasă pe peretele rigid și oferă formă și stabilitate structurii vegetale.

Exemplul 4: Macromolecula de ADN (Structura în dublu helix); Tema: Moleculele vieții – Acizii nucleici

- **Ce trebuie să conțină modelul:** Cele două catene antiparalele, scheletul glucido-fosfatic (dezoxiriboză + radical fosfat) și împerecherea strictă a bazelor azotate complementare prin punți de hidrogen (A-T, C-G).
- **Idei de materiale:** Sârmă plușată răsucită (pentru catene), bomboane gumate colorate sau piese LEGO de 4 culori specifice (pentru cele 4 baze azotate), scobitori (pentru legăturile de hidrogen).
- **Ce demonstrează funcțional:** Complementaritatea bazelor și structura spiralată tridimensională.

Exemplul 5: Tipuri de ARN (Corelația structură-funcție); Tema: Sinteza proteinelor

- **Ce trebuie să conțină modelul:** Reprezentarea comparativă: ARN mesager (catenă liniară simplă) – ARN de transport (formă de frunză de trifoi cu bucle și zona anticodonului) – ARN ribozomal (structură complexă).
- **Idei de materiale:** Sârmă modelabilă acoperită cu materiale textile; mărgele – nucleotide, carton decupat.

Exemplul 6: Fusul de diviziune și comportamentul cromozomilor în mitoză; Tema: Diviziunea celulară – Mitoza

- **Ce trebuie să conțină modelul:** Elevii vor alege o fază specifică, pentru care vor evidenția centriolii la poli, fibrele fusului de diviziune, poziționarea cromozomilor (placa metafazică) sau migrarea cromatidelor-surori.

- **Idei de materiale:** Fire de ață groasă sau elastice (pentru firele fusului), paste făinoase tip penne sau plastilină în formă de „X” (pentru cromozomi), nasturi mari (pentru centrioli).
- **Ce demonstrează funcțional:** Mecanica separării corecte a materialului genetic.

Exemplul 7: Structura unui virus (bacteriofag sau virusul mozaicului tutunului); Tema: Diversitatea lumii vii

- **Ce trebuie să conțină modelul:** Capsida proteică (capsomerele), miezul de acid nucleic (ADN sau ARN) și, unde este cazul, învelișul extern sau placa bazală cu fibrele de atașare (în cazul bacteriofagului).
- **Idei de materiale:** Mingi de polistiren sau piese geometrice de tip poliedru (capsida icosaedrică), sârmă sau fire spiralate (pentru acidul nucleic), scobitori/ace de siguranță (pentru piciorușele bacteriofagului).

Exemplul 8: Celula procariotă (Bacteria); Tema: Diversitatea lumii vii

- **Ce trebuie să conțină modelul:** Nucleoidul (ADN circular), peretele celular bacterian (mureină), membrana, citoplasma, ribozomii, flagelul și cilii.
- **Idei de materiale:** O cutie de plastic alungită (corpul bacteriei), fire de lână încurcate în mijloc (nucleoidul), fire de sârmă exterioare (pilii).

FIȘĂ DE EVALUARE A PROIECTULUI PRIN MODELARE (MATRICE DE NOTARE)

Pentru ca evaluarea să fie obiectivă, elevii trebuie să cunoască criteriile de notare, înainte de a începe lucrul.

Grila de evaluare (Total: 100 de puncte)

1. Acuratețe științifică (40 puncte)

❍ Sunt prezente toate elementele structurale obligatorii? (de exemplu, R.E.R. are ribozomi pe el?) – 20 puncte

❍ Sunt respectate proporțiile și poziționarea corectă în spațiu? – 20 puncte

2. Creativitate și utilizarea materialelor (20 puncte)

❍ Cum a utilizat elevul obiecte macroscopice pentru reprezentarea celor microscopice – 20 puncte

3. Calitatea execuției (15 puncte)

Modelul este stabil, îngrijit, elementele sunt bine fixate și etichetate corect? – 15 puncte

4. Prezentarea orală/Susținerea modelului (25 puncte)

❍ Elevul poate explica, pe baza modelului său, funcția organitului/structurii? – 15 puncte

❍ Folosește un limbaj biologic riguros și răspunde corect la întrebări? – 10 puncte

Recomandare pentru profesor:

- Împarte clasa în echipe la începutul semestrului/modulului și trage la sorți aceste teme. Astfel, în ziua evaluării, clasa va deveni un veritabil **muzeu de biologie**, unde fiecare echipă va preda colegilor o temă din cele propuse.
- Organizează o **Galerie a modelelor** în clasă: elevii își așază machetele pe bănci/standuri amenajate, iar colegii vizualizează proiectele, pun întrebări și acordă note, crescând astfel implicarea tuturor elevilor.

Cum poate utiliza profesorul Fișa de notare a elevilor

- **Ponderea în nota finală:** nota profesorului să reprezinte **70%** din nota finală a proiectului, iar media fișelor de interevaluare completate de colegi să reprezinte **30%**.
- **Responsabilizare:** Explică-le elevilor că fișele sunt asimilate unui act medical sau științific: notele prea mari acordate doar din prietenie sau cele prea mici acordate din antipatie vor fi anulate de către profesor.

Sfaturi utile pentru elev: Modelare biologică – *Construiește microlumea celulară cu mâinile tale!*

Obiectivul tău: Folosește în mod inteligent materiale reciclabile, neconvenționale sau modelabile!

Checklist de verificare: înainte de a aduce modelul la școală, asigură-te că bifezi următoarele criterii:

- **Este stabil și rezistent?** Macheta poate fi transportată la școală/așezată pe bancă fără să se dezasambleze?
- **Are aspect îngrijit?** Lipiciul nu este la vedere, etichetele sunt drepte și ușor de citit?
- **Stăpânești termenii?** Poți explica structura fără să citești de pe o foaie?

RĂSPUNSURI

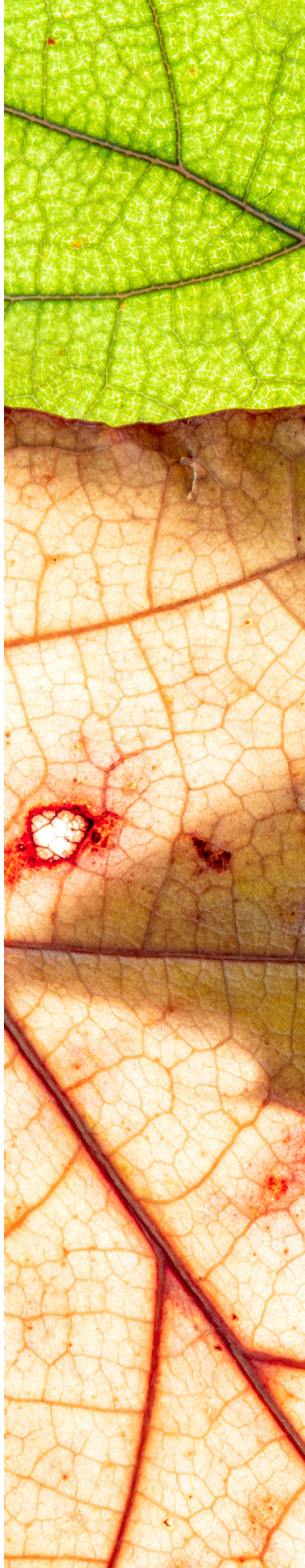
TEST INIȚIAL. P. 13. S. I. A. ierarhic, organizare, moleculă, doi. **B.** cloroplaste – realizează fotosinteza; mitocondrii – produc energie; **C.** 1.b, 2.c, 3.c, 4.c, 5.b, 6.b, 7.b, 8.a, 9.a, 10.c; **S. II. A.** 1 F (inima – fig. 2, localizată în torace); 2. F (intestinul subțire și cel gros – fig. 5, ficat – fig. 6, pancreas – fig. 8, stomac – fig. 9, 4 funcții de nutriție); 3. A; 4. F (sistem nervos central); **B.** 1. – c, 2. – a, 3. – e, 4. – b, 5. – d; **S. III. A. a.** sensibilitatea – sistem nervos, organe de simț; mișcarea – sistem osos, sistem muscular. **b.** sistemul nervos – impuls nervos – mușchi striați – contracție – mișcare – integrare în mediul natural/social. **c.** Globul ocular are trei tunici și patru medii transparente. Tunica internă conține fotoreceptorii: celule cu con și celule cu bastonaș. Urechea are 3 componente: externă, medie și internă. În urechea internă se găsesc receptorii vestibulari și cei acustici. **Aplicații: P. 18. 1. A.** 1. – b, 2. – a, 3. – d, 4. – e, 5. – c; **b.** VI – intensitatea luminii; VD – creșterea plantei; **c.** cantitate apă. **3.** 198 bătăi/min.; depășește media ambelor loturi; indică efectul stimulant al cofeinei asupra ritmului cardiac. **4. a.** autonomia; **b.** da/salvarea vieții pacientului. **P. 21. 1. b.** oferă o bază de comparație; c. usturoiul prezintă un efect antimicrobian semnificativ și cu spectru larg, însă eficiența sa este, în majoritatea cazurilor, inferioară celei a amoxicilinei; **P. 24. 1.** Primul elev are o condiție fizică mai bună; 2 factori: nivel de antrenament; hidratarea; **2. a.** apa absoarbe căldura pentru a se transforma în vapori; b. aerul umed e deja plin de vapori – încetinirea transpirației; **c.** destul de exacte; nu; în caz de amețeli, dureri în piept, puls ridicat etc. **P. 26 1.** demonstrează că rezultatele sunt reale și corecte; oferă credibilitate; **2.** dezinformare; muncă irosită; **P. 30. 1.** Grupul 2 – hemoglobina este proteină; 2. 1. F (lipidele eliberează energie lent); 2. F (glicogenul la animale, amidonul la plante); 3. A. **P. 33.** proteinele denaturează ireversibil; temperatura ridicată poate fi un mecanism de protecție, dar devine factor de risc când depășește 40°C. **P. 37.** 1. F (substanțe organice complexe); 2. F (artropode și fungi); 3. A, 4. A. **P. 40** 1. A; 2. A; 3. F (pol hidrofil la exterior, cozi hidrofobe la interior); 4. F (liposolubili). **P. 46 1.** exces de alimente ultraprocesate; proteine insuficiente; lipsă micronutrienți esențiali (Mg, Ca); **3.** proteine de calitate, carbohidrați complecși, grăsimi sănătoase; **2.** 1. F, 2. F, 3. A. **P. 49. 1. Iaurt 2,** cu puțin zahăr, multe proteine, IG scăzut; **3. EVALUARE P. 55. S. I. A.** alimentară, nutriționale, alimente, sănătate; **B.** glucide – sursă rapidă de energie; proteine – rol structural; **C.**1. – d, 2. – b, 3. – d, 4. – d; **D.** 1. A, 2. A, 3. F (calciferol); **S. II. 1. a.** bicatenar, catene polinucleotidice; **b.** furnizează energie pentru procesele celulare; **c.** Proteinele au rol catalizator. Vitaminele A, D, E și K sunt liposolubile. **2. a.** echilibrul, varietatea. **b.** utile pentru realizarea unei diete corecte. **P. 58. 1.** 1. d., 2. d. **P. 61 1.** 1. F (vegetală), 2. A; **2. a.** o persoană de 60 kg: 2/100 x 60 = 1,2 kg bacterii; **b.** celula procariotă are organizare internă simplă; cea eucariotă este compartimentată, cu numeroase organite celulare, deci are o masă mai mare – celula eucariotă are volumul unei colonii de bacterii. **c.** argumente: au structură simplă care le permite o anumită „flexibilitate" genetică (o moleculă de ADN circulară și plasmide), o bună protecție (capsulă, perete celular și membrană plasmatică) și dimensiuni extrem de mici care permit răspândirea în toate ecosistemele. **3.** avantaj: prelungirea duratei de conservare a fructelor și legumelor, în mod natural; dezavantaj: consumatorii pot ingera agenții patogeni, chiar dacă produsul este spălat, crește riscul de îmbolnăviri; **P. 64. A.** 1. b, 2. c, 3. b; 1. A, 2. F (bacterie aerobă), 3. F (cilindrică), 4. F (cianobacterie), 5. A, 6 F (originea eucariotelor este în procariote). **P. 67. 1.** 1. b, 2 c; **2.** 1. F (chitină), 2. F (începe), 3. A, 4. A, 5. F (comunicare celulară). **P. 70. 3.** 1. către lizozomi; 2. Aparat Golgi, R.E, vacuolă; 3. scut mecanic – peretele celular; pentru a-și modifica forma. **P. 73. 1**. 1. b, 2. c, 3. b; **2.** mărirea suprafeței totale expuse la apa clocotită – scăderea timpului de fierbere. **P. 75.** În ambele cazuri este fenomenul de osmoză. **P. 76. 1.** d; **2. 1.** Administrarea intravenoasă a soluției hipersaline „atrage" apa din celule pentru a echilibra concentrația – deshidratarea celulelor – deteriorarea/moartea lor. **2.** Administrarea unui ser fiziologic izotonic cu sângele nu modifică volumul celulelor. **P. 79. 1.** 1. b, 2. a; **2.** 1. F (energia stocată în gradientul electrochimic creat de transportul activ primar); 2. F (solide); 3. A; 4. A. **3.** pozitivă, endocitoza, solide, pinocitoză, lichide. **P. 82. 1.** 1. c, 2. a; **2.** 1. A, 2. F (timină), 3. A; 4. (sens direct, de la ADN la proteine); **3.** aminoacizi; transcripția, ARNm, citoplasmă. **4.** T – 40; C – 20; G – 20; număr total de legături de hidrogen – 140; număr de codoni – 20. **P. 86. Calcul biologic:** a. 2 celule-fiice; b. 2n=46 cromozomi; **Răspuns argumentat:** anafază; cromozomii nu s-au distribuit uniform în celulele-fiice. **P. 89.** 1. F, 2. A, 3. F, 4. F, 5. A. **P. 92. 1.** 1. A, 2. F; **2. a.** 50/200 = 1/4; 50/100 000 = 1/2 000; **b.** Spermatozoidul are mitocondriile concentrate în piesa intermediară, unde produc energie necesară mișcării. Ovulul conține mii de mitocondrii în citoplasmă, asigurând energia necesară dezvoltării embrionului. **c.** Motive: mitocondriile au propriul ADN și sunt transmise **doar de către mamă**; băieții moștenesc cromozomul X de la mamă și cromozomul Y de la tată; unele gene paterne sunt inactive. **EVALUARE P. 95. S. I. A.** membranei, citoplasmă. **B.** ribozomi – două subunități, reticul endoplasmatic rugos – canalicule și cisterne anastomozate**. C.** 1. b, 2. c, 3. a, 4. c, 5. b. **D.** 1. A, 2. F (hidrofobă, respinge apa, hidrofilă, atrage apa); 3. F (solide). **S. II. 1**. a. profază, metafază, anafază, telofază; b. ajută la creșterea și dezvoltarea lor; c. Celulele stem sunt nediferențiate. Mitoza garantează stabilitatea genetică. **2.** a. fosfolipide – rol de barieră, proteinele-canal – asigură transportul ionilor; b. celulele eucariote au organizare specializată pentru realizarea diferitelor procese**. S. III. A. 1.** 3-5-2-4-1; **2.** 1 – interfaza, 2, 3 – profaza, 4 – metafază, 5 – anafază, 6 – telofaza, 7 – celule-fiice; **B.** mitocondriei, membrana plasmatică, exocitoză. **P. 100 1. a**. moleculă – organit – celulă – țesut; **b**. celule – țesuturi – organe – sisteme de organe – organism; **2. a.** 20 × 4 = 80 cerbi; **b.** calculul se referă la nivelul populațional; **3. a.** numărul plantelor și al animalelor a scăzut după secetă. **b.** Scăderea numărului plantelor a redus hrana disponibilă pentru iepuri, iar scăderea iepurilor a influențat populația de vulpi. **c.** Plante erbacee → iepure → vulpe. **P. 103.**

1. a. distribuția, dominanța; **b.** unele specii pot să dispară; **c.** specia rezistentă la uscăciune; **2. a.** solul, umiditatea; microorganisme, plante, animale; **b.** dispar specii de arbori, de plante ierboase și animale; zona afectată este lipsită de indivizi; **c.** ecosistemul se poate regenera. **P. 106. 1. a**. scade; **b.** variațiile de umiditate determină în mod direct distribuția; **c.** grupată. **EVALUARE P. 108. S. I. A.** niveluri, molecule, organisme, biosfera**. B.** nivel celular – substanțe organice și anorganice, organite; nivel individual – organe, organism. **C.** 1. b, 2. d, 3. c, 4. d. **D.** 1. F (biotici), 2. A, 3. F (descompunătorii). **S. II**. **1. a.** umiditatea – climat umed, temperatura – moderată. **b.** fiecare specie este adaptată la mediul de viață (factorii abiotici sunt la un nivel optim). **c.** Distribuția populațiilor poate fi grupată. Diversitatea organismelor reprezintă totalitatea diferențelor între indivizi din același areal. **2**. **a.** natalitatea – număr de pui (animale) născuți într-un interval de timp; mortalitate – numărul de plante dispărute în timp de secetă; **b.** factorii de mediu pot modifica numărul de indivizi într-o populație (incendii forestiere). **P. 112. 1.** domeniu – casa; regn – camera; gen – dulapul; specie – obiectul; **a.** ceapă – *Allium*, cartof – *Solanum,* orez – *Oryza*. **b.** cepa (*Allium cepa)* = „ceapă”; nu descrie o caracteristică; tuberosum (*Solanum tuberosum*) = „cu tuberculi”; descrie caracteristică; sativa (*Oryza sativa)* = „cultivată”; descrie caracteristică „cultivată”; descrie caracteristică. **3. a.** Animalele au cea mai mare diversitate de specii. **b.** Multe specii de bacterii nu au fost încă identificate. **c.** Grafic: animale > plante > ciuperci > bacterii diversitate de specii. **P. 115.** Biofilmul din coloana Winogradsky – descompunerea substanțelor; menținerea echilibrului ecosistemului; biofilmul de pe dinți: favorizează apariția cariilor. **2. a.** Bacteriile fotosintetizatoare produc substanțe organice. b. Dispariția lor ar afecta echilibrul ecosistemului. **3.** a. Bactericidele distrug bacteriile periculoase. **b.** Pot distruge și bacteriile utile organismului uman. **P. 119. 1. a.** transformă zaharurile în acid lactic; **b.** contribuie la digestie, protecția organismului, producerea unor vitamine; **c**. prebiotice – susțin dezvoltarea bacteriilor benefice, probiotice – microorganisme benefice, vii; **2. a.** cianobacterie; **b.** nutriție; **c**. nu respectă metodologia științifică; **3. a.** descompun materia organică; **b.** sursă de azot natural pentru sinteza proteinelor din plante; **c.** degradează poluanții și redau substanțele minerale circuitului natural. **P. 122. 1.** absența stigmei: trecerea la nutriția heterotrofă; secarea bălții: închistare (formarea sporilor). **P. 129. 1.** 1. A, 2. F, 3. F; **2.** după 10 generații. **P. 132. 2.** fotosinteza și respirația; îndepărtarea frunzelor. **EVALUARE P. 150 S. I. A**. diversitatea, arborele, filogenetică, înrudite. **B.** Bacteria – organisme procariote unicelulare, fără nucleu delimitat; Archaea – structură celulară diferită de bacterii, microorganisme procariote. **C.** 1. c, 2. b, 3. d, 4. d. **D.** 1. A, 2. F (unicelulare), 3. F (clorofila a și c). **S. II. 1. a.** drojdii – drojdia de bere; mucegaiuri – *Penicillium*. **b.** organizare diferită (miceliu cu hife), prezența chitinei. **c.** Chitina intră în structura peretelui celular. Miceliul este format din hife. **2. a.** brad – frunze aciculare, molid – semințe „libere”; **b.** sămânța protejată de fruct a permis răspândirea ei în diferite medii de viață. **S. III. A. 1.** c – organism unicelular; **2** – Salmonella – bacterie patogenă. **B.** gimnosperme – plante cu semințele „libere”. **P. 162. 1.** trăiesc în apă și pe uscat; **2.** reduc masa corporală, făcând posibil zborul. **3.** Balena este mamifer adaptat secundar la viața acvatică: naște pui, pe care-i hrănește cu lapte; **4.** Reptile; **5.** Homeotermia – asigură supraviețuirea în orice mediu de viață. **2.** c.; **3.** Lipsa solzilor favorizează respirația cutanată; **4.** Vertebratul ar necesita: coloană vertebrală mai scurtă și mai compactă, cu vertebre îngroșate și discuri intervertebrale mai rezistente pentru a suporta presiunea crescută; inimă cu pereți mai groși și mai puternici, capabili să pompeze sângele cu forță mare împotriva unor rezistențe crescute. **P. 168.** Cauze: igienă precară (mâini nespălate, rosul unghiilor/creioanelor), consumul de alimente contaminate (legume/fructe nespălate). Măsuri de prevenire: respectarea igienei mâinilor, dezinfectarea suprafețelor, aerisirea sălilor de clasă. **P. 171. a.** malaria; **b.** măsuri de prevenție: utilizarea substanțelor chimice (sprayuri contra țânțarilor) și îmbrăcăminte adecvată. **EVALUARE P. 177. S. I. A.** exoschelet, cochilie, radiară, bilaterală. **B.** nutriție – sistem digestiv; relație – sistem nervos. **C.** 1. b, 2. a, 3. b, 4. a. **D.** 1. A, 2. F (anterioare), 3. F (doar amfibieni). **S. II. 1. a.** formă hidrodinamică – pești (mediul acvatic), schelet pneumatic – păsări (zbor); **b.** perfecționarea organelor pentru adaptarea la mediu; **c.** Peștii sunt vertebrate adaptate la mediul acvatic. Mamiferele sunt homeoterme. **2. a.** tuberculoza – bacilul Koch, meningita – streptococ; **b.** măsurile de igienă personală previn transmiterea agenților patogeni. **S. III. 1.** Broasca (amfibian); **2. A.** deschis, închis, chitină, osos; **B.** 1. – D – c, 2. – C – a, 3. – B – b, 4. – A – d. **P. 182. 1.** Eroare: graficul arată creșterea numărului de melci odată cu creșterea concentrației detergentului. Incorect: detergentul afectează negativ organismele acvatice. Relația corectă: creșterea concentrației detergentului – scăderea numărului melcilor. **2. a.** Avantaj: reducerea poluării produse de combustibili fosili; **b.** Riscuri: poluarea solului și distrugerea habitatelor; **c.** Măsură: reciclarea bateriilor și reducerea deșeurilor toxice. **3.** 15 hectare; Impact: reducerea spațiilor verzi și creșterea poluării/a temperaturii urbane. Decizia nu este complet sustenabilă, deoarece reduce suprafața spațiilor verzi. **EVALUARE FINALĂ. P. 195. S. I. A.** proteinelor, nucleotide, guanină, riboză; **B.** energetic – trigliceride, structural – fosfolipide; **C.** 1. d, 2. a, 3. c, 4. c; **D.** 1. F (mici), 2. A, 3. F (adaptarea). **S. II. 1. a.** diatomee – perete celular (frustulă), angiosperme – fructul care protejează sămânța; **b.** continua evoluție a dus la adaptarea organismelor la mediul de viață, apariția de noi specii; **c.** Bazidiomicetele sunt ciuperci cu picior și pălărie. Algele brune aparțin regnului Chromista. **2. a.** protejarea biodiversității; plantarea de păduri, reducerea amprentei de carbon, folosirea surselor de energie regenerabilă; **b.** activitatea omului influențează mediul, iar sănătatea lui depinde de sănătatea mediului. **S. III. A**. **1.** b; **2.** Archaeplastida, acizii nucleici, procariot, eutrofizare; **B.** 1. d, 2. b, 3. a, 4. c.

SILVIA OLTEANU (coordonator)
IULIANA TANUR · LUMINIȚA-MARIOARA CITREA
CAMELIA AFRIM · LIA LIANA OȚELEANU
ALEXANDRU MARIAN GANEA

BIOLOGIE

Trunchi comun (TC) și **curriculum de specialitate (CS)**, filiera teoretică, profilul real, specializarea științe ale naturii – clasa a IX-a



ISBN: 978-630-6679-29-4
www.edituracorint.ro

CORINT LOGISTIC