



MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII
AL REPUBLICII MOLDOVA

NINA BÎRNAZ

MIHAI LEȘANU

BIOLOGIE 12

MANUAL PENTRU CLASA A XII-A

EDITURA
PRUT

MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA

NINA BÎRNAZ

MIHAI LEȘANU

BIOLOGIE

MANUAL PENTRU CLASA A XII-A

12

EDITURA
PRUT

Acest manual este proprietate publică, editat din sursele financiare ale Fondului special pentru manuale.

Manualul școlar a fost elaborat în conformitate cu prevederile Curriculumului la disciplină, aprobat prin Ordinul ministrului educației, culturii și cercetării nr. 906 din 17.07.2019. Manualul a fost aprobat prin Ordinul ministrului educației și cercetării nr. 481 din 12 aprilie 2024 ca urmare a evaluării calității metodică-științifice.

(Denumirea instituției de învățământ)

EVIDENȚA UTILIZĂRII MANUALULUI:

Anul de folosire	Numele și prenumele elevului	Anul de studii	Aspectul manualului	
			la primire	la returnare
1				
2				
3				
4				
5				

- Dirigințele verifică dacă numele și prenumele elevului sunt scrise corect.
- Elevii nu vor face niciun fel de însemnări în manual.
- Aspectul manualului (la primire și la returnare) se va aprecia cu unul dintre următoarele calitative: *nou, bun, satisfăcător, nesatisfăcător*.

Autori: Nina Bîrnaz, doctor în pedagogie, conf. univ., Universitatea de Stat din Moldova
Mihai Leșanu, doctor în biologie, conf. univ., Universitatea de Stat din Moldova

Toate drepturile asupra acestei ediții aparțin Editurii Prut Internațional. Reproducerea integrală sau parțială a textului sau a ilustrațiilor din acest manual este posibilă numai cu acordul scris al editurii.

Redactor: Nina Artin
Corector: Tatiana Luchian
Copertă: Irina Cuzin
Machetare computerizată: Zoe Ciurac
Imagini: *shutterstock.com*

© Nina Bîrnaz, Mihai Leșanu, 2024
© Editura Prut Internațional, 2024

Editura Prut Internațional, str. Alba Iulia, nr. 23, bl. 1 A, MD-2051, Chișinău
Tel.: (+373 22) 75 18 74; (+373 22) 74 93 18
www.edituraprut.md; e-mail: office@prut.ro

Descrierea CIP a Camerei Naționale a Cărții din Republica Moldova

Bîrnaz, Nina

Biologie: Manual pentru clasa a 12-a / Nina Bîrnaz, Mihai Leșanu; Ministerul Educației și Cercetării al Republicii Moldova. – [Chișinău]: Prut Internațional, 2024 (Rotografika). – 176 p.

ISBN 978-9975-54-804-5

57(075.3)

B 54

Imprimat la Tipografia Rotografika

CUPRINS

1. BAZELE GENETICII

1.1. Bazele moleculare ale eredității. Acizii nucleici. Genele	6
1.2. Replicarea, transcripția, translația	10
1.3. Bazele materiale ale eredității. Cromozomii	16
1.4. Reproducerea celulară. Amitoza și mitoza	19
1.5. Reproducerea celulară. Meioza	23
1.6. Gametogeneza	27
1.7. Legile mendeliene de transmitere a caracterelor ereditare	31
1.8. Moștenirea înlănțuită a caracterelor	35
1.9. Moștenirea caracterelor cuplate cu sexul	38
<i>Material complementar.</i> Moștenirea caracterelor în cazul interacțiunii genelor	42
1.10. Moștenirea grupelor sanguine	46
1.11. Variabilitatea neereditară și ereditară a organismelor. Mutațiile și semnificația lor	49
1.12. Factorii mutageni	52
1.13. Genetica umană. Metode de studiu al eredității umane	57
1.14. Ereditatea normală la om	61
1.15. Ereditatea patologică la om	63
Test sumativ	68

2. AMELIORAREA ORGANISMELOR. BIOTEHNOLOGII

2.1. Ameliorarea animalelor	74
2.2. Ameliorarea plantelor	77
2.3. Ameliorarea microorganismelor	81
2.4. Biotehnologiile tradiționale și moderne	83
2.5. Ingineria genetică	86
Test sumativ	89

3. EVOLUȚIA ORGANISMELOR PE TERRA. EVOLUȚIA OMULUI

3.1. Ipoteze de bază ale originii vieții	92
3.2. Caracteristici ale evoluției biologice	96
3.3. Argumentele anatomiei comparate și ale embriologiei în evoluția lumii vii	99
3.4. Argumentele paleontologiei și ale biologiei moleculare în evoluția lumii vii	103
3.5. Factorii evoluției: ereditatea și variabilitatea	107
3.6. Factorii evoluției: interacțiunea organismelor cu factorii de mediu și selecția naturală	111
3.7. Direcțiile evoluției	115
3.8. Evoluția omului	117
Test sumativ	122

4. ECOLOGIA ȘI PROTECȚIA MEDIULUI

4.1. Niveluri de integrare și organizare a materiei vii	126
4.2. Organizarea materiei vii	130
4.3. Ecosisteme naturale. Ecosistemul terestru-aerian	135
4.4. Ecosisteme naturale. Ecosistemul acvatic	139
4.5. Ecosisteme artificiale. Agroecosisteme	143
4.6. Relații trofice și piramide ecologice	145
4.7. Echilibrul dinamic în cadrul ecosistemului	148
4.8. Poluarea ecosistemului terestru-aerian și protecția lui	152
4.9. Poluarea ecosistemului acvatic și protecția lui	155
Test sumativ	159

<i>Anexa 1.</i> Rezolvarea problemelor la tema „Legile lui G. Mendel”	162
<i>Anexa 2.</i> Rezolvarea problemelor la temele „Moștenirea înlănțuită a caracterelor”, „Moștenirea caracterelor cuplate cu sexul”	166
<i>Anexa 3.</i> Rezolvarea problemelor la tema „Moștenirea grupelor sanguine”	169
<i>Anexa 4.</i> Lucrări practice la modulul „Bazele geneticii”	171
<i>Anexa 5.</i> Lucrare practică la modulul „Ecologia și protecția mediului”	176

Unități de competență

PROFIL REAL

Abordare

Genetica este una dintre cele mai mari realizări ale secolului al XX-lea. Datorită ei, în biologie s-a produs o adevărată revoluție cu consecințe greu de estimat. Problemele care au frământat gândirea umană de-a lungul secolelor – ce este ereditatea, cum se transmit caracterele normale de la părinți la copii, ce reprezintă bolile ereditare etc. – încep să fie înțelese.

După ce a elucidat ceea ce părea imposibil – natura cromozomilor și a genelor, mecanismele moleculare de realizare a informației ereditare etc. –, genetica încearcă să ofere o explicație cât mai amplă a vieții.

Descoperirile remarcabile ce s-au produs în ultimele decenii asigură geneticii o poziție prioritară printre științele biologice.

- Definirea termenilor: genă, cromozom, genotip, fenotip, ereditate, variabilitate, replicare, transcripție, translație, amitoză, mitoză, meioză, organism homozigot, organism heterozigot, mutație.
- Descrierea particularităților structurale ale acizilor nucleici.
- Descrierea proceselor de replicare, transcripție, translație.
- Identificarea tipurilor de cromozomi, a tipurilor de mutații și a factorilor mutageni, a cariotipului normal și a cariotipurilor patologice la om.
- Recunoașterea fazelor mitozei și ale meiozei.
- Descrierea procesului de gametogeneză la om.
- Distingerea mecanismelor principale de moștenire a caracterelor ereditare.
- Aplicarea legilor eredității la rezolvarea problemelor de genetică.
- Analiza impactului unor factori mutageni asupra organismelor vii.
- Compararea mitozei și a meiozei, a eredității și a variabilității, a variabilității ereditare și a variabilității neereditare.
- Utilizarea instrumentarului și a tehnicilor de laborator în procesul de investigație a diviziunii celulare și a cariotipului uman.
- Argumentarea necesității utilizării metodelor de studiu în genetica umană.
- Propunerea măsurilor de profilaxie a maladiilor ereditare.

Unități de conținut

PROFIL REAL

- 1.1. Bazele moleculare ale eredității. Acizii nucleici. Genele
 - 1.2. Replicarea, transcripția, translația
 - 1.3. Bazele materiale ale eredității. Cromozomii
 - 1.4. Reproducerea celulară. Amitoza și mitoză
 - 1.5. Reproducerea celulară. Meioza
 - 1.6. Gametogeneza
 - 1.7. Legile mendeliene de transmitere a caracterelor ereditare
 - 1.8. Moștenirea înlănțuită a caracterelor
 - 1.9. Moștenirea caracterelor cuplate cu sexul
- Material complementar.* Moștenirea caracterelor în cazul interacțiunii genelor
- 1.10. Moștenirea grupelor sanguine
 - 1.11. Variabilitatea neereditară și ereditară a organismelor. Mutațiile și semnificația lor
 - 1.12. Factorii mutageni
 - 1.13. Genetica umană. Metode de studiu a eredității umane
 - 1.14. Ereditatea normală la om
 - 1.15. Ereditatea patologică la om
- Test sumativ

Unități de competență

PROFIL UMANISTIC

- Definirea termenilor: genă, cromozom, genotip, fenotip, ereditate, variabilitate, organism homozigot, organism heterozigot, mutație.
- Descrierea particularităților structurale ale acizilor nucleici.
- Identificarea tipurilor de cromozomi, a tipurilor de mutații și a factorilor mutageni, a cariotipului normal și a cariotipurilor patologice la om.
- Distingerea mecanismelor principale de moștenire a caracterelor ereditare.
- Aplicarea legilor eredității la rezolvarea problemelor de genetică.
- Analiza impactului unor factori mutageni asupra organismelor vii.
- Compararea eredității și a variabilității.
- Argumentarea necesității utilizării metodelor de studiu în genetica umană.
- Propunerea modalităților de profilaxie a maladiilor ereditare.

Modulul 1

BAZELE GENETICII

Unități de conținut

PROFIL UMANISTIC

- 1.1. Bazele moleculare ale eredității. Acizii nucleici. Genele
- 1.2. Bazele materiale ale eredității. Cromozomii
- 1.3. Legile mendeliene de transmitere a caracterelor ereditare.
Încrucișarea monohibridă
- 1.4. Moștenirea caracterelor cuplate cu sexul
- 1.5. Moștenirea grupelor sanguine
- 1.6. Variabilitatea neereditară și ereditară a organismelor.
Mutațiile și semnificația lor
- 1.7. Factorii mutageni
- 1.8. Genetica umană. Metode de studiu al eredității umane
- 1.9. Ereditatea normală la om
- 1.10. Ereditatea patologică la om
Test sumativ

Genetica este știința ce studiază legile *eredității* și *variabilității organismelor*. Ea stabilește mecanismele care asigură conservarea informației genetice și a modificărilor ereditare.

Ereditatea, ca obiect de studiu al geneticii, reprezintă proprietatea organismelor de a păstra și a transmite caracterele de la părinți la descendenți. Această proprietate contribuie la menținerea stabilității caracterelor de-a lungul generațiilor, a continuității biologice a indivizilor în cadrul speciei de la o generație la alta, asigurând astfel conservarea speciei.

Informația ereditară despre caracterele organismului este localizată în **gene**. Gena poate fi definită prin diferiți termeni, și anume:

- *termeni fizici*: gena reprezintă un segment de cromozom care conține secvențe particulare de nucleotide;
- *termeni funcționali*: gena reprezintă o unitate informațională care se transcrie într-o moleculă de ARNm și se traduce mai apoi într-un lanț polipeptidic;
- *termeni genetici*: gena reprezintă o unitate de bază care determină un anumit caracter ereditar.

În concepția clasică, *gena reprezintă cea mai mică unitate funcțională de ereditate, de mutație și de recombinare*. Ea stabilește ordinea nucleotidelor în molecula de ARN și a aminoacizilor în molecula proteică.

Genele sunt localizate în cromozomi (vezi tema 1.3), fiind aranjate liniar și ocupând o anumită poziție, numită **locus**.

În urma procesului de mutație, una și aceeași genă poate apărea sub mai multe forme, numite **alele**. Alelele determină manifestări diferențiate ale aceluiași caracter. În fiecare cromozom există doar o singură genă alelă. În organisme diploide, în cei doi cromozomi omologi, fiecare genă ocupă același locus și reprezintă gene alele.

Genele de origine sunt numite **gene normale** (sălbatic), iar cele apărute prin modificarea acestora sunt numite **gene mutante**.

Astfel, materialul ereditar al organismelor este reprezentat de **acizii nucleici**. Fiind identificați și separați pentru prima dată în nucleu, ulterior acești acizi au fost descoperiți și în alte organite (de exemplu, în mitocondrii, cloroplaste, ribozomi).

Există două tipuri de acizi nucleici: acid dezoxiribonucleic (**ADN**) și acid ribonucleic (**ARN**), care au un rol important în transmiterea informației ereditare de la o generație la alta și în sinteza proteinelor.

Molecula de acid nucleic este formată dintr-un lanț de nucleotide (nucleotidele reprezintă monomerii acizilor nucleici). Fiecare nucleotidă include trei molecule asociate: o bază azotată, o glucidă (pentoza) și radicalul acidului fosforic.

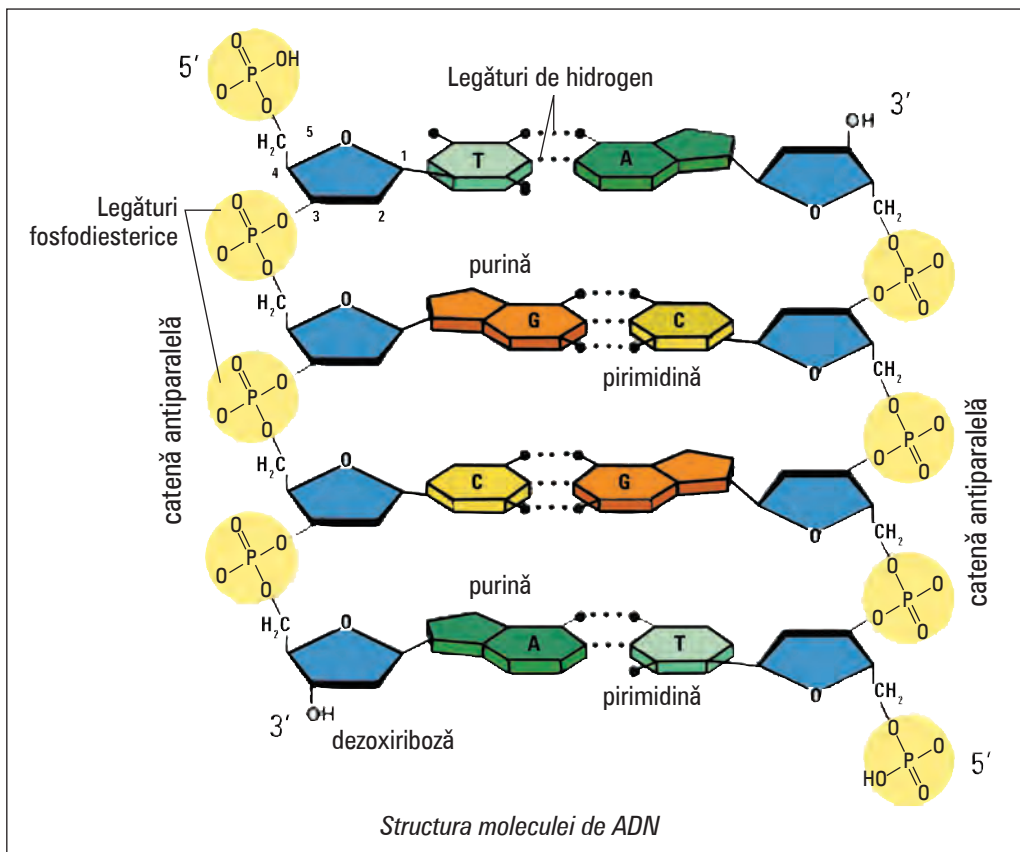
Molecula de ADN are o structură complexă, fiind formată din două catene spiralete una în jurul alteia. Fiecare catenă de ADN este constituită din nucleotide, al căror număr poate ajunge până la câteva mii sau milioane. Acidul fosforic și glucida (dezoxiriboza) sunt similare la toate nucleotidele. Bazele azotate sunt de patru tipuri: adenină (A), timină (T), guanină (G) și citozină (C).

Într-o moleculă de ADN, cantitatea de adenină este aceeași ca și cantitatea de timină, iar cantitatea de citozină este aceeași ca și cantitatea de guanină:

$$\frac{A + G}{T + C} = 1$$

Nucleotidele sunt unite în lanțul polinucleotidic prin *legături fosfodiesterice*, formate între două pentoze vecine (la nivelul atomilor de carbon 5 și 3) cu ajutorul radicalului acidului fosforic.

Cele două catene de ADN se leagă între ele suplimentar prin bazele azotate ale nucleotidelor, care se unesc prin *legături de hidrogen*, respectând strict același cuplu A-T; G-C. Între adenină și timină se formează două legături de hidrogen, iar între guanină și citozină – trei legături de hidrogen. În consecință, catenele au o structură complementară și posedă o orientare spațială opusă (antiparalelă), structură de helix dublu a moleculei de ADN.



Un alt tip de acid nucleic din celulă este acidul ribonucleic (ARN). ARN-ul se aseamănă cu ADN-ul, dar are și unele particularități specifice. Astfel, ARN-ul este alcătuit dintr-o singură catenă, formată dintr-un lanț de nucleotide. Fiecare nucleotidă este constituită din radicalii a trei molecule: a unei baze azotate, a unei glucide (riboza) și a acidului fosforic.

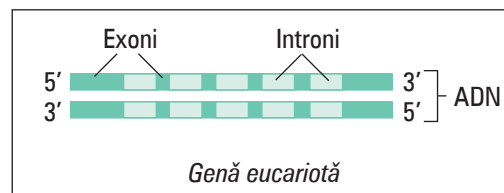
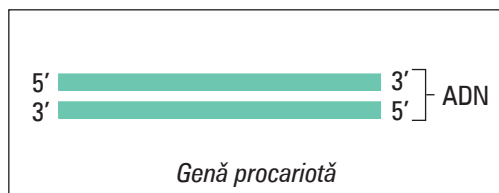
Bazele azotate, care intră în compoziția nucleotidelor, sunt: adenina (A), guanina (G), citozina (C) și uracilul (U).

În celulă, există câteva tipuri de ARN: de transport (ARNt), mesager (ARNm), ribozomal (ARNr) și altele (de exemplu, ARN mic nuclear – ARNsn).

Toate aceste tipuri de ARN au forme și dimensiuni diferite și se formează pe matricea de ADN. Ele participă la expresia informației ereditare prin biosinteza proteinelor:

- *ARNr* – intră în compoziția ribozomilor (ARNr constituie circa 80 % din ARN-ul total al celulei);
- *ARNt* – traduce informația de pe *ARNm* și transportă aminoacizii spre ribozomi;
- *ARNm* – transferă informația ereditară de la ADN la locul de sinteză a proteinelor.

Există unele particularități ale organizării materialului genetic (ADN-ului) la diferite organisme.



La procariote (bacterii), materialul genetic este reprezentat printr-o moleculă de ADN dublă catenară circulară. Ea are lungimea de circa 1400 nm și este „nudă” (nu formează complexe cu proteine histonice).

La eucariote (plante, ciuperci, animale), materialul genetic se caracterizează printr-o discontinuitate genetică. În molecula de ADN se succed secvențe nucleotidice informaționale (**exoni**) și neinformaționale (**introni**), care se elimină în procesul de maturizare a ARN-ului. În combinație cu proteinele histonice, ADN-ul formează un complex nucleoproteic, numit cromatină.

Savanții susțin că în procesul evoluției biologice au apărut inițial acizii ribonucleici, care reprezentau materialul genetic și exercitau rol ereditar. Cu timpul, această funcție de conservare și transmitere a caracterelor ereditare a fost preluată de acizii dezoxiribonucleici, concentrați în organite celulare cu membrană dublă.

Extensiune:

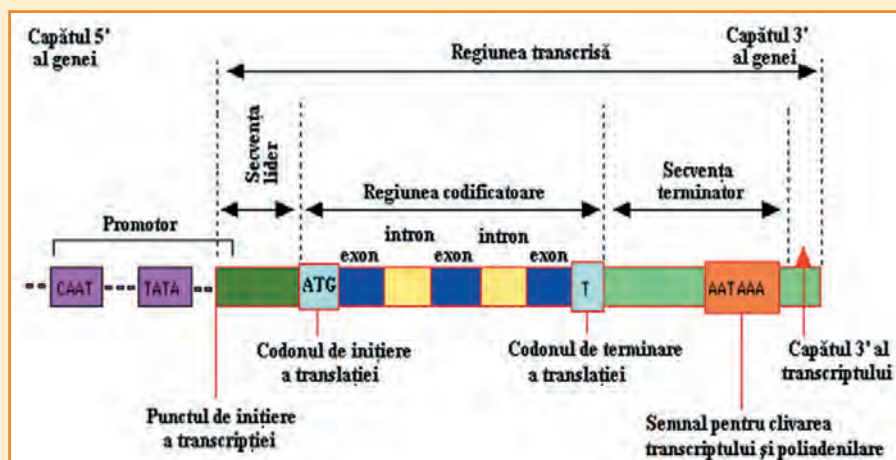
Rolul genetic al ADN-ului a fost elucidat în 1944 de către O. Avery, M. McCarty și C. MacLeod, care au reluat experiențele lui F. Griffith despre transformarea genetică la două sușe bacteriene de pneumococi (*Diplococcus pneumoniae*) și au demonstrat experimental că anume ADN-ul este purtătorul material al informației ereditare. Puțin mai târziu (după 1947), savantul E. Chargaff și colaboratorii săi au stabilit că în molecula de ADN cantitatea de baze azotate purinice (adenina, guanina) este egală cu cantitatea de baze azotate pirimidinice (citozina, timina). Această legitate este cunoscută sub denumirea „Regula lui Chargaff”.

Grație investigațiilor lui M. Wilkins, I. Watson și F. Crick, către anul 1953 a fost stabilită structura fină de helix dublu a moleculei de ADN.

Dublul helix de ADN are un diametru de 20 Å. În structura bicatenară, la o distanță de 3,4 Å, sunt două baze azotate complementare. O rotire a helixului conține 10 perechi de baze azotate (34 Å). Majoritatea moleculelor de ADN au o răsucire a helixului spre dreapta (forma B – ADN), dar există și molecule de ADN cu o răsucire a helixului spre stânga (forma A – ADN).

ADN-ul posedă capacitatea de a se denatura (la temperatura de 80–100 °C sau la un pH care variază între 3 și 10) în urma ruperii legăturilor de hidrogen dintre catenele polinucleotidice, și de a-și restabili molecula de dublu helix la temperatura de circa 65 °C.

Genele de structură (care determină structura proteinelor) sunt constituite din două secțiuni: codificatoare (formată din exoni și introni) și reglatoare (formată din promotor și terminator). Secvențele de ADN din regiunea codificatoare determină structura moleculei proteice, iar cele din regiunea reglatoare coordonează acest proces. Mai jos este prezentată schema genelor structurale la organisme eucariote.



Materialul genetic la procariote se caracterizează printr-o serie de particularități. Genomul bacterian conține un singur grup linkage și include un număr restrâns de gene. Pe lângă genele esențiale (din cromozomul bacterian), el mai conține și gene accesorii, determinate de plasmide, elementele genetice transpozabile, fagi.

Reglajul genetic la procariote are la baza sa principiul conexiunii inverse (feedback). Atât timp cât în celula bacteriană este prezent substratul (proteina necesară), se sintetizează enzima ce îl descompune. Dacă substratul este consumat, atunci represorul (proteina) se eliberează și blochează prin intermediul operatorului (regiunea reglatoare a ADN-ului) funcționarea genelor structurale.

Reglajul genetic la eucariote este mai complex, fiind determinat de mai mulți factori, și anume: prezența nucleului, delimitat de citoplasmă printr-o membrană dublă, structura cromozomilor și prezența complexului ADN – proteine-histone, prezența diverselor sisteme de reglare caracteristice organismului. Acest proces se realizează pe toată durata expresiei genelor (transcripție, processing, translație).



Obiectivul principal al geneticii este:

- 1** • **Selectează varianta corectă de răspuns.**
 - a) identificarea particularităților dezvoltării individuale a organismelor;
 - b) evidențierea particularităților de organizare a celulelor;
 - c) stabilirea legităților de păstrare și transmitere a caracterelor la organisme;
 - d) prezentarea căilor evolutive posibile ale organismelor.
- 2** • **Citește informația din text cu referire la particularitățile genelor și realizează un plan de prezentare a acestora colegilor și colegelor de clasă.**
- 3** • **Compară structura moleculelor de ADN și ARN într-un tabel, indicând cel puțin trei asemănări și trei deosebiri. Prezintă oral răspunsul timp de 2–3 minute.**
- 4** • **Citește textul de mai jos și alege unul dintre titlurile propuse pentru acesta. Argumentează alegerea.**

Cantitatea de ARNm este determinată de cantitatea necesară de proteine în celulă. Proteinele se sintetizează în celulă în cantități strict necesare proceselor vitale ale acesteia. În funcție de cantitatea de proteine necesară celulei se modifică și cantitatea de ARNm, responsabil de sinteza acestor proteine. Dacă celula are nevoie de o cantitate mai mare de proteine, atunci crește și cantitatea de ARNm, iar dacă celula are nevoie de o cantitate mai mică de proteine, atunci scade nivelul de ARNm prin inactivarea sau degradarea rapidă a acestuia.

Titluri: 1) *Particularitățile ARNm*; 2) *Adaptabilitatea celulelor la schimbul permanent de substanțe*.

- 5** • **Modelează structura unui acid nucleic, folosind diverse materiale. Prezintă acest model într-un discurs de circa 1–3 minute.**
- 6** • **Explică în 2–3 propoziții semnificația sintagmei ADN – molecula vieții, pe baza informației stocate în codul de bare QR 1.1.1.**



QR 1.1.1



QR 1.1.2

- 7** • **Elaborează o definiție a termenului epigenom și explică funcționalitatea lui în contextul actualității, pe baza informației stocate în codul de bare QR 1.1.2, în intervalul 13.24 – 17.05.**
- 8** • **Argumentează importanța apariției moleculei de ADN. Prezintă 2–3 avantaje biologice față de molecula de ARN. (Consultă surse electronice de informare.)**

Replicarea ADN este cheia eredității, deoarece prin intermediul ei se asigură transmiterea informației ereditare de-a lungul generațiilor.

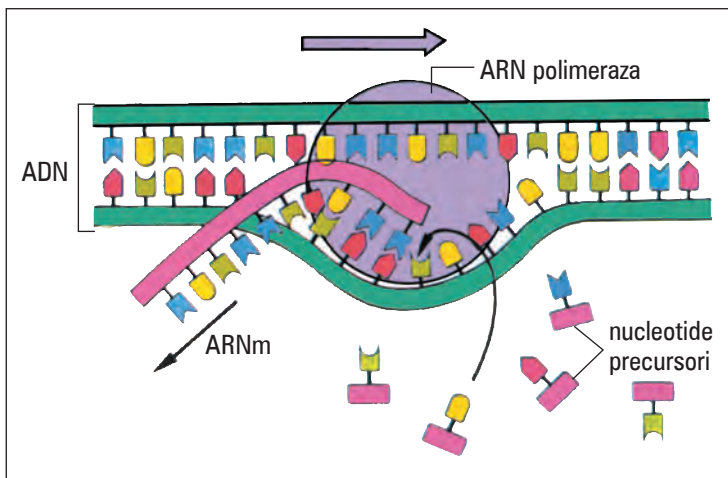
ADN-ul posedă o capacitate unică de a se „multiplica”. Această multiplicare nu reprezintă o diviziune, ci o *replicare* (autodublare), un proces „semiconservativ”, în care cele două catene ale moleculei de ADN, sub acțiunea enzimelor, în interfaza celulară (perioada S), se separă, fiecare servind drept matrice pentru sintetizarea catenelor noi din nucleotide libere, în strictă conformitate cu principiul complementarității.

Astfel, se formează două molecule de ADN identice informațional între ele, fiecare fiind alcătuită dintr-o catenă veche și o catenă nou sintetizată.

Prin reduplicarea moleculei de ADN se asigură transmiterea informației ereditare de la celula-mamă la celulele-fiice.

Transcripția constă în copierea informației codificate din structura moleculei de ADN în moleculele de ARNm. Ea se desfășoară asemănător replicării ADN-ului, diferențiindu-se în câteva etape:

- molecula de ADN este parțial despiralizată în două catene liniare;

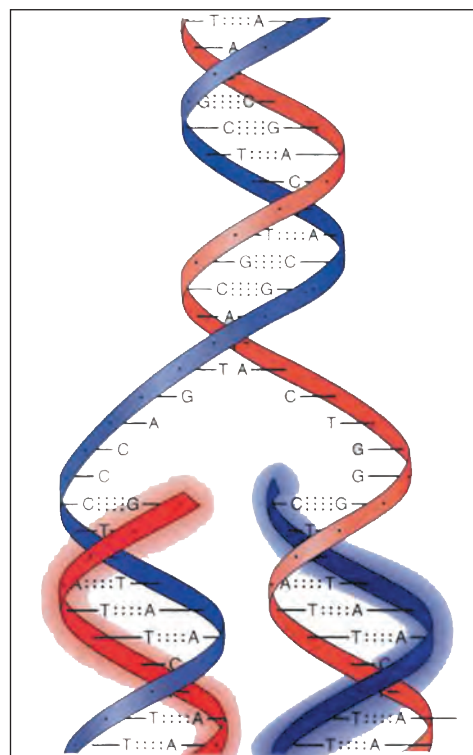


Astfel, conținutul informațional al unei părți de ADN este copiat în molecula de ARNm. Sinteza ARNm se realizează de pe o singură catenă de ADN – catena anticodogenă 3'–5'.

La sfârșitul transcripției, molecula de ADN se restabilește din nou.

Translația este un proces prin care se realizează sinteza proteinelor și constă în traducerea informației genetice codificate în structura ARNm în ordinea aminoacizilor din molecula de proteină. Acest proces se bazează pe codul genetic.

Codul genetic reprezintă un sistem de cifrare (codificare) a informației genetice despre succesivitatea aminoacizilor în molecula proteică sub forma unei succesiuni de nucleotide din molecula de ADN (sau ARN viral).



- în fața nucleotidelor libere de ADN se grupează nucleotide de ARNm, pe baza regulilor de complementaritate. Astfel ia naștere o nouă catenă de ARNm. Acest proces se realizează cu ajutorul unei enzime (*ARN polimeraza*);
- molecula de ARNm se desprinde de ADN, se maturizează (prin excizia intronilor și unirea exonilor) și părăsește nucleul, ieșind prin porii membranei nucleare în citoplasmă (membrana este impermeabilă pentru ADN).

Succesiunea aminoacizilor în molecula de proteină este determinată de bazele azotate ale nucleotidelor din molecula de ADN, aranjate câte 3 (triplet), numite *codoni*. Fiecărui codon îi corespunde un anumit aminoacid.

Se cunosc circa 20 de aminoacizi proteinogeni, iar numărul combinațiilor posibile din 4 baze azotate a câte 3 este egal cu 64 ($4^3 = 64$). Prin urmare, numărul tripletelor este mai mult decât suficient pentru codificarea tuturor aminoacizilor.

Actualmente, se consideră că a treia bază azotată este cel mai puțin importantă, putând fi înlocuită fără să se schimbe sensul codonului.

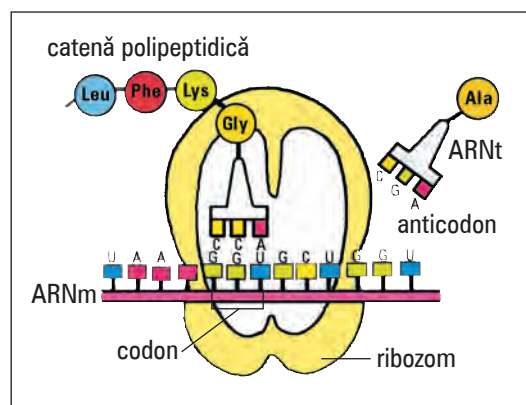
Codul genetic					
Prima bază	A doua bază				A treia bază
Capătul 5'	U	C	A	G	Capătul 3'
U	Phe Phe Leu Leu	Ser Ser Ser Ser	Tyr Tyr Stop Stop	Cys Cys Stop Try	U C A G
C	Leu Leu Leu Leu	Pro Pro Pro Pro	His His Gln Gln	Arg Arg Arg Arg	U C A G
A	Ile Ile Ile Met (Start)	Thr Thr Thr Thr	Asn Asn Lys Lys	Ser Ser Arg Arg	U C A G
G	Val Val Val Val	Ala Ala Ala Ala	Asp Asp Glu Glu	Gly Gly Gly Gly	U C A G

Unul și același aminoacid poate fi codificat de mai multe triplete. Această proprietate a codului genetic se numește *degenerare*.

O altă proprietate esențială a codului genetic este *universalitatea* lui, adică unele și aceleași triplete codifică unii și aceiași aminoacizi la toate organismele (bacterii, plante, animale etc.).

Codul genetic *nu se suprapune*: fiecare grup din 3 nucleotide succesive formează un triplet. În molecula de ADN, tripletele sunt așezate liniar. Codul genetic nu conține pauze; în timpul sintezei proteinei, informația genetică este citită triplet cu triplet de la codonul de START până la codonul de STOP. Codonul de inițiere (START) este reprezentat printr-un singur triplet AUG, iar cel de finalizare (STOP) – prin 3 triplete: UAA, UGA, UAG.

Translația are loc la nivelul ribozomilor.



În citoplasma celulară sunt prezente molecule de ARNt. Ele conțin într-o anumită zonă bine determinată un „anticodon” – o succesiune de 3 baze azotate dispuse într-o anumită ordine. La capătul opus al acestei molecule se leagă, conform codului genetic, un anumit aminoacid, pe care îl va transporta la molecula de ARNm ce se localizează între cele 2 subunități ale ribozomului.

Informația genetică a ARNm se transmite prin cuplarea temporară a tripletelor ARNt cu tripletele complementare din structura ARNm.

Astfel se determină succesiunea aminoacizilor în molecula de proteină. Ribozomii „alunecă” de-a lungul

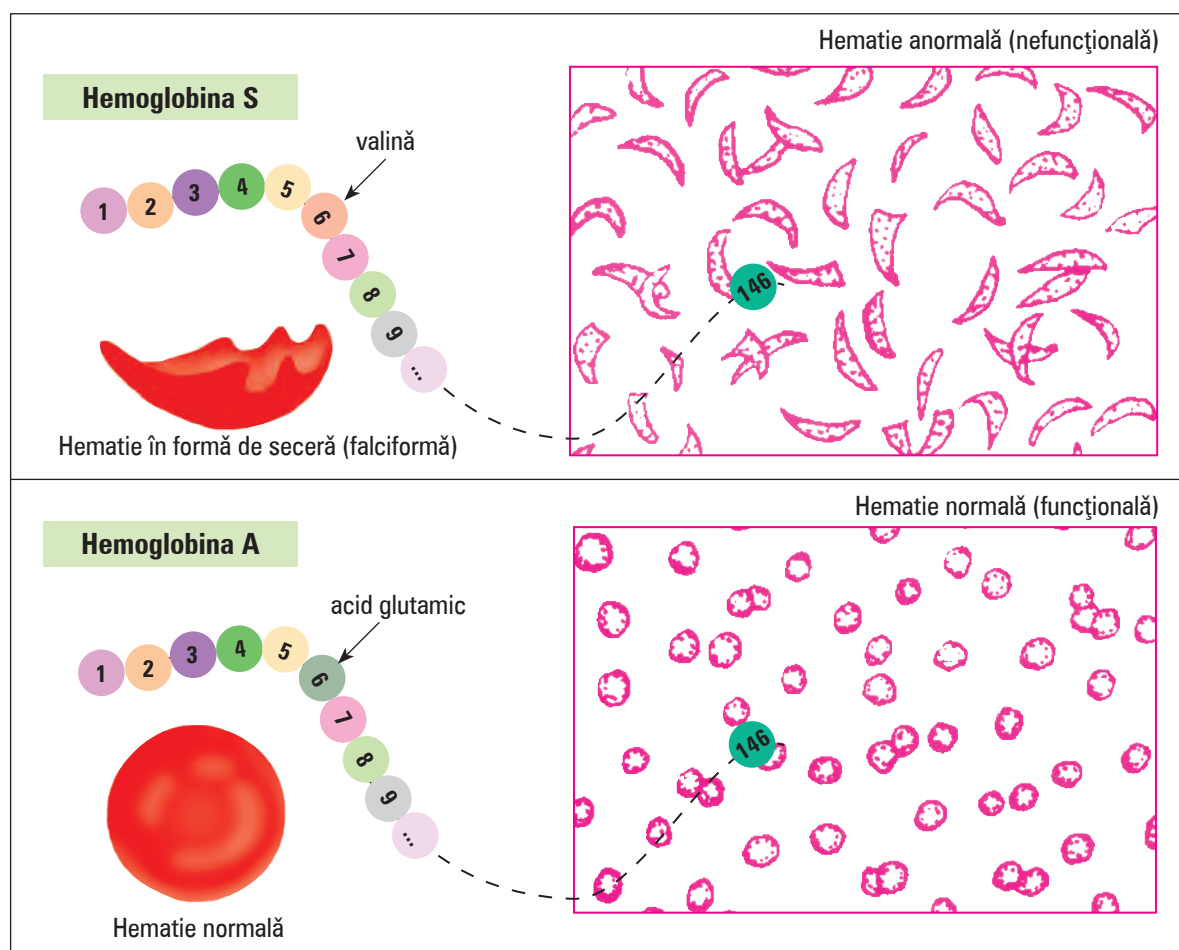
catenei de ARNm. Citirea informației ereditare are loc de la capătul 5' (conține grupa fosfatică) spre capătul 3' (conține grupa hidroxil). Aminoacizii individuali, legați de moleculele de ARNt, se unesc între ei prin legături peptidice, formând lanțul polipeptidic.

În acest fel, o moleculă de proteină este sintetizată corespunzător informației cuprinse în segmentul de ADN.

În urma unor mutații spontane sau a acțiunii unor factori mutageni ai mediului (radiații, substanțe chimice toxice), pot apărea dereglări la nivelul moleculei de ADN. În consecință, se modifică și codonii din cadrul moleculei de ARNm. Pe baza acestor codoni apar proteine cu structura modificată (schimbarea unor aminoacizi cu alții). În acest caz, proteinele sintetizate nu-și realizează funcția lor și pot genera dereglări în funcționarea diverselor sisteme vitale ale organismului. Drept exemplu poate servi drepanocitoza, numită și anemie falciformă, caracterizată prin prezența hematiilor în formă de seceră. Aceste hematii modificate transportă doar o jumătate din cantitatea de oxigen pe care o transportă o hematie normală.

Anemia falciformă, ca și celelalte anemii, se manifestă prin paliditate, slăbiciune generală, amețeli. Ea se tratează prin administrarea medicamentelor ce conțin fier, vitamine, îndeosebi vitamina B12, și prin consumarea alimentelor bogate în fier.

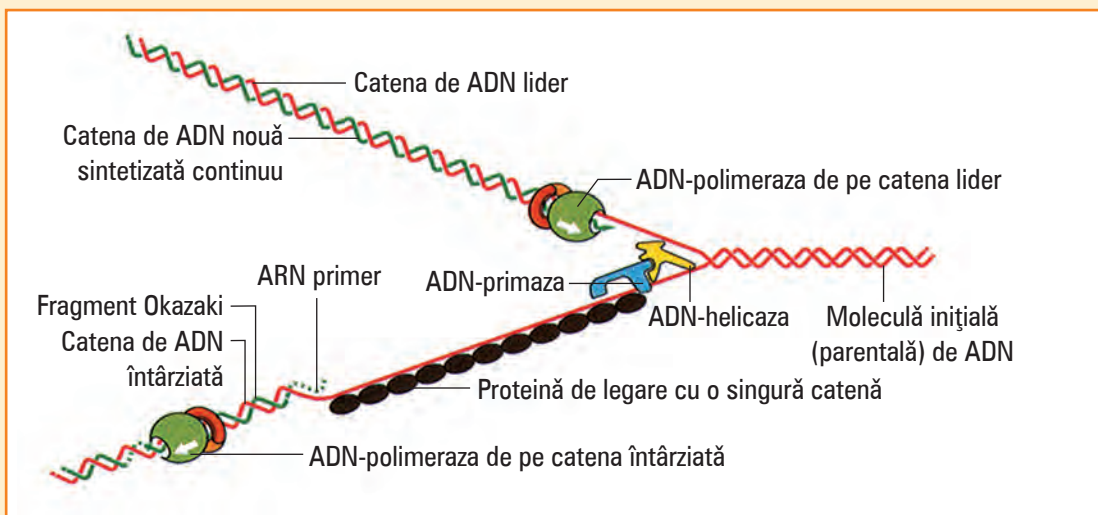
O abordare nouă în tratamentul acestei patologii oferă terapia genică, care permite substituirea genei mutante cu una normală. Într-o altă abordare se propune activarea genei hemoglobinei fetale, care, în mod normal, se expresează doar în perioada dezvoltării prenatale. (Autoritățile sanitare din Statele Unite ale Americii au autorizat în decembrie 2023 două tratamente împotriva drepanocitozei pentru pacienții cu vârsta de peste 12 ani. Unul dintre ele folosește tehnologia CRISPR, o tehnologie de editare a genomului care permite modificarea genetică a celulelor și transplantarea lor din nou în organismul pacientului. Un tratament similar a fost autorizat în luna noiembrie 2023 de autoritățile sanitare din Regatul Unit.)



Extensiune:

Replicarea reprezintă un proces de sinteză matricială, antiparalelă, care se realizează în două direcții (prin citirea catenei matrice în direcția 3'–5' și sinteza catenelor-fiice în direcția 5'–3') în baza principiului complementarității. Aceasta se realizează cu participarea a numeroase enzime, printre care (vezi schema de mai jos):

- ADN-helicaza – asigură despiralizarea și denaturarea locală a ADN-ului, utilizând energia hidrolizei ATP;
- ADN-polimeraza – catalizează reacția de polymerizare a nucleotidelor;
- primaza – asigură sinteza unui fragment mic de ARN, care exercită rolul de amorsă pentru inițierea activității ADN-polimerazei;
- topoizomerazele – elimină bucele în molecula de ADN datorită restricției;
- ADN-ligaza – unește fragmentele noi ale catenelor de ADN;
- proteinele SSB (single strand binding) – stabilizează catena ADN-matriță în formă liniară.



Replicarea începe într-un punct de inițiere (ORI) și se termină în punctul terminus. La procariote (bacterii) există o singură unitate de replicare (replicon), iar la organisme eucariote – mai multe. Procesul de sinteză a catenelor-fiice se deosebește puțin – pe una dintre ele (catena lider) sinteza este continuă, iar pe cealaltă (catena întârziată) sinteza se realizează prin fragmente Okazaki care mai apoi se unesc între ele.

În urma **transcripției**, la procariote se formează ARNm, care servește în calitate de matriță în procesul de sinteză a proteinelor la nivelul ribozomilor, iar la eucariote se formează pro-ARNm, un ARNm precursor, care este supus maturizării (processing). Acest proces include CAP-area (stabilizarea capătului 5' al moleculei de ARNm), poliadenilarea (stabilizarea capătului 3' al moleculei de ARNm) și splicing-ul (excluderea intronilor și unirea exonilor în molecula de ARNm).

Descifrarea codului genetic în cadrul **translației** se realizează în direcția 5'–3', începe cu codonul de inițiere AUG și se termină cu unul dintre codoanele terminus (UAA, UAG, UGA). Sinteza polipeptidului se realizează în direcția $\text{NH}_2 - \text{COOH}$.



1 • Alege Adevărat sau Fals pentru fiecare afirmație, ținând cont de informația din text.

a) Replicarea are loc în cadrul diviziunii celulare.	Adevărat / Fals
b) În celulele eucariote transcripția are loc în nucleu.	Adevărat / Fals
c) Unele și aceleași triplete de nucleotide codifică unii și aceiași aminoacizi la diferite specii de organisme.	Adevărat / Fals
d) Procesul de translație se realizează la nivelul lizozomilor.	Adevărat / Fals

2 • Corelează descrierile etapelor sintezei moleculei proteice din coloana A cu imaginile corespunzătoare acestora din coloana B.

A

a) ARNt recunoaște și adăunează aminoacidul metionină (Met) (în conformitate cu tripletul său nucleotidic).

b) Met-ARNt se orientează spre ribozom.

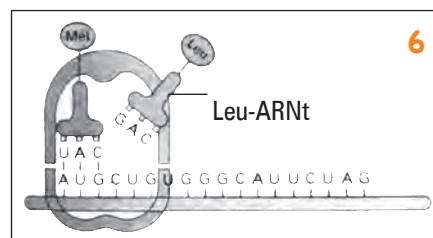
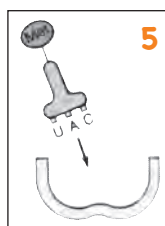
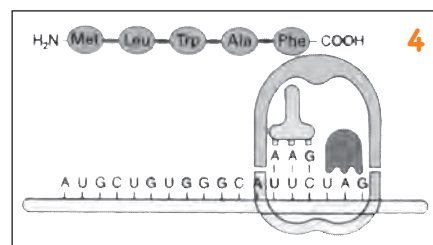
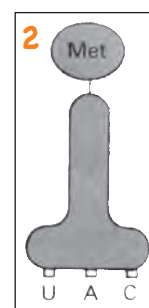
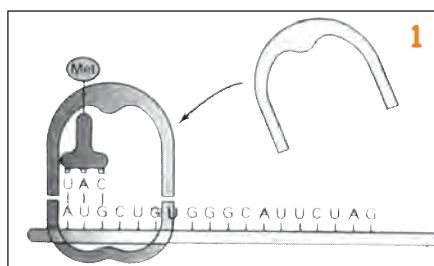
c) Met-ARNt se apropie cu anticodonul de tripletul complementar de nucleotide ale ARNm.

d) Subunitățile ribozomale se asociază formând ribozomi. Met-ARNt se atinge cu anticodonul de tripletul complementar de nucleotide ale ARNm. În acest moment, la capătul opus, aminoacidul metionină este adiționat.

e) Leu-ARNt se orientează spre ribozomi, în conformitate cu codonul din ARNm.

f) Ribozomul a ajuns la stop-codon, finalizându-se sinteza lanțului polipeptidic.

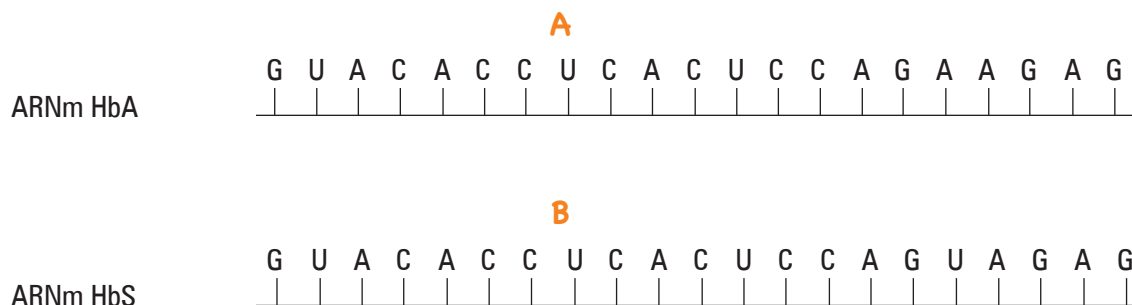
B



3 • Citește informația și rezolvă sarcinile.

Drepanocitoza este o maladie ereditară care se manifestă printr-o anemie gravă, numită *anemie falciformă*. Boala apare în urma sintezei unei hemoglobine anormale, notată HbS, care cauzează deformarea hematiilor. Hemoglobina normală este notată HbA.

Secvența A corespunde unei porțiuni de ARN mesager care codifică HbA, iar secvența B corespunde unei porțiuni de ARN mesager care codifică HbS.



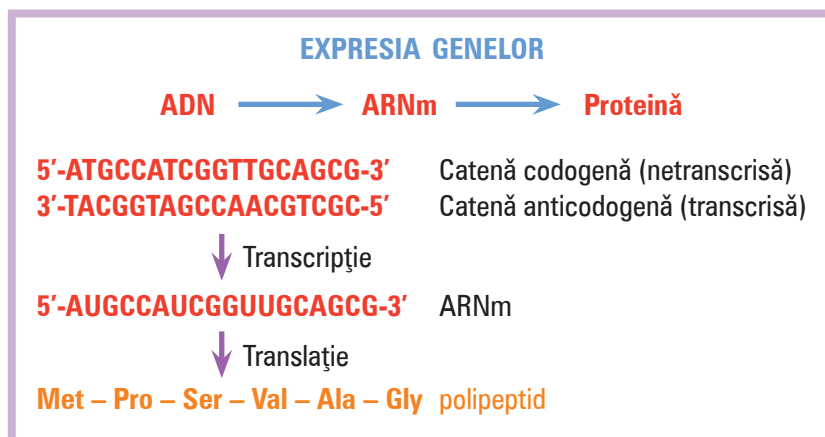
- Transpune fiecare secvență de ARNm în secvențe ale aminoacizilor pentru hemoglobina A și pentru hemoglobina S, utilizând codul genetic prezentat în text.
- Notează deosebirea structurii acestor două molecule de hemoglobină.
- Notează molecula pe care este situată mutația ce determină apariția anemiei falciforme.

- 4** • Scrie, pe baza informației din text referitoare la drepanocitoză și a informației stocate în codul de bare QR 1.2.1, o listă de recomandări pentru părinții copiilor bolnavi de anemie falciformă, care i-ar ajuta să amelioreze starea de sănătate a acestora.



QR 1.2.1

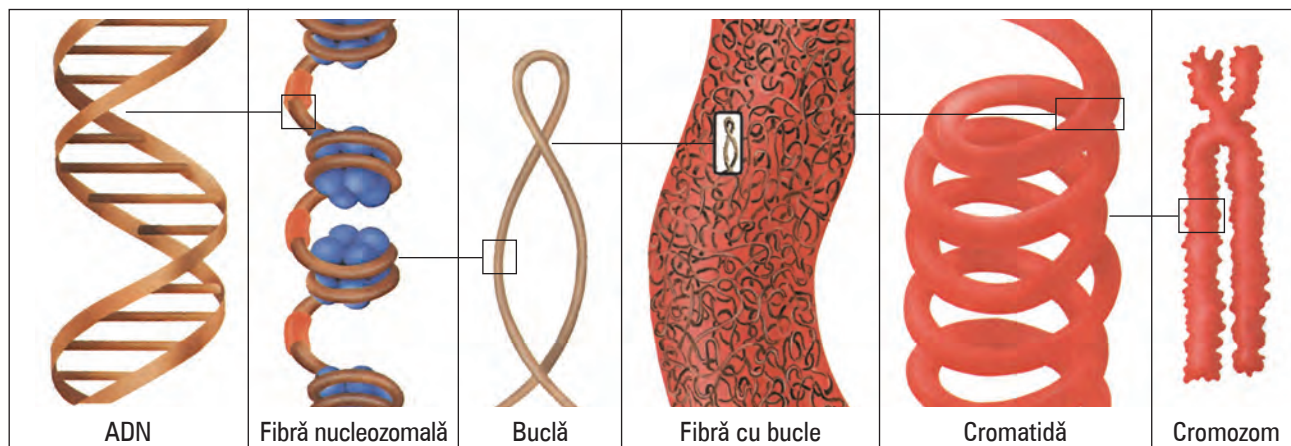
- 5** • Notează, pe baza informației „Codul genetic” din manual, un aspect care presupune noi descoperiri și cercetări în genetică.
- 6** • Explică de ce informația prezentată în schema de mai jos este intitulată „Expresia genelor”.



- 7** • Scrie o frază în care să reflecti opinia ta cu privire la următoarea afirmație:
 O scădere a aportului alimentar de aminoacizi duce la o sinteză deficitară a proteinelor.

Purtătorii materiali ai informației ereditare sunt considerați cromozomii.

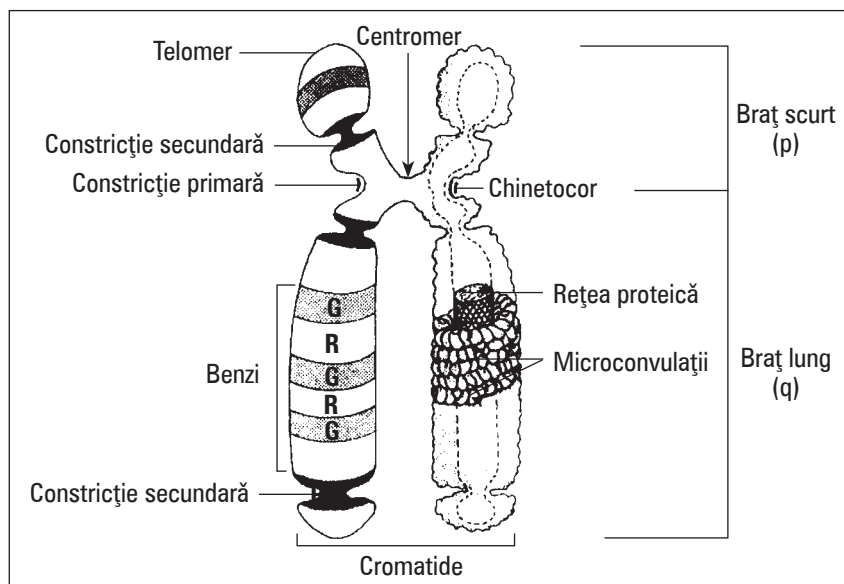
Cromozomii reprezintă unități structurale compacte, alcătuite din acizi nucleici și proteine. Moleculele liniare de ADN formează complexe cu proteinele histonice, alcătuind fibra elementară nucleozomală. Nucleozomul este unitatea fundamentală structurală a cromozomului la eucariote, fiind alcătuit dintr-un segment de ADN răsucit în jurul a opt molecule de proteine histonice. Aceste substanțe, în combinație cu ARN-ul și proteinele nehistonice, formează **cromatina** – material din care, în cadrul diviziunii, se diferențiază cromozomii.



Se disting *euromatina* și *heterocromatina*. Euromatina reprezintă o regiune puțin condensată, ce se colorează mai slab și este mai activă genetic. Heterocromatina reprezintă o regiune mai condensată, ce se colorează mai intens, fiind puțin activă genetic. Heterocromatina poate fi: facultativă (temporar neactivă) și constitutivă (permanent neactivă).

Cromozomii au un rol esențial în viața celulei (organismului), asigurând transmiterea caracterelor ereditare celulelor-fiice (descendenților). Ei se pot evidenția cel mai bine în timpul diviziunii celulei (la sfârșitul metafazei – începutul anafazei).

Fiecare cromozom metafazic din celulele somatice este format din două cromatide. Ele sunt unite printr-o constricție primară – **centromer**. În unii cromozomi se pot evidenția și constricții secundare, care separă



un segment numit **satelit**. Capetele terminale ale cromozomilor se numesc **telomere**. Ele protejează partea terminală a ADN-ului de degradarea enzimatică și blochează posibilitatea fuzionării cromozomilor.

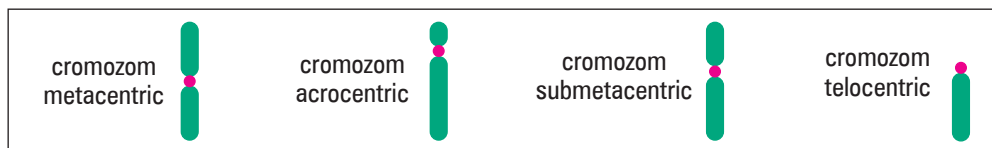
Părțile cromozomului, care se disting clar după mărime și culoare de părțile adiacente, se numesc **benzi cromozomiale**.

Numărul, mărimea și forma cromozomilor variază în funcție de specie. În celulele somatice, numărul de cromozomi este dublu ($2n$), iar în cele sexuale (gameți) – haploid (n).

Organismul	Numărul diploid de cromozomi	Organismul	Numărul diploid de cromozomi
1. <i>Pisum sativum</i> (fasolea)	14	8. <i>Solanum tuberosum</i> (cartoful)	48
2. <i>Vicia faba</i> (bobul)	12	9. <i>Drosophila melanogaster</i> (drosfila)	8
3. <i>Zea mays</i> (porumbul)	20	10. <i>Ascaris megalocephala</i> (ascarida)	4
4. <i>Allium cepa</i> (ceapa)	16	11. <i>Bos taurus</i> (taurul)	60
5. <i>Lycopersicon esculentum</i> (tomatele)	24	12. <i>Ovis aries</i> (oaia domestică)	54
6. <i>Triticum monococcum</i> (grâul)	14	13. <i>Capra hircus</i> (capra domestică)	60
7. <i>Beta vulgaris</i> (sfecla)	18	14. <i>Sus scrofa</i> (porcul domestic)	38
		15. <i>Homo sapiens</i> (omul)	46

Cromozomii pot fi clasificați după mai multe criterii:

- după poziția centromerului:
 - *metacentrici* – centromerul divide cromozomul în două brațe aproximativ egale;
 - *acrocentrici* – centromerul ocupă o poziție aproape terminală;
 - *submetacentrici* – centromerul ocupă o poziție puțin deplasată de centru;
 - *telocentrici* – centromerul ocupă o poziție terminală;



- după particularitățile intervenției în determinarea sexului:
 - *autozomi* – reprezintă cromozomii tipici normali, ce formează majoritatea complementului cromozomial (la om, în celulele somatice se evidențiază 44 de autozomi);
 - *heterozomi* (cromozomii sexuali) – reprezintă niște cromozomi cu o morfologie particulară. Ei se notează, de regulă, prin x și y . Cromozomul x , ca și majoritatea autozomilor, conține multe gene active, iar cromozomul y conține un număr redus de gene.

Heterozomii au un rol important în determinarea sexului. Sexul care conține aceiași cromozomi sexuali (xx) se numește *sex homogametic*, iar sexul care conține cromozomi sexuali diferiți (xy) se numește *sex heterogametic*.

Unele organisme pot conține și tipuri speciale de cromozomi, cum ar fi:

- *cromozomii politenici* – se depistează în celulele glandelor salivare ale larvelor de diptere (chiromonide). Acești cromozomi se formează prin replicarea succesivă a cromatidelor fără separarea lor (la drosofile, de exemplu, ei pot conține până la 1024 de cromatide);
- *cromozomii „lampbrush”* (sau perie-de-lampă) – se depistează în nucleul ovocitelor primare ale amfibienilor, peștilor, reptilelor și păsărilor. Datorită prelungirii profazei I a meiozei, acești cromozomi pot atinge dimensiuni foarte mari (de exemplu, până la 1 mm).

Numărul, mărimea și forma cromozomilor (**cariotipul**) sunt constante pentru fiecare specie de organism și se păstrează de la o generație la alta. Abaterile (mutațiile cromozomiale structurale și/sau numerice) influențează esențial viabilitatea organismelor.



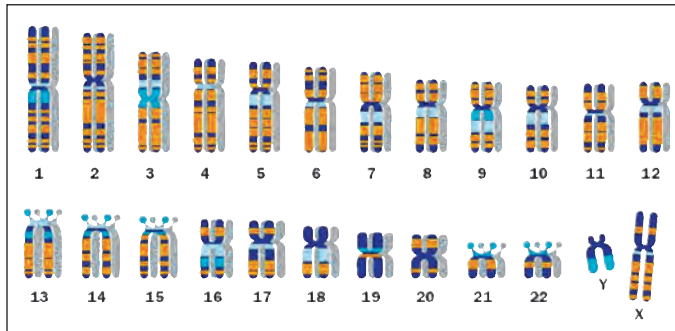
1 • Completează spațiul din afirmațiile de mai jos. (Se realizează în caiet.)

Cromozomii se evidențiază în procesul _____ celulei. Ei sunt compuși din _____ și _____. Constricția primară a cromozomului se numește _____, iar capetele lui – _____.

2 • Descrie în 3–5 propoziții compoziția unui cromozom, utilizând informația din text.

3 • Clasifică cromozomii după diverse criterii într-o schemă structurată logic.

4 • Grupează după poziția centromerului și mărimea brațelor cromozomii cariotipului uman prezentați în imaginea alăturată.



5 • Modelează un cromozom din diverse materiale, astfel încât să reprezinti structura și compoziția acestuia.

6 • Citește textele redactate în baza materialului expus pe site-urile indicate mai jos și prezintă 2–3 concluzii referitoare la semnificația proiectului Genomul uman în dezvoltarea medicinei personalizate.

Medicina personalizată (<https://genesys.md/en/articles/medicina-personalizata-medicina-viitorului>)

Medicina personalizată, numită și medicina de precizie, este un domeniu în care medicii utilizează testele de diagnostic pentru a determina care tratamente vor funcționa cel mai bine pentru fiecare pacient. Aceste informații sunt importante, deoarece, după cum arată rezultatele bazate pe dovezi experimentale, numeroase medicamente sunt inefficiente pentru unii pacienți. În baza analizei testelor de diagnostic, a istoriei bolii, a particularităților mediului și ale individului, furnizorii de servicii medicale pot dezvolta planuri de prevenire și tratament specifice. Numeroase studii cost-eficacitate au arătat că această abordare aduce beneficii atât pentru pacienți, cât și pentru sistemul de sănătate.

Proiectul „Genomul uman” (<https://agmp.ro/istoria-proiectului-genomului-uman/>)

Proiectul genomului uman (HGP) reprezintă un program de cercetare internațional al cărui obiectiv a fost decodificarea ADN-ului uman. Totalitatea genelor noastre sunt cunoscute sub numele de „genomul nostru”.

Peste 2 800 de savanți care au luat parte la consorțiul de cercetare au împărțit drepturile de autori ai acestui studiu de amploare care a revelat din tainele geneticii ființei umane.

Cercetătorii HGP intenționau, prin descifrarea genomului uman, să atingă trei obiective majore:

1. determinarea ordinii sau „secvenței” tuturor nucleotidelor din ADN-ul genomului nostru;
2. realizarea de hărți genetice care indică poziția genelor în cromozomii noștri;
3. producerea unor hărți de linkage, cu ajutorul cărora trăsăturile moștenite (precum cele pentru bolile genetice) pot fi urmărite de-a lungul generațiilor. O hartă de linkage nu arată distanțele fizice dintre gene, ci mai degrabă pozițiile relative, care sunt determinate de cât de des sunt moștenite împreună.

HGP a dezvăluit că există, probabil, aproximativ 20 500 de gene umane și a oferit lumii o resursă de informații detaliate despre structura, organizarea și funcția setului complet de gene umane. Aceste informații pot fi utilizate în analiza particularităților de dezvoltare a ființei umane.

International Human Genom Sequencing Consortium a publicat primul draft al genomului uman în jurnalul *Nature*, în februarie 2001, cu secvența a trei miliarde de perechi de bază ale genomului, aproximativ 90%. O constatare uimitoare a acestui prim proiect a fost că numărul de gene umane părea a fi semnificativ mai mic decât estimările anterioare, care a variat de la 50 000 de gene la 140 000. Secvența completă a fost finalizată și publicată în aprilie 2003.

7 • Elaborează o prezentare PowerPoint de 5–7 minute sau un afiș publicitar prin care să atenționezi populația referitor la consecințele factorilor din localitatea ta care pot afecta ereditatea organismelor.

8 • Notează ce acțiuni vei întreprinde pentru a evita/diminua acțiunea factorilor din localitate care pot afecta ereditatea organismelor.

Celulele organismelor pluricelulare sunt variate datorită funcțiilor diverse pe care le îndeplinesc. În cadrul organismelor, ele se specializează, având o anumită durată de viață. De exemplu, neuronii și celulele musculare încetează să crească și să se dividă atunci când ajung la maturitate, funcționând pe parcursul întregii vieți a organismului. Alte celule, cum sunt celulele țesutului măduvei osoase, ale epidermei, ale epiteliului intestinului subțire, mor repede în procesul activității lor, fiind înlocuite cu altele noi, rezultate din reproducerea continuă a celulelor. Astfel, ciclul vital al celulelor acestor țesuturi include o perioadă activă, urmată de o perioadă de reproducere.

Reproducerea celulelor asigură atât procesul de creștere, cât și de regenerare a țesuturilor.

Există două tipuri de reproducere celulară: prin diviziune directă – *amitoza* – și prin diviziune indirectă – *mitoza* (la celulele somatice) și *meioza* (la celulele specializate, generatoare de gameți).

Diviziunea indirectă presupune diviziunea nucleului (cariochineza) și diviziunea citoplasmei (citochineza). În diviziunea mitotică, cromozomii se distribuie egal între celulele-fiice.

Amitoza se caracterizează prin anumite particularități:

- nu se produce spiralizarea cromozomilor;
- nu se formează fusul de diviziune;
- inițial se multiplică nucleolii;
- învelișul nuclear nu dispare;
- după diviziunea nucleului există cazuri când citoplasma nu se divide, fapt ce contribuie la apariția celulelor polinucleate.

Amitoza reprezintă un mod rapid de diviziune a celulelor și este caracteristică majorității organismelor monocelulare eucariote, țesuturilor patologice, celulelor bătrâne la care s-a redus capacitatea de diferențiere.

De regulă, prin amitoză se multiplică unele celule ale foițelor embrionare la animale, celulele foliculare ale ovarului, celulele glandelor endocrine și ale ficatului, iar la plante – celulele ovarului, ale parenchimului tuberculilor și ale endospermului.

Cea mai răspândită formă de reproducere a celulelor este mitoza. În general, prin mitoză se reproduc celulele somatice în creștere: țesuturile meristematice la plante, celulele organelor hematopoietice și ale țesuturilor epidermice la animale.

Mitoza se caracterizează prin restructurări complexe ale nucleului, urmate de formarea unor structuri specifice – **cromozomii**. În urma mitozei, din celula inițială diploidă ($2n$) se formează două celule-fiice identice cu celula-mamă. Ciclul celular (perioada dintre două diviziuni celulare succesive) include interfaza (pregătirea pentru diviziune) și diviziunea propriu-zisă.

Interfaza constituie circa 90% din ciclul celular. În această perioadă cromozomii au aspectul unor filamente (din gr. *mitos* – „filament”), care nu se observă la microscopul optic.

Interfaza include 3 etape:

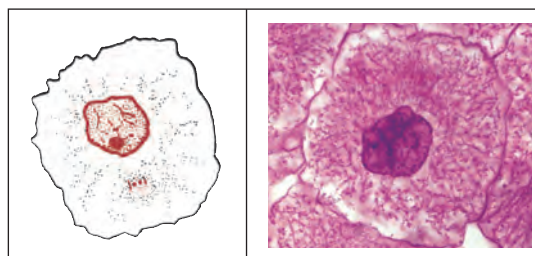
1) *Presintetică* (G1):

- celula se pregătește pentru replicarea ADN-ului;
- se sintetizează ARN-ul, proteinele structurale, enzimele necesare pentru sinteza ADN-ului.

2) *Sintetică* (S):

- se reduplică centriolii;
- se sintetizează ADN-ul.

Molecula de ADN se despiralizează și fiecare catenă devine matrice pentru sinteza unei catene noi de ADN. Astfel, molecula nou formată de ADN este identică cu molecula inițială de ADN. Așadar, informația ereditară



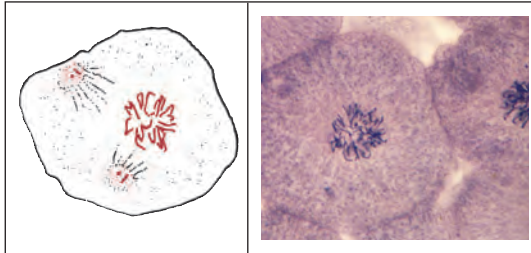
se transmite de la celula-mamă la celula-fiică. Etapa respectivă durează de la câteva minute (la protozoare) până la 6–12 ore (la mamifere).

3) Postsintetică (G2):

- se acumulează ATP-ul;
- se sintetizează proteinele, în special pentru fusul de diviziune.

Diviziunea propriu-zisă, **mitoza**, constă din 4 faze succesive:

1) Profaza (constituie 50 % din mitoza). Caracteristici:



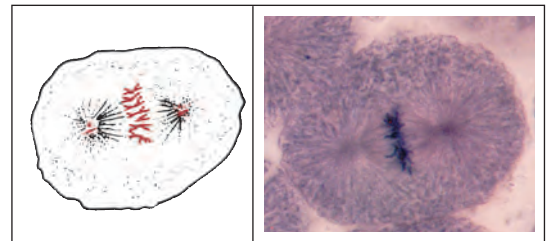
- se mărește volumul nucleului și al celulei, determinându-se rotunjirea ei;
- se reduce activitatea funcțională a celulei (de exemplu, se reduce mișcarea la amibă, leucocite etc.);
- centriolii migrează spre polii celulei;
- cromozomii se spiralizează și, prin urmare, se îngroașă și devin vizibili la microscopul optic;

- se resoarbe nucleolul și membrana nucleară;
- se formează firele fusului de diviziune;
- cromozomii migrează în citoplasmă.

2) Metafaza (constituie 13 % din mitoza). Caracteristici:

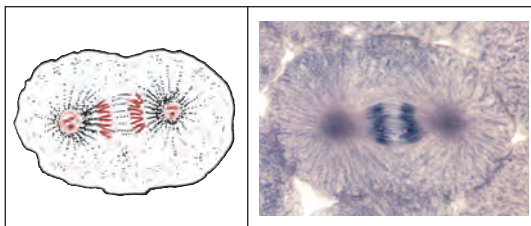
- cromozomii spiralizați migrează spre ecuatorul celulei, formând placa metafazică; se vede clar structura și numărul cromozomilor;

- centromerii cromozomilor se unesc cu firele fusului de diviziune.



3) Anafaza (constituie 7 % din mitoza). Caracteristici:

- se diminuează viscozitatea citoplasmei;
- se divid centromerii;
- cromatidele migrează spre poli datorită contracțiilor firelor fusului de diviziune și respingerii cromatidelor aceluiasi cromozom; în acest moment, spre polii celulei migrează două seturi diploide de cromozomi.

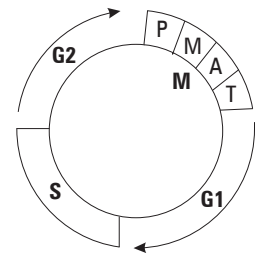


4) Telofaza (constituie 30 % din mitoza). Caracteristici:

- cromozomii se despiralizează;
- se formează membrana nucleară;
- se restabilesc nucleolii. Astfel se încheie procesul de diviziune a nucleului (cariochineza). După formarea celor două nuclee în celula-mamă, se produce citochineza (se divide citoplasma, conținutul ei și membrana celulară). Organitele celulare se repartizează mai mult sau mai puțin egal între cele două celule-fiice. La plante, citochineza se realizează centrifug, prin formarea unei lamele mediane (fragmoplast) în regiunea ecuatorului celulei și extinderea ei spre periferie. La animale, citochineza se realizează centripet, prin strangulare.

În concluzie, prin mitoza se asigură:

- stabilitatea numărului de cromozomi în procesul de diviziune a celulelor somatice;
- substituirea celulelor și regenerarea țesuturilor și organelor;
- creșterea și dezvoltarea organismului pluricelular.



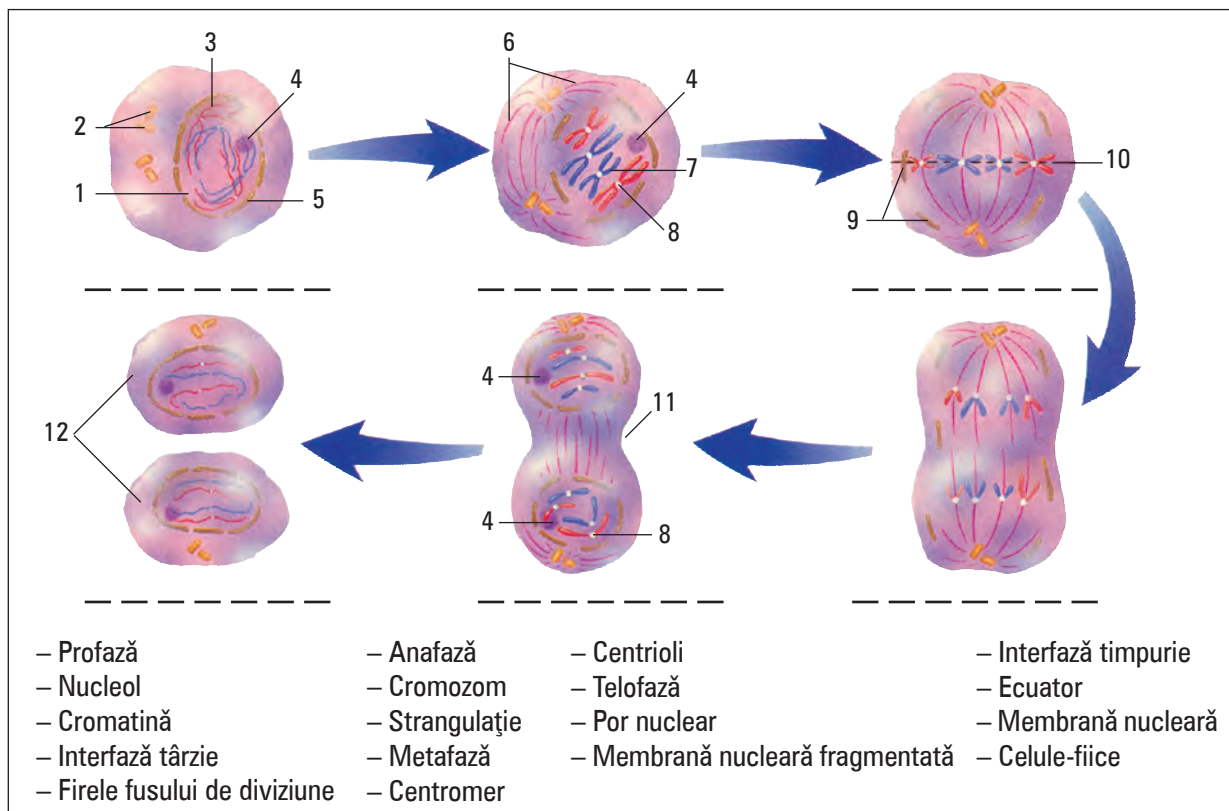


- 1** • Completează tabelul în caiet.

Reproducerea prin amitoză

Exemple de celule ce se reproduc prin amitoză	Caracteristici ale amitozei
Microorganisme: 1. 2. 3.	
Animale: 1. 2. 3.	
Plante: 1. 2. 3.	

- 2** • Scrie în locul liniilor întrerupte fazele ciclului celular, iar în dreptul cifrelor – termenii corespunzători, selectându-i din lista de mai jos. (Se realizează în caiet.)



- 3** • Corelează denumirile fazelor mitotice din coloana A cu procesele corespunzătoare din coloana B.

A

- 1 – Profaza
- 2 – Metafaza
- 3 – Anafaza
- 4 – Telofaza

B

- a – La fiecare pol al celulei se află același număr și același fel de cromozomi ca în celula-mamă.
- b – După replicare, fiecare cromozom este alcătuit dintr-o pereche de cromatide-surori.
- c – Cromozomii bicromatidieni se aranjează la ecuatorul celulei.
- d – Cromatidele-surori se separă, fiecare reprezentând un cromozom.

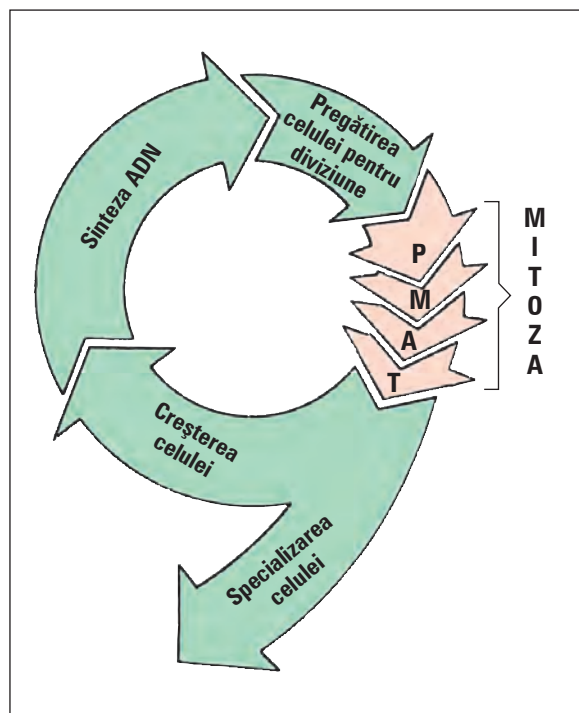
- 4** • Descrie procesul prezentat în schema alăturată.
• Intitulează schema.

- 5** • Enumeră deosebirile dintre fazele G1 și G2 și prezintă informația într-o schemă „Pește”.

- 6** • Prezintă prin cercurile Euler relațiile dintre:
a) metafază și mitoză; b) anafază și telofază.

- 7** • Privește la microscop un preparat din radicelele de ceapă și determină fazele mitozei. Această sarcină poate fi realizată ca lucrare practică sub tutela profesorului/profesoarei (vezi *Anexa 4.1*, paginile 171–172).

- 8** • Numește 1–2 avantaje pentru om și 1–2 avantaje pentru medicină ale faptului că celulele hepatice se reproduc prin amitoză.



- 9** • Intitulează textul de mai jos prin prisma subiectului lecției și argumentează răspunsul.

Celulele stem sunt celulele „primordiale” ale organismului uman. Prin diviziune mitotică, ele se pot dezvolta în alte tipuri de celule care, la rândul lor, pot forma țesuturi și organe în corpul uman. Mai exact, celulele stem pot evolua în celule mature cu caracteristici și forme specializate cum ar fi celulele din sânge, în celule ale sistemului nervos, în celule pentru inimă sau piele.

Primele date despre stocarea celulelor stem din sângele cordonului ombilical au fost furnizate la începutul anilor 90. La început, băncile stocau toată unitatea de sânge din cordonul ombilical. Această metodă de stocare era ieftină, nu presupunea dotarea complexă a laboratorului și necesita efort și expertiză minime. Tehnica a fost folosită până în momentul în care abordarea modernă a sugerat izolarea celulelor nucleate. Diferența față de tehnica veche constă în separarea plasmei și a eritrocitelor de produsul final ce urmează a fi stocat, și anume celulele nucleate, din care fac parte și celulele stem.

(<http://gyniclinique.ro/articole/celule-stem.html>)

- 10** • Formulează, prin prisma subiectului lecției, un argument în favoarea afirmației:
Celulele stem ale nou-născutului reprezintă grefa ideală pentru majoritatea cazurilor.

Meioza este caracteristică celulelor generatoare de gamete. În procesul meiozei, se produc modificări numerice, prin transformarea garniturii diploide ($2n$) de cromozomi în garnitură haploidă (n). Ulterior, în procesul fecundației, prin unirea a două celule haploide, se formează zigotul diploid, menținându-se astfel numărul constant de cromozomi caracteristic fiecărei specii de organisme.

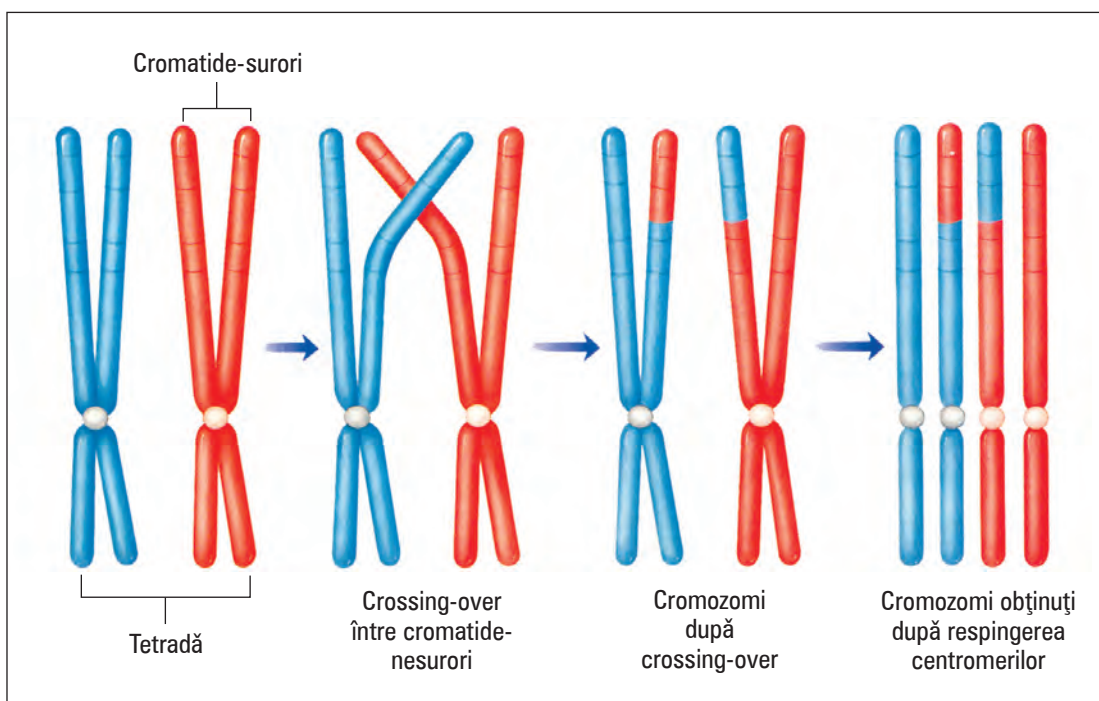
În meioză se identifică două diviziuni succesive: prima diviziune meiotică (reducțională) și a doua diviziune meiotică (ecuațională).

Prima diviziune meiotică este precedată de interfază, în care se realizează replicarea ADN-ului. Între prima și a doua diviziune meiotică există o perioadă scurtă – interchineza, în care nu se replică ADN-ul. Fiecare diviziune meiotică decurge în 4 faze succesive: profaza, metafaza, anafaza și telofaza, cu trăsăturile lor specifice.

Prima diviziune meiotică

1) *Profaza I* este cea mai îndelungată dintre toate fazele acestei diviziuni. La plante poate dura câteva zile, iar la animale – săptămâni sau chiar ani. Această fază se caracterizează printr-o serie de etape succesive, mult mai complexe decât în profaza mitozei:

- cromozomii omologi (pereche) se conjugă (se alătură) pe axa longitudinală;
- cei doi cromozomi omologi formează o figură tetracromatidică numită *tetradă*;
- între două cromatide-nesurori (nu aparțin aceluiași cromozom) are loc procesul numit **crossing-over** – schimbul reciproc de segmente între cromatidele-nesurori ale cromozomilor omologi; prin urmare, apar noi combinații de gene în cromatide, iar acest proces determină variabilitatea ereditară;



- cromozomii omologi se resping și se spiralizează;
- dispare nucleolul și membrana nucleară;
- începe formarea fusului de diviziune.

2) *Metafaza I* se caracterizează prin următoarele procese:

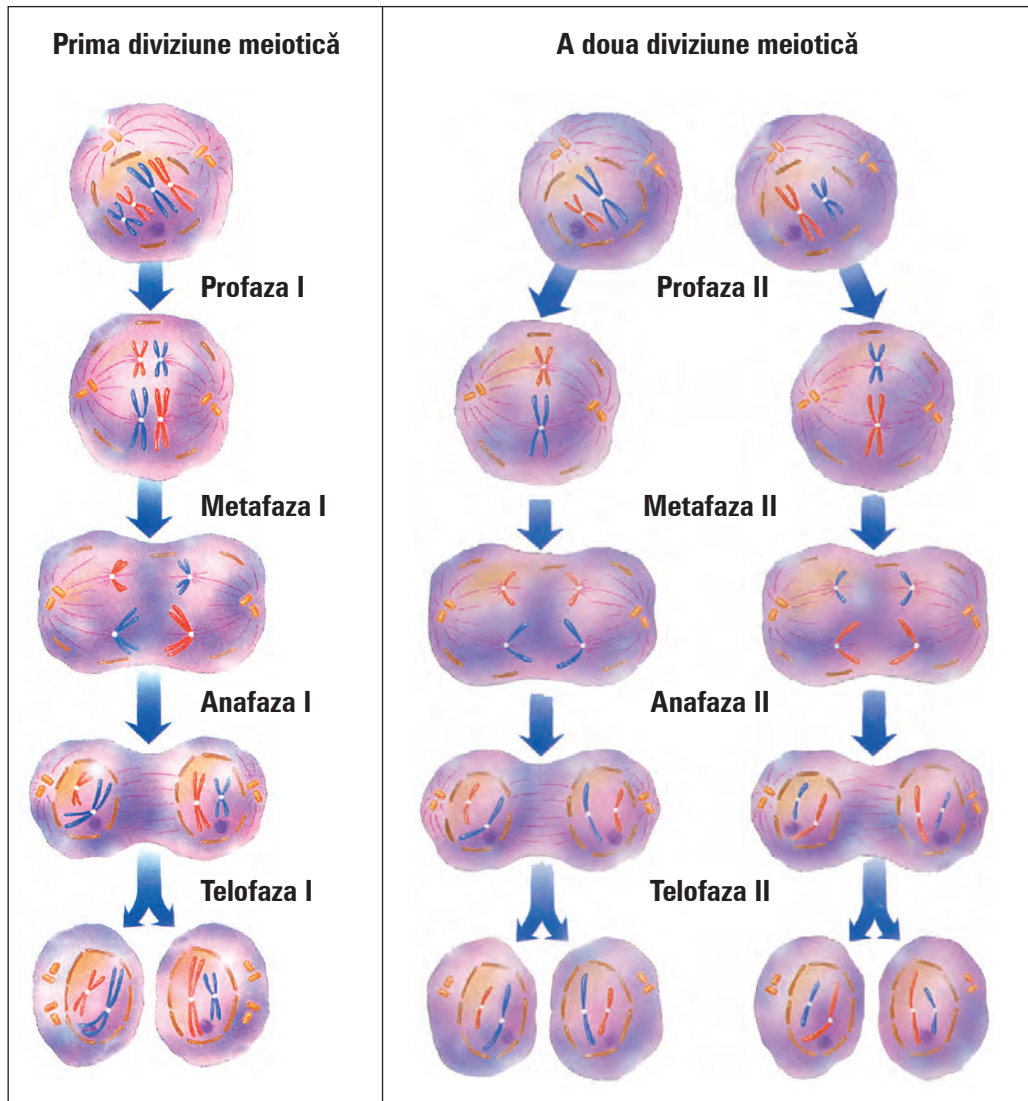
- cromozomii-pereche (bivalenți) se orientează spre ecuatorul celulei, formând placa metafazică;
- centromerii cromozomilor se prind de firele fusului de diviziune;
- firele fusului de diviziune se contractă, centromerii bivalenți se resping și începe migrarea cromozomilor întregi spre poli celulei.

3) În *anafaza I* continuă migrarea cromozomilor întregi spre poli. Astfel, la fiecare pol al celulei ajunge un număr înjumătățit de cromozomi.

4) *Telofaza I* se caracterizează prin:

- despiralizarea cromozomilor bicromatidieni;
- restabilirea membranei nucleare și a nucleolilor.

Cariochineza este urmată de citochineză și se formează două celule haploide.



A doua diviziune meiotică

1) *Profaza II*:

- cromozomii se spiralizează;
- se resoarbe nucleolul și membrana nucleară;

- se amestecă citoplasma cu carioplasma;
- se formează fusul de diviziune.

2) Metafaza II:

- cromozomii se orientează spre planul ecuatorial al celulei, formând placa metafazică;
- cromozomii se fixează cu ajutorul centromerilor de firele fusului de diviziune.

3) Anafaza II:

- centromerii se divid în două;
- cromozomii monocromatidieni migrează spre polii celulei.

4) Telofaza II:

- cromozomii ajunși la cei doi poli ai celulei se despiralizează;
- apare nucleolul;
- se restabilește membrana nucleară.

În urma cariochinezei și a citochinezei se formează patru celule haploide. Ele sunt precursorii gameților. La animale se numesc spermatide (la masculi) și ovotide (la femele), iar la plante – microspori și megaspori.

Meioza reprezintă procesul în urma căruia se formează gameții. Prin intermediul meiozei se asigură o imensă variabilitate genetică, grație recombinărilor intracromozomiale (crossing-over) și celor intercromozomiale (asortarea aleatorie a cromozomilor ce migrează spre polii opuși ai celulei).

La animalele superioare, în urma meiozei (meioză gametică) apar celule haploide care nu suferă diviziuni ulterioare și pot participa la fecundație. La plantele superioare, celulele obținute în urma meiozei (meioză sporală) se mai divid mitotic după ce se diferențiază în gameți (nuclei spermatici și oosferă).



1 • Scrie afirmațiile de mai jos în caiet, completând spațiul cu informația corespunzătoare din coloana dreaptă.

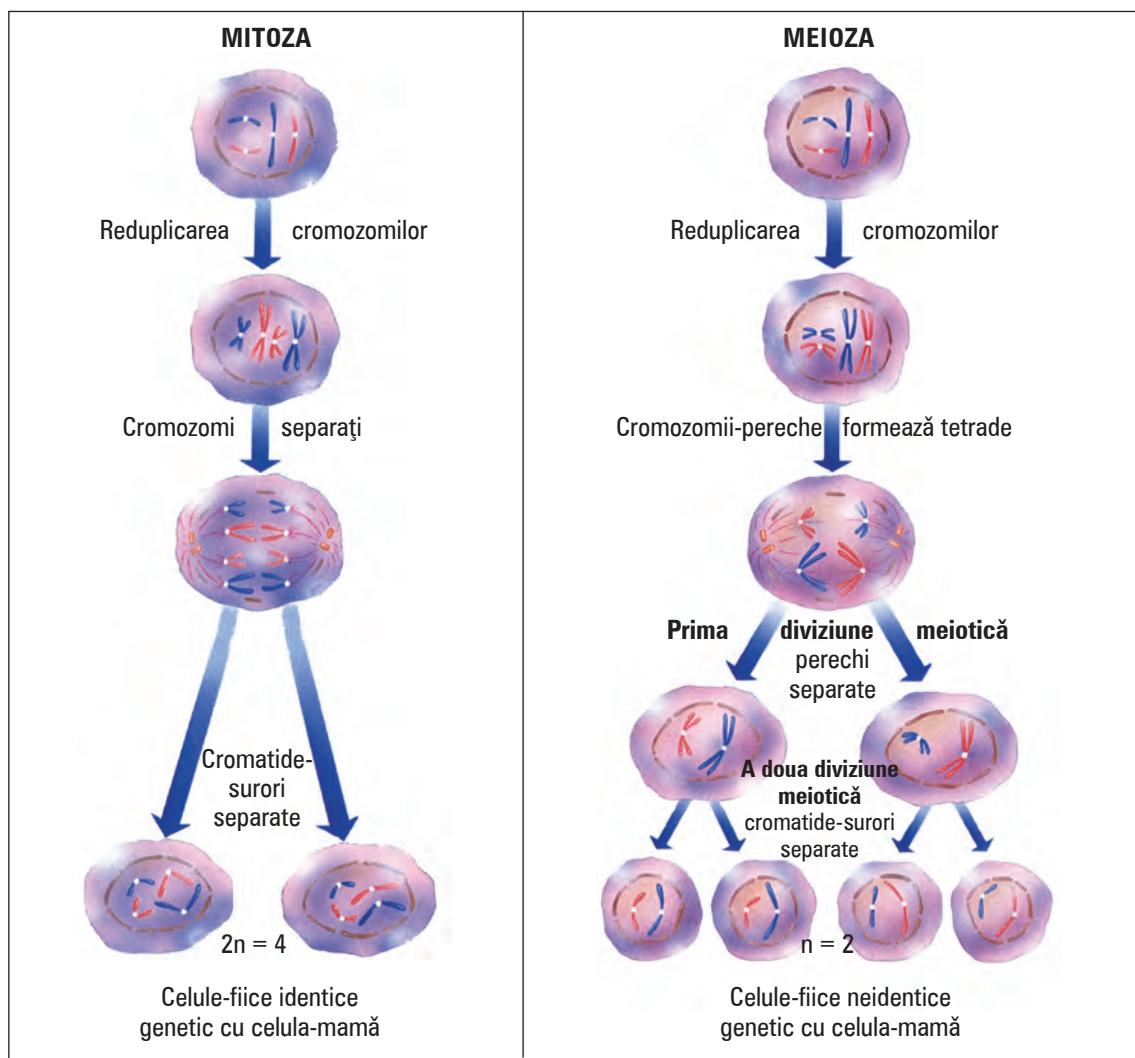
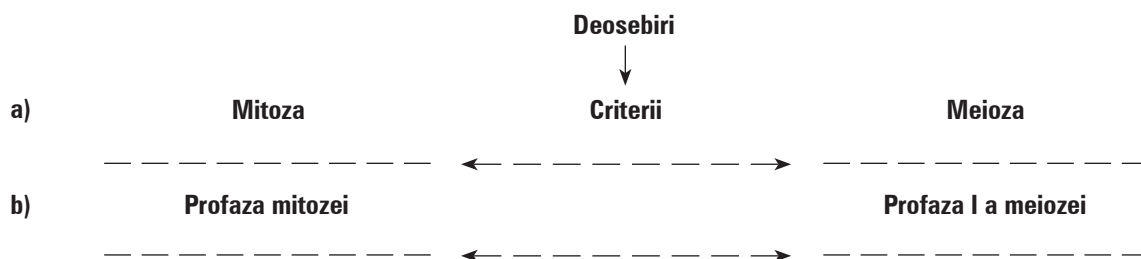
- Meioza asigură formarea celulelor _____.
- Variabilitatea ereditară a speciei este determinată de _____.
- Dacă celula-mamă a avut 46 de cromozomi, celulele-fiice vor avea după meioză _____ de cromozomi.
- Dacă celula-mamă a avut 46 de cromozomi, celulele-fiice vor avea după mitoză _____ de cromozomi.
- În timpul primei diviziuni meiotice se separă _____, iar în timpul celei de a doua diviziuni meiotice se separă _____.

- crossing-over
- 23
- sexuale
- cromozomi omologi
- 46
- cromatide-surori

2 • Prezintă într-o diagramă ciclul vital al unei celule ce se reproduce prin meioză și indică fazele principale.

3 • Elaborează o planșă instructivă în care să prezinți meioza unei celule care are o garnitură de 4 cromozomi.

- 4 • Completează schemele a) și b) pe baza informației din text și a imaginilor de mai jos, indicând cel puțin 3 deosebiri, și explică ce importanță are pentru organism meioza. (Se realizează în caiet.)



- 5 • Intitulează fiecare grup de termeni și argumentează răspunsul.

a 46 de cromozomi 2 celule-fiice 4 faze o interfază	b 23 de cromozomi 4 celule-fiice 8 faze o interfază
--	--

- 6 • Argumentează în 2–3 propoziții afirmația: Crossing-overul prezintă o semnificație evolutivă pentru organisme.

Gametogeneza reprezintă procesul de formare a gameților. Gameții masculini și feminini se formează în gonade, care sunt considerate organe sexuale primare.

Spermatogeneza

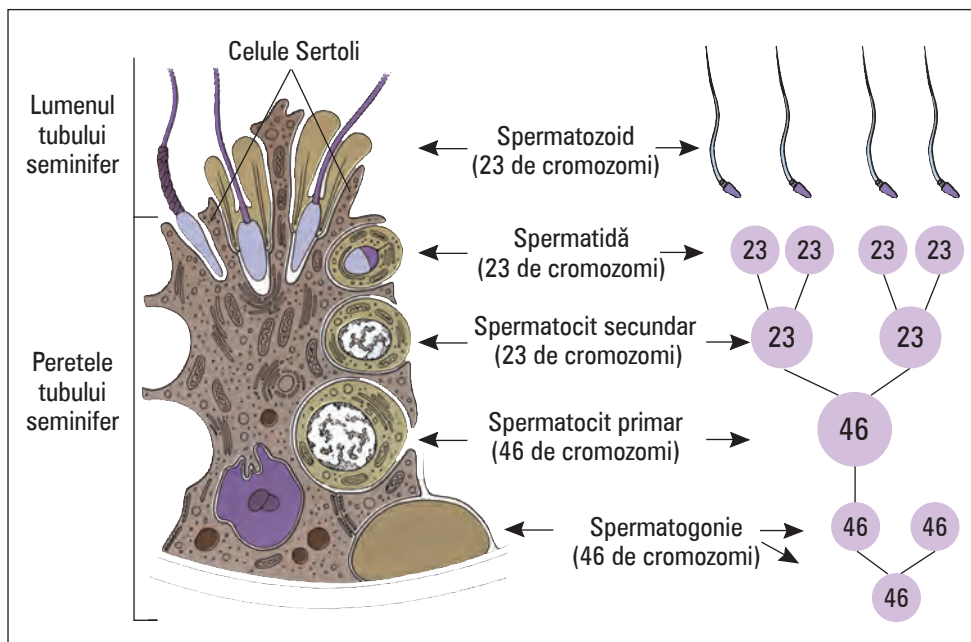
Spermatozoizii se produc în tuburile seminifere ale testiculelor. În epiteliul germinativ al tuburilor seminifere se află celulele germinative (celulele sexuale primitive) – *spermatogoniile*. Spermatogonia este o celulă diploidă care, în urma diviziunilor mitotice și meiotice, devine un gamet matur, spermatozoid cu o garnitură haploidă de cromozomi.

În structura tuburilor seminifere sunt câteva tipuri de celule care reprezintă stadiile consecutive de dezvoltare a gameților masculini. Timpul necesar pentru transformarea unei spermatogonii într-un spermatozoid adult este de circa 74 de zile.

Celulele germinative primitive – spermatogoniile – se află în stratul extern al tuburilor seminifere, numit *zonă de înmulțire*.

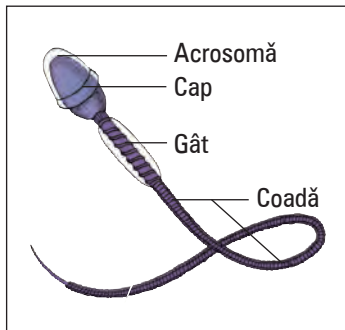
Spermatogoniile se caracterizează printr-un nucleu mare și o cantitate sporită de citoplasmă. În decursul perioadei embrionare și postembrionare, până la pubertate, spermatogoniile se divid mitotic. Ca rezultat, numărul spermatogoniilor se mărește, ceea ce determină creșterea testiculelor. Această perioadă se numește *perioadă de înmulțire*.

La pubertate, o parte dintre spermatogonii continuă să se dividă mitotic, iar altă parte trece în zona următoare, numită *zonă de creștere* (situată mai aproape de lumenul tubului seminifer). Aici, celulele se măresc datorită abundenței de citoplasmă. Aceste celule se numesc *spermatocite primare*.



Ultima zonă (a 3-a) de formare a gameților masculini se numește *zonă de maturizare*. Aici, spermatocitele primare trec prin două diviziuni meiotice succesive. În urma primei diviziuni meiotice, dintr-un spermatocit primar se formează 2 *spermatocite secundare*, din care rezultă 4 *spermatide*, după a doua diviziune meiotică. Spermatidele au formă ovală și dimensiuni mai mici decât spermatocitele. Spermatidele trec în zona din apropierea lumenului tubului seminifer, unde se transformă în *spermatozoizi*.

În acest stadiu de dezvoltare, spermatozoizii nu sunt complet mobili. De aceea, celulele epiteliului germinativ (celulele Sertoli) produc un lichid spermatic, care se mișcă prin lumenul tuburilor seminifere și transportă spermatozoizii din tuburi seminifere în epididim. După 1–10 zile de aflare în epididim, spermatozoizii se maturizează complet sub acțiunea unui produs secretat de epididim; ei devin mobili și capabili de fertilizare.



O parte din spermă este depozitată în epididim, iar cea mai mare parte a acesteia – în canalul deferent (îndeosebi în ampula acestui canal). Aici, sperma își menține fertilitatea timp de 42 de zile.

Spermatozoidul reprezintă o celulă mobilă, cu o cantitate mică de citoplasmă și este format din cap, gât și coadă. Pe partea anterioară a capului se află acrosoma, formată din complexul Golgi modificat, ce conține enzime care facilitează penetrarea ovulului în timpul fecundației. În regiunea gâtului se află un număr mare de mitocondrii, în care se sintetizează ATP-ul, sursa necesară pentru deplasarea spermatozoidului. Mișcările helicoidale ale cozii determină deplasarea spermatozoidului.

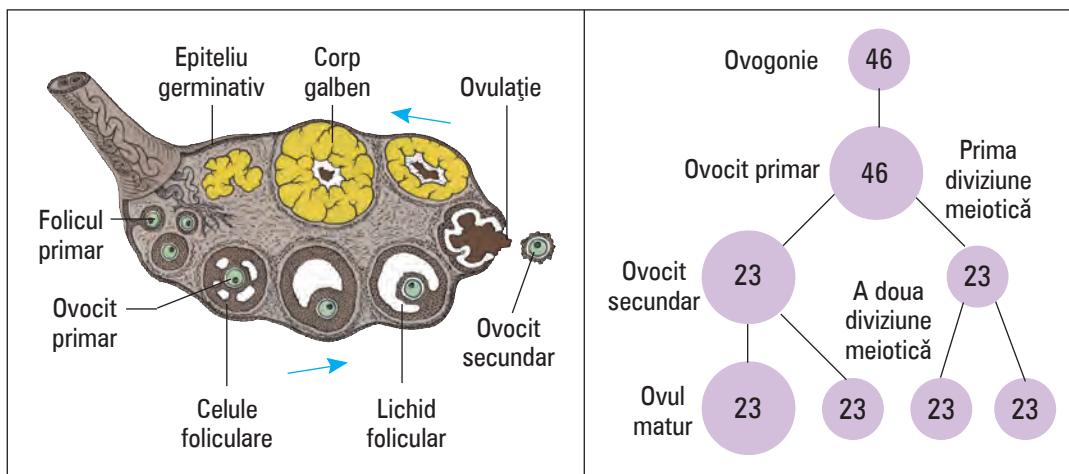
Ovogeneza

Pentru ovogeneza sunt caracteristice aceleași faze ca și pentru spermatogeneza. Gameții feminini se dezvoltă în foliculii ovarieni, care se găsesc în zona corticală a ovarelor. Foliculii se transformă în ovule sub influența hormonilor gonadotropi hipofizari.

În perioada dezvoltării embrionare, ovarele conțin peste 7 milioane de foliculi primordiali, având câte o celulă germinativă (ovocit primordial). Însă majoritatea foliculilor suferă un proces de involuție, ajungând la pubertate în număr de aproximativ 200–400 de mii de foliculi primordiali, din care se maturizează circa 500.

Spre deosebire de bărbați, la care spermatogeneza este continuă pe parcursul vieții, la femei dezvoltarea și eliminarea ovulelor este ciclică.

În perioada de dezvoltare a ovulelor se disting foliculi primari, secundari (veziculari) și cavitari.



Celulele germinative feminine, numite *ovogonii*, se multiplică mitotic intens în zona de înmulțire, formând *ovocite primare*. Acest proces se desfășoară numai în perioada embrionară. Ovocitele primare nu suportă modificări până în perioada pubertară. La pubertate, ovocitele primare cresc periodic, acumulând grăsimi, pigmenti, vitellus. Fiecare ovocit este înconjurat de celule foliculare care îi asigură nutriția.

Următoarea perioadă în dezvoltarea ovulelor este maturizarea ovocitelor, în care ovocitul primar suportă două diviziuni meiotice consecutive, însoțite de repartizarea neuniformă a citoplasmei între celulele-fiice. Astfel, după prima diviziune meiotică, se formează *ovocitul secundar*, o celulă bogată în citoplasmă, și un globul polar (polocit primar).

Ovocitul secundar este expulzat prin ruperea foliculului în trompa uterină, proces numit *ovulație*. Aici, el suportă a doua diviziune meiotică, formând preovulul și un globul polar (polocit secundar). Globulul polar primar se poate divide și el, dând naștere la doi globuli polari (polociți secundari). Preovulul nu se mai divide, dezvoltându-se într-un *ovul*.

Astfel, în urma celor două diviziuni meiotice, dintr-un ovocit primar se formează un ovul și trei globuli polari secundari. Aceștia se reabsorb sau se păstrează pe suprafața ovulului, dar nu participă la fecundație.

Ca rezultat al ovulației, epiteliul folicular proliferază, formând corpul gras. Acesta secretă estrogeni și progesteron.

Dacă ovulul a fost fecundat, corpul gras secretă intens hormoni în primele 3 luni de sarcină. Dacă ovulul nu este fecundat, corpul gras se resoarbe, cantitatea de estrogeni și progesteron se micșorează, iar ovulul, împreună cu endometrul (mucoasa uterină), este eliminat din uter. Desprinderea endometrului produce ruperea capilarelor, de aceea eliminarea acestora din organism se manifestă printr-un proces hemoragic (menstruație) ce durează circa 3–5 zile. Cantitatea normală de sânge care se elimină este de circa 30 ml. O cantitate de 80 ml și mai mult este considerată patologică.

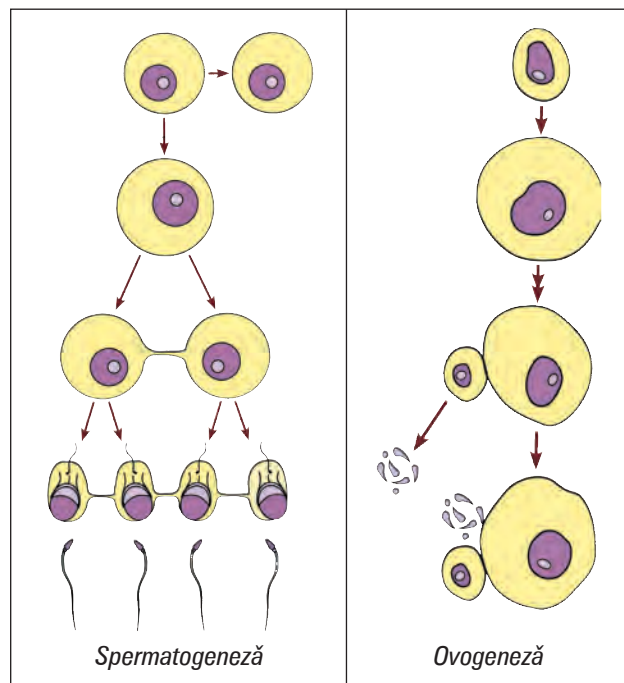
Reținerea ciclului menstrual reprezintă primele simptome de gestație. Din punct de vedere fiziologic, procesul de gestație se manifestă prin persistența corpului galben. Gestația poate fi confirmată printr-un test care identifică un surplus de hormoni în urina femeii gravide.



1 • Definește noțiunile: spermatogeneză, ovogeneză.

2 • Desenează în caiet schemele alăturate, incluzând termenii corespunzători din lista de mai jos, și descrie procesele de spermatogeneză și ovogeneză.

- Spermatocit primar (46 de cromozomi)
- Spermatide
- Ovocit secundar (23 de cromozomi)
- Ovul (23 de cromozomi)
- Mitoză
- Prima diviziune meiotică
- Spermatogonie (46 de cromozomi)
- Degenerare
- Spermatocit secundar (23 de cromozomi)
- Globul polar primar
- Spermatozoizi (23 de cromozomi)
- A doua diviziune meiotică
- Globul polar secundar
- Ovocit primar (46 de cromozomi)



3 • Alcătuieste o listă de recomandări pentru fete în vederea evidențierii prezenței sau absenței sarcinii (gestației).

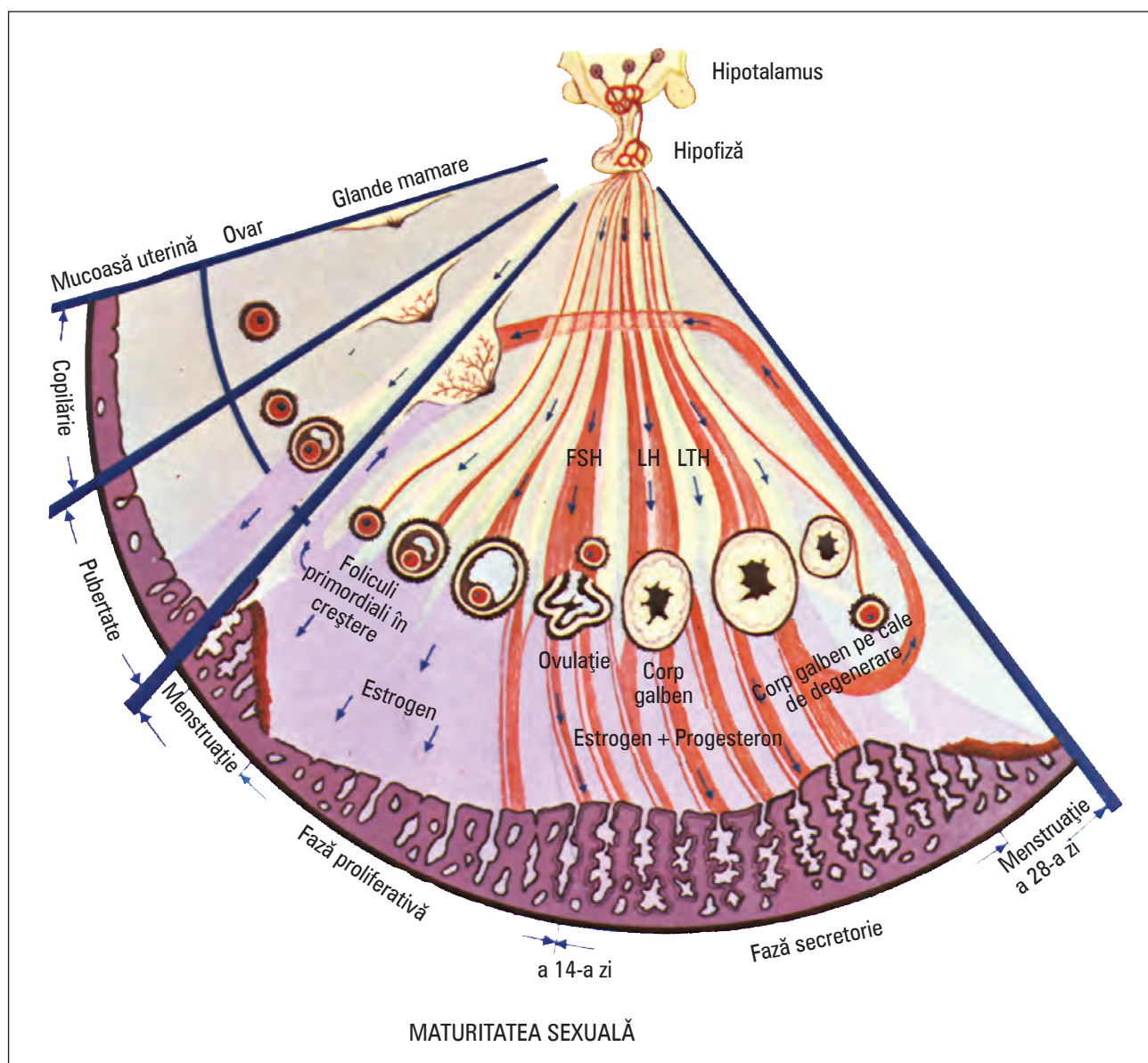
4 • Prezintă într-o hartă morfologică cauzele și efectele modificării spermatogramei și propune modalități de normalizare a acesteia. Utilizează în acest scop informația stocată în codul de bare QR 1.6.1.



QR 1.6.1

5 • Redactează o comunicare de 3–5 minute, pe baza imaginii de mai jos, în care să argumentezi afirmațiile:

- a) Estrogenii sunt hormonii feminității. b) Progesteronul este hormonul maternității.



- 6** • Citește textul de mai jos.
 • Notează problema reflectată în text.
 • Ce poți învăța din această problemă?

Consumul de alcool și fumatul au un impact negativ asupra sănătății reproductive masculine, generând consecințe semnificative asupra morfologiei, numărului și motilității spermatozoizilor. Numeroase studii științifice demonstrează efectul nefast al nicotinei asupra spermatogenezei, prin scăderea semnificativă a numărului de spermatozoizi și diminuarea calității acestora. Mai mult, obiceiul de a fuma contribuie la creșterea probabilității apariției bolilor ereditare prin deteriorarea ADN-ului spermatozoizilor.

Legile de bază ale eredității au fost descoperite de G. Mendel în 1865. Ele au fost expuse în lucrarea sa *Cercetări asupra hibridării plantelor*. G. Mendel a efectuat experimentele având ca obiect de studiu 22 de soiuri de mazăre (*Pisum sativum*). Aceste soiuri se caracterizau printr-un șir de caractere distinctive după culoarea și forma bobului, culoarea florii, a păstăilor, a cotiledonelor etc.

Pentru a stabili legitățile moștenirii caracterelor, G. Mendel încrucișa formele parentale (liniile pure) și analiza descendența. Aceasta este **metoda hibridologică**, sau **analiza genetică**.

El a argumentat rezultatele obținute prin calcule matematice minuțioase.

Rezultatele date au permis:

- cunoașterea mecanismelor de transmitere a caracterelor ereditare;
- prognozarea rezultatelor încrucișărilor;
- obținerea noilor rase de animale și soiuri de plante.

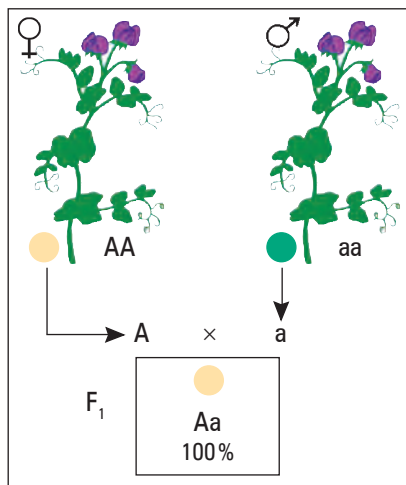
Simboluri genetice

P	– forme parentale;
♀	– genotip femel;
♂	– genotip mascul;
×	– încrucișare;
F(G)_{1,2...}	– generația (1,2...);
A (+)	– alela dominantă a genei;
a	– alela recesivă a genei;
AA (aa)	– genotip homozigot (formează un tip de gameți și nu segregă în descendență);
Aa	– genotip heterozigot (formează două tipuri de gameți și segregă în descendență);
Genotip	– totalitatea genelor unui organism;
Fenotip	– totalitatea caracterelor unui organism.

Încrucișarea monohibridă

G. Mendel a încrucișat două forme de mazăre ce se deosebeau după un caracter (de exemplu, forma bobului, culoarea bobului) și a obținut în prima generație (F_1) o descendență uniformă. Această descendență posedă caracterul dominant (forma netedă a bobului, culoarea galbenă a bobului).

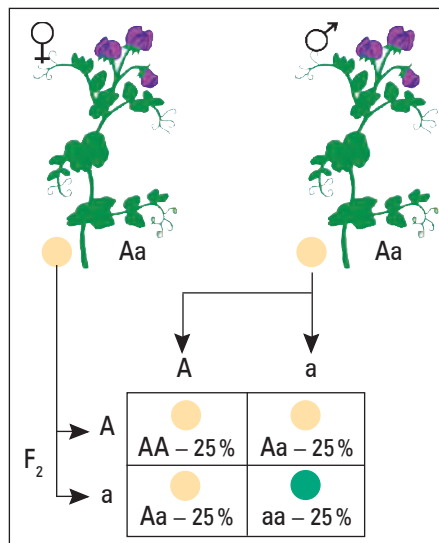
La autopolenizarea plantelor hibride (Aa) din prima generație, în generația a doua (F_2) s-au obținut plante cu caracterul dominant și plante cu caracterul recesiv. De fiecare dată, raportul dintre aceste plante era de aproximativ 3:1 (vezi tabelul de la pagina 32).



Pentru a explica aceste rezultate, G. Mendel a presupus existența în nucleul celular a unor factori ereditari sub formă de pereche. În procesul de formare a gameților (în cadrul meiozei) are loc separarea factorilor ereditari. Astfel, în fiecare gamet ajunge câte un factor ereditar, asigurând puritatea gameților.

În baza rezultatelor încrucișării monohibride, G. Mendel a formulat următoarele legi:

Legea uniformității hibrizilor primei generații – la încrucișarea liniilor pure (indivizilor homozigoți), ce se deosebesc după un caracter (sau mai multe), în prima generație descendența este uniformă după caracterul dominant.

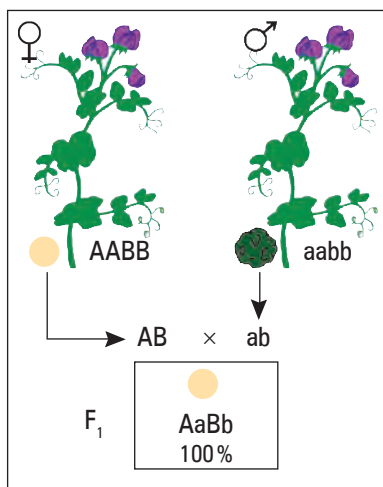


Legea segregării – la încrucișarea hibridilor primei generații, în generația a doua se obține o segregare după fenotip în raport de 3:1.

Segregarea caracterelor în generația a doua (F_2), conform experiențelor lui G. Mendel

Caracterul analizat	Tipul moștenirii		Nr. de descendenți		Raportul	
	dominantă	recesivă	dominanți	recesivi	dominanți	recesivi
1. Forma boabelor	 netedă	 rugoasă	5 474	1 850	2,99	1,01
2. Culoarea boabelor	 galbenă	 verde	6 022	2 001	3,00	1,00
3. Consistența păstăilor	 tare	 moale	882	299	2,99	1,01
4. Culoarea păstăilor	 verde	 galbenă	428	152	2,95	1,05
5. Culoarea florilor	 purpurie	 albă	705	224	3,04	0,96
6. Aranjarea florilor	 axială	 terminală	651	207	3,03	0,97
7. Înălțimea plantei	 înaltă	 pitică	787	277	2,96	1,04
Total			14 959	5 010	2,99	1,01

Încrucișarea dihibridă și polihibridă



G. Mendel a încrucișat un soi de mazăre cu boabe galbene și netede (caractere dominante) cu un soi cu boabe verzi și rugoase (caractere recesive). În prima generație a obținut plante cu boabe de culoare galbenă și netede (*legea uniformității primei generații*).

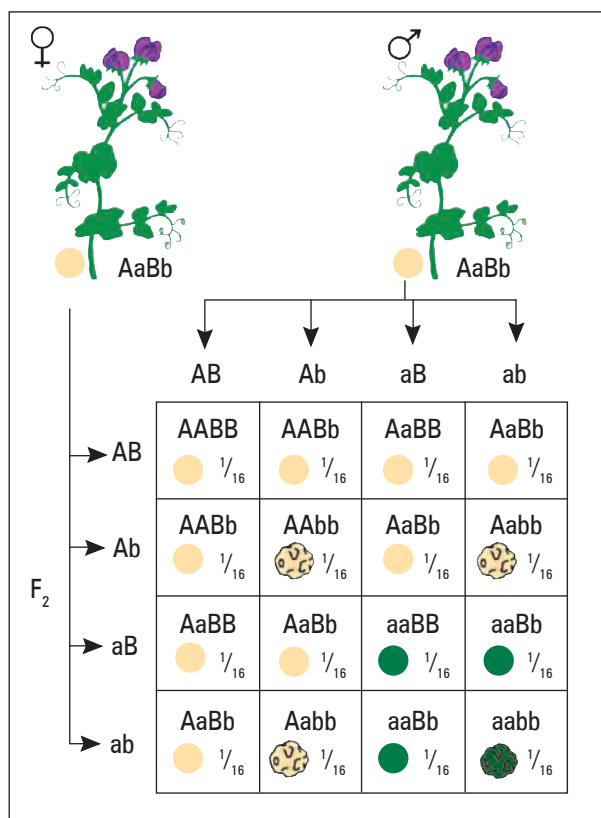
La încrucișarea hibridilor F_1 în generația a doua, G. Mendel a obținut patru clase fenotipice, și anume:

	boabe galbene, netede	– 315
	boabe galbene, rugoase	– 101
	boabe verzi, netede	– 108
	boabe verzi, rugoase	– 32
	total	– 556

Raportul dintre aceste clase era de 9:3:3:1.

Apariția de noi fenotipuri în generația a doua se explică prin faptul că hibridii diheterozigoți ($AaBb$) formează patru tipuri de gameți (AB , Ab , aB și ab). Acești gameți pot fi masculini sau feminini și formează 16 combinații. Analizele acestor combinații relevă o anumită legitate: *fiecare pereche de caractere segregă în raport de 3:1* (12 combinații cu boabe galbene și 4 cu boabe verzi; 12 combinații cu boabe netede și 4 cu boabe rugoase).

Astfel a fost dedusă *legea segregării independente* – la încrucișarea formelor parentale, ce se deosebesc după două sau mai multe caractere, segregarea după fenotip în generația a doua se produce independent după fiecare pereche de caractere în raport de $(3:1)^n$, unde n reprezintă tipul încrucișării.



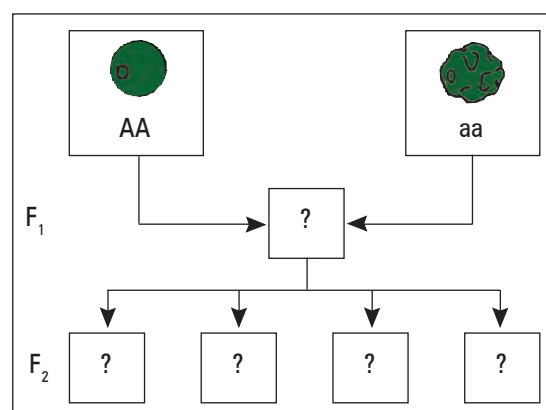
Notă: Legea segregării independente este valabilă dacă sunt satisfăcute anumite condiții:

1. gameții feminini și cei masculini posedă aceeași viabilitate;
2. contopirea gameților feminini cu cei masculini este randomizată (la întâmplare);
3. genele ce determină caracterele respective sunt localizate în cromozomi diferiți (*nu sunt înlănțuite*);
4. genele ce determină caracterele respective sunt localizate în autozomi (*nu sunt cuplate cu sexul*);
5. genele ce determină caracterele respective *nu interacționează între ele*.



1 • Scrie un exemplu prin care să demonstrezi esența metodei hibridologice și funcționalitatea acesteia.

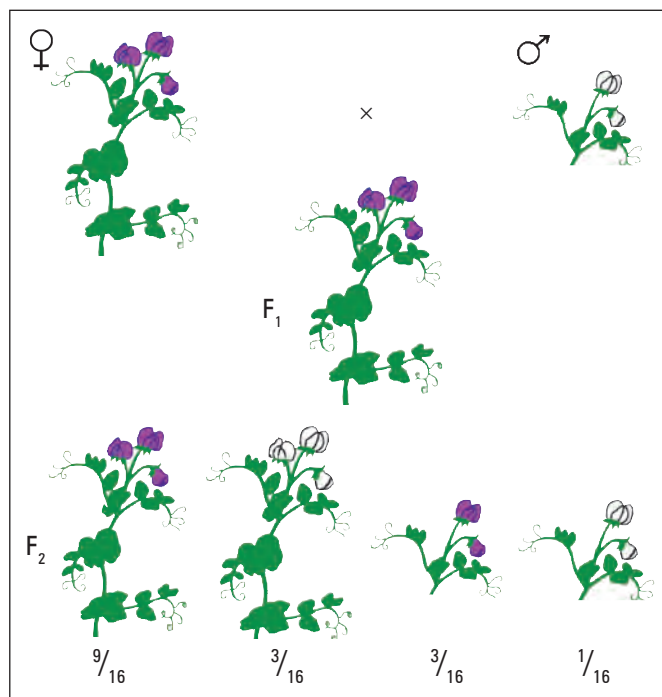
- 2**
- Desenează în caiet o schemă asemănătoare celei alăturate.
 - Notează în locul semnelor de întrebare informația omisă și definește legile lui G. Mendel pe baza rezultatelor încrucișării monohibride.



- 3** • Demonstrează pe baza imaginii alăturate esența încrucișării dihibride realizate de G. Mendel și notează prin simboluri genetice acest experiment.

- 4** • Completează tabelul în caiet.

Criterii de deosebire	Încrucișarea monohibridă	Încrucișarea dihibridă
Numărul de caractere analizate la încrucișare		
Numărul de clase fenotipice în F ₁		
Numărul de clase genotipice în F ₂		



- 5** • Rezolvă următoarele probleme:

- Deprinderea omului de a lucra cu mâna dreaptă domină deprinderea de a lucra cu mâna stângă. O femeie heterozigotă s-a căsătorit cu un bărbat dreptaci. Determină genotipurile și fenotipurile posibile ale copiilor din această familie.
- La tomate, culoarea roșie a fructelor domină culoarea galbenă. Ce descendență se poate obține la încrucișarea unei plante ale cărei fructe au culoarea roșie (heterozigotă) cu o plantă ale cărei fructe au culoarea galbenă?
- La om, gena care determină culoarea căpruie a ochilor domină gena ce determină culoarea albastră, iar gena care determină părul ondulat domină gena ce determină părul drept. Stabilește fenotipul copiilor, dacă tata are ochi albaștri și păr ondulat, iar mama – ochi căprui și păr drept.

- 6** • Explică-le părinților tăi de ce nu vor obține doar boabe de mazăre galbene și netede dacă vor semăna boabe de mazăre galbene și netede.

- 7** • Intitulează textul de mai jos și argumentează răspunsul.

Legile eredității descoperite de G. Mendel sunt funcționale prin faptul că arată modul cum se realizează segregarea caracterelor la hibridi și, în general, cum se transmit acestea de-a lungul generațiilor. Aceste legi constituie baza teoretică și practică a cercetărilor de ameliorare a plantelor și animalelor. Hibridii heterozigoți din F₁ au o vigoare sporită, ceea ce le oferă un avantaj în producție. Prin combinarea factorilor ereditari ai genitorilor se pot produce soiuri și rase noi.

În genetica umană, cunoscând modul de transmitere a unor caractere normale sau patologice, se poate interveni prin „sfaturi genetice” pentru reducerea frecvenței unor maladii ereditare, datorate, în majoritatea cazurilor, unor gene recesive care ajung în stare homozigotă.

- 8** • Rezolvă următoarea situație-problemă:

Ai înființat o gospodărie agricolă și dorești să cultivi mazăre cu boabe de culoare verde și forma rugoasă, dar amelioratorii îți pot oferi doar boabe diheterozigote după aceste caractere.

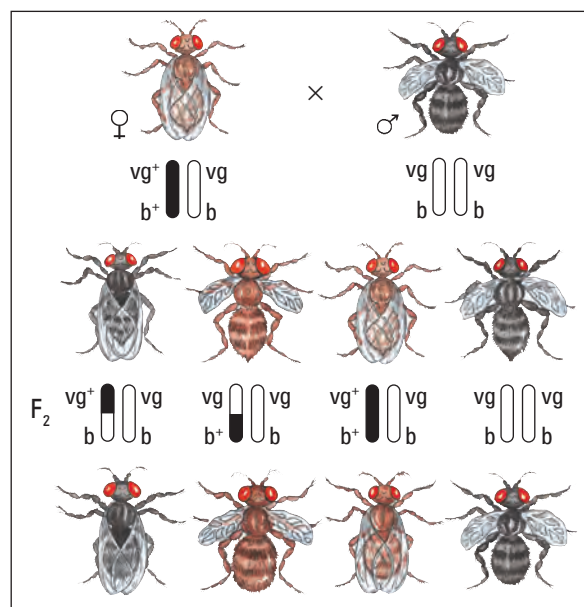
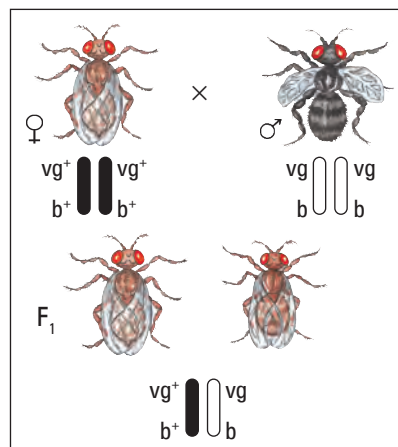
- Elaborează schema acțiunilor consecutive pe care le vei respecta pentru a obține rezultatul dorit.

Numărul caracterelor (genelor) depășește cu mult numărul cromozomilor din organism. Astfel, un cromozom conține mai multe gene. Moștenirea caracterelor determinate de genele localizate în același cromozom se deosebește de legăturile stabilite de G. Mendel.

Moștenirea caracterelor înlănțuite (genele ce determină caracterele respective se află în același cromozom) a fost stabilită de T.H. Morgan și colaboratorii săi (C.B. Bridges, A.H. Stertevant, H.J. Muller).

În calitate de obiect de studiu au servit musculițele de oțet (*Drosophila melanogaster*). Aceste musculițe se caracterizează printr-o prolificitate înaltă. Ele au un ciclu scurt de dezvoltare (circa 12 zile) și prezintă un număr mare de mutații.

Inițial, s-au încrucișat femele de drosofilă homozigote care aveau aripi normale (vg^+vg^+) și corp cenușiu (b^+b^+) cu masculi homozigoți cu aripi vestigiale ($vgvg$) și corp negru (bb). În prima generație au rezultat doar musculițe diheterozigote cu aripi normale și corp cenușiu (vg^+vg/b^+b).



La încrucișarea femelelor homozigote după caracterele recesive ($vgvg/bb$) cu masculi diheterozigoți (vg^+vg/b^+b) s-au obținut doar două clase fenotipice, și anume:

- 50% de musculițe cu aripi normale și corp cenușiu (vg^+vg/b^+b);
- 50% de musculițe cu aripi reduse și corp negru ($vgvg/bb$).

În urma acestor rezultate, T. Morgan a conchis că genele care determină forma aripilor și culoarea corpului la drosofilă sunt localizate în același cromozom, sunt înlănțuite și se transmit împreună.

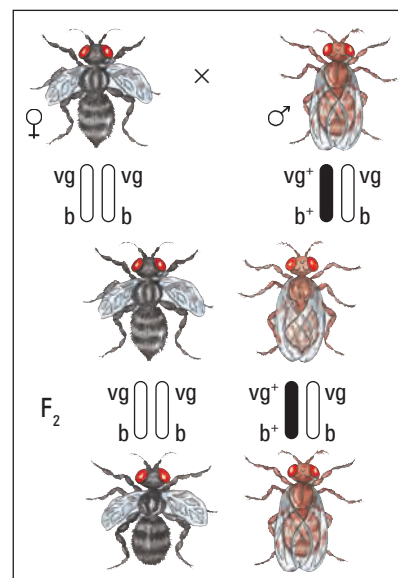
Înlănțuirea genelor localizate în același cromozom poate fi:

- **completă** – între aceste gene nu se realizează crossing-overul;
- **incompletă** – între aceste gene se realizează crossing-overul.

La încrucișarea femelelor heterozigote (vg^+vg/b^+b) cu masculi homozigoți ($vgvg/bb$) s-au obținut patru clase fenotipice, dar într-un raport ce se deosebea de cel teoretic așteptat (25% : 25% : 25% : 25%).

Acest raport era următorul:

- 8,5% de musculițe cu aripi normale și corp negru (vg^+vg/bb);
- 8,5% de musculițe cu aripi reduse și corp cenușiu ($vgvg/b^+b$);
- 41,5% de musculițe cu aripi normale și corp cenușiu (vg^+vg/b^+b);
- 41,5% de musculițe cu aripi reduse și corp negru ($vgvg/bb$).



Crossing-overul (schimb de fragmente între cromatidele-nesurori ale cromozomilor omologi) se realizează în profaza I a meiozei. Anume crossing-overul asigură o diversitate genetică mai mare printre descendenți.

Intensitatea crossing-overului depinde de:

1. factorii interni

- *distanța dintre gene* – cu cât este mai mare distanța dintre două gene, cu atât este mai mare procentul de crossing-over;

- *poziția centromerului* – de regulă, centromerul blochează crossing-overul dintre genele localizate de ambele părți ale centromerului;

- *sexul* – la unele sexe (masculii drosofilei, femelele viermelui de mătase) crossing-overul este blocat.

2. factorii externi

- *fizici* (radiația, temperatura);
- *chimici* (substanțele mutagene);
- *biologici* (virusurile).

Intensitatea crossing-overului permite localizarea genelor în cromozomi, deoarece așezarea lor este liniară. Distanța dintre gene se măsoară în morganide, care reprezintă intensitatea crossing-overului dintre aceste gene (1 morganidă echivalează cu 1 % de crossing-over). De exemplu, în cazul analizat anterior se poate conchide că distanța dintre genele ce determină forma aripilor și culoarea corpului la drosofilă este de 17 morganide (8,5 % + 8,5 % de musculițe crossovere).

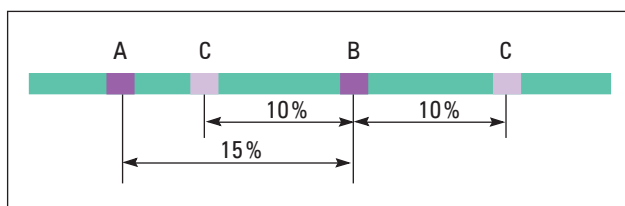
Totalitatea genelor dintr-un cromozom formează un **grup linkage** (din engl. *linkage* – „legat”). Numărul de grupuri linkage este egal cu numărul haploid de cromozomi. (La sexul heterogametic, fiecare tip de cromozom sexual [X și Y] formează un grup linkage aparte.)

În urma investigațiilor efectuate, T. Morgan a elaborat **teoria cromozomială a eredității**. Postulatele principale ale acestei teorii sunt:

1. genele în cromozomi sunt așezate liniar, fiecare ocupând un anumit locus;
2. genele localizate în același cromozom se transmit înlănțuit;
3. înlănțuirea genelor poate fi completă sau incompletă.

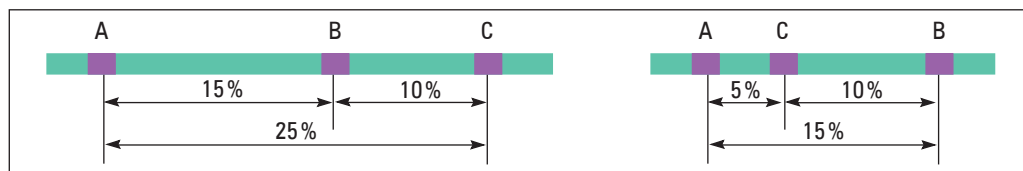
Harta cromozomială este o reprezentare grafică a poziției, a ordinii și a distanței dintre gene pe un cromozom.

Întocmirea hărților cromozomiale se bazează pe numeroase încrucișări de analiză hibridologică. De exemplu, avem trei gene înlănțuite (localizate în același cromozom) A, B și C. Dacă la încrucișarea a doi indivizi care se deosebeau după genele A și B s-au obținut organisme recombinante în proporție de 15 %, distanța dintre aceste gene este egală cu 15 unități de recombinare (morganide).



Pentru a determina poziția genei C în cromozomul respectiv, este necesar să stabilim procentul de recombinări ale acestei gene cu genele A și B. Dacă formele recombinante după genele C și B constituie 10 %, putem presupune că gena C este dispusă între genele A și B sau de partea opusă a genei B.

În continuare, aflăm procentul de recombinări între genele A și C. Dacă frecvența de recombinare este de 25 %, ordinea genelor în cromozom este A, B, C, iar dacă aceasta constituie 5 %, ordinea genelor este A, C, B (vezi schema).



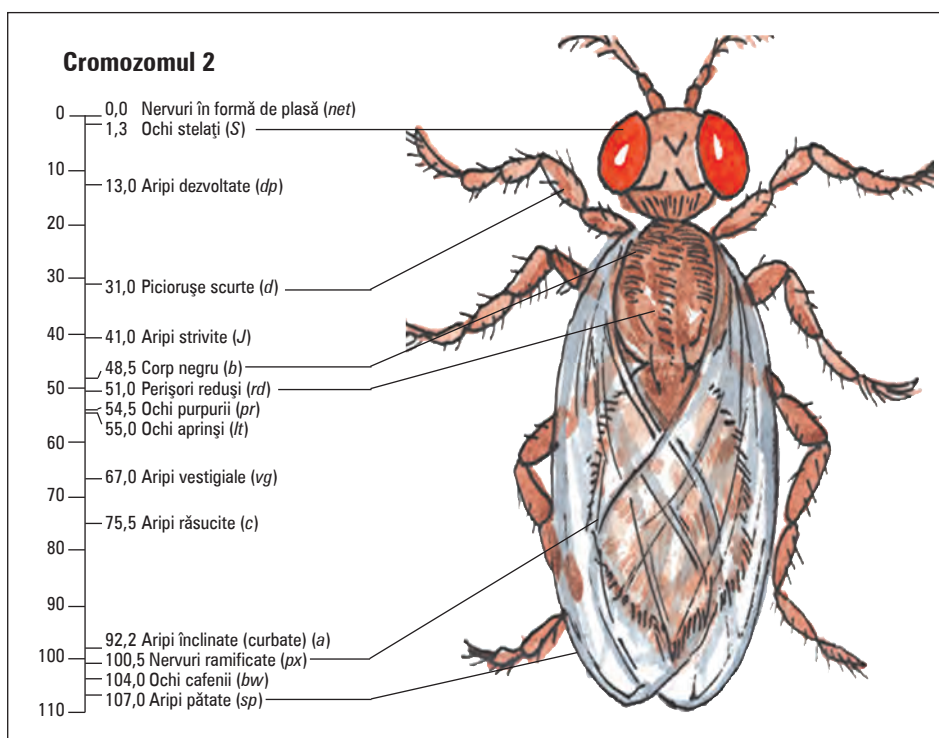
Cele mai detaliate hărți cromozomiale au fost alcătuite pentru drosofilă, porumb și tomate.

Extensiune:

Proiectul „Genomul uman” a fost lansat în toamna anului 1990 cu scopul de a identifica, prin secvențiere, succesiunea celor peste 3 miliarde de perechi de nucleotide ce constituie genomul uman, și a localiza cele aproximativ 25 000 de gene din genomul uman. Proiectul a fost finalizat în 2003 prin publicarea secvenței genomului uman. Harta genomului uman obținută este considerată un bun al întregii umanități și poate fi găsită în baza de date Genbank a NCBI (*U.S. National Center for Biotechnology Information*).



- 1** • Completează spațiul cu informația corespunzătoare. (Se realizează în caiet.)
 - a) Genele localizate în același cromozom se moștenesc _____.
 - b) Înlănțuirea genelor poate fi _____ și _____.
- 2** • Descrie experimentul realizat de T. Morgan și rezultatele obținute.
- 3** • Prezintă într-un tabel factorii ce influențează intensitatea crossing-overului.
- 4** • Alcătuiește, pe baza analizei hărții genetice a unui cromozom al muscuței de oțet (*Drosophila melanogaster*), prezentată în imaginea de mai jos, două probleme care să reflecte:
 - a) moștenirea a două caractere înlănțuite; b) determinarea distanței dintre două gene.



- 5** • Alcătuiește o integramă în care să fie prezentă sintagma „hărți cromozomiale”.
- 6** • Elaborează un poster în care să ilustrezi (prin desen sau schemă) esența teoriei cromozomiale a eredității.
- 7** • Argumentează afirmația pe baza unui exemplu concret:

Cunoașterea hărții genetice este un factor important în ameliorarea plantelor.

Particularitățile de sex ale organismelor sunt determinate genetic. Prin **sex genetic** (din lat. *sexus* – „sex”) se înțelege un anumit genotip din cadrul populației, care se caracterizează prin reproducerea gameților de un anumit tip, capabili să formeze un zigot prin fuziunea cu un alt gamet complementar. Fenotipic, sexul reprezintă un ansamblu de însușiri morfofiziologice, structuri, funcții etc., în baza cărora un animal sau o plantă se consideră femelă sau mascul.

Sexul individului este determinat de tipul gameților care participă la fecundație. Gameții conțin un număr înjumătățit de cromozomi.

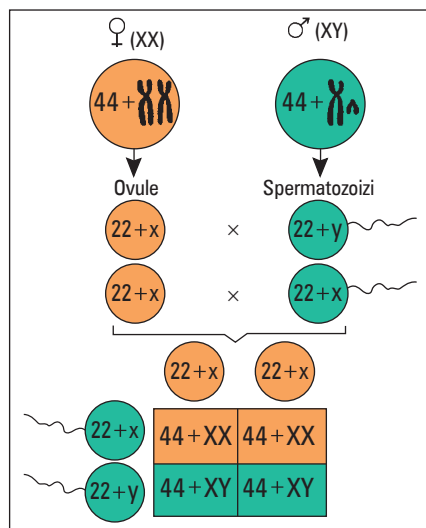
Există diferite tipuri de determinism cromozomial al sexelor:

1. Tipul *Drosophila*

- este caracteristic mamiferelor (inclusiv omului), amfibienilor, peștilor, arahnidelor, moluștelor, viermilor, cânepei etc.;
- femela este homogametică (conține doi cromozomi sexuali identici [XX] și formează un tip de gameți [la om – 22+X]);
- masculul este heterogametic (conține cromozomi sexuali diferiți [XY] și formează două tipuri de gameți [la om – 22+X și 22+Y]);
- sexul viitorului organism este determinat de mascul.

2. Tipul *Abraxas*

- este caracteristic unor specii de păsări, amfibieni, reptile, insecte;
- femela este heterogametică (ZW);
- masculul este homogametic (ZZ);
- sexul viitorului organism este determinat de femelă.



3. Tipul *Protenor*

- este caracteristic unor insecte (ortoptere, hemiptere);
- femela este homogametică (XX);
- masculul este heterogametic, dar nu posedă cromozomul Y (XO);
- sexul viitorului organism este determinat de mascul.

4. Tipul *Fluture*

- este caracteristic unor insecte (lepidoptere);
- femela este heterogametică, dar nu posedă cromozomul W(ZO);
- masculul este homogametic (ZZ);
- sexul viitorului organism este determinat de femelă.

La majoritatea organismelor (inclusiv la om) raportul de sexe este de 1:1. Cum se explică aceasta? În cadrul gametogenezei, femeile formează un singur tip de ovule (cu 22 de autozomi și un cromozom sexual – 22A+X), iar bărbații – două tipuri de spermatozoizi (22A+X și 22A+Y) în raport egal (50% : 50%).

În prima generație, la combinarea unui ovul (22A+X) cu un spermatozoid de tipul 22A+X se va forma un zigot din care se va dezvolta o fetiță (44A+XX). La combinarea unui ovul (22A+X) cu un spermatozoid de tipul 22A+Y se va forma un zigot din care se va dezvolta un băiețel (44A+XY). Evident, se vor forma în proporții egale: 50% : 50% (1:1).

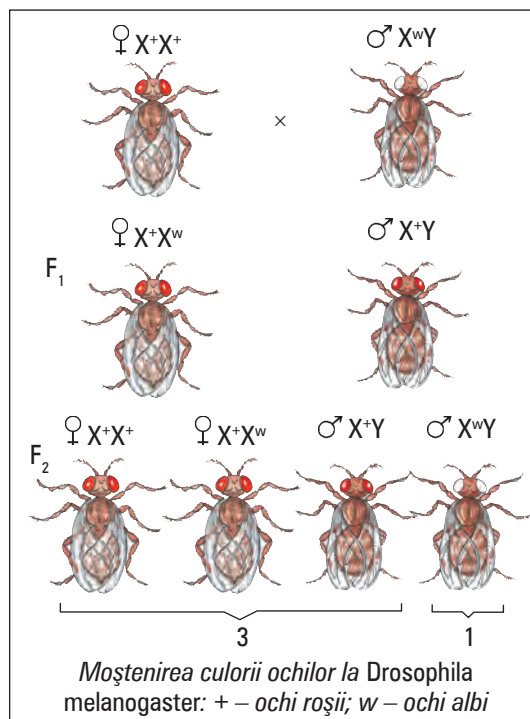
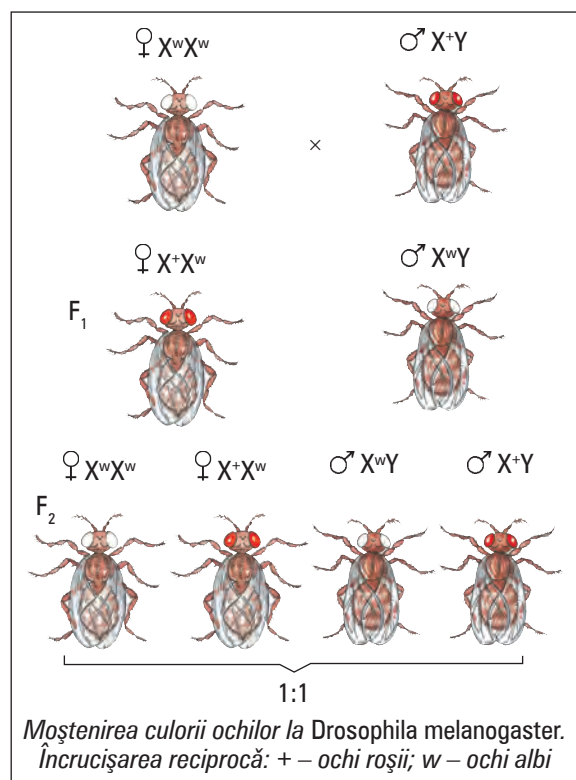
Se pot depista și abateri de la acest raport (uneori foarte esențiale), care se explică prin particularitățile de specie ale unor organisme și prin faptul că sexul poate fi influențat de factorii interni (hormoni) și externi (mediu).

Descoperirea mecanismului cromozomial de determinare a sexelor a demonstrat că o serie de caractere se transmit cuplate cu un anumit sex. Legitățile moștenirii caracterelor cuplate cu sexul au fost descoperite

de T.H. Morgan și colaboratorii săi, folosind ca obiect de studiu musculițele de oțet. (Mecanismul de transmitere a unor boli cuplate cu sexul – de exemplu, hemofilia – a fost descris cu mult înainte de aceste descoperiri.)

La încrucișarea femelelor de drosofilă cu ochi roșii ($X^+ X^+$) cu masculii cu ochi albi ($X^w Y$), în prima generație, toate musculițele aveau ochi roșii. La încrucișarea hibridilor F_1 în generația a doua se obțineau două clase fenotipice în raport de 3:1 (75 % dintre musculițe aveau ochi roșii, iar 25 % – ochi albi).

Dacă se încrucișau femele de drosofilă cu ochi albi ($X^w X^w$) cu masculii cu ochi roșii ($X^+ Y$), deja în prima generație se obțineau două clase fenotipice (contrar uniformității așteptate): 50 % dintre musculițe (femelele) aveau ochi roșii, iar 50 % (masculii) – ochi albi. La încrucișarea hibridilor din prima generație, în generația



a doua se obțineau aceleași clase fenotipice în raport de 50 % : 50 %. În general, masculii și femelele se obțin în proporții egale (după genotip, raportul este de 1:1:1:1).

Moștenirea caracterelor când descendența se aseamănă cu părinții de sex opus se numește *criss-cross* (sau ereditate în cruce).

La om se moștenesc un șir de caractere cuplate cu sexul, printre care *hemofilia* (lipsa unei enzime necesare coagulării sângelui este determinată de o genă recesivă localizată în cromozomul X), *daltonismul* (genă recesivă cuplată cu cromozomul X, de-reglează formarea corpilor senzitivi pe retina ochilor, necesari distingerii culorilor).

Hemofilia poate fi depistată numai la bărbați. Formele femele homozigote ($X^h X^h$) sunt letale și nu se nasc. Daltonismul cunoaște o frecvență mult mai mare la bărbați decât la femei.

La analiza legităților moștenirii caracterelor cuplate cu sexul, tragem următoarele concluzii:

1. Caracterele ale căror gene sunt localizate în cromozomul X se transmit de la mamă la fiu sau fiică și de la tată la fiică (ereditate în cruce).
2. Caracterele ale căror gene sunt localizate în cromozomul Y se transmit de la tată la fiu (drept exemplu poate servi *hipertricoza* – prezența din abundență a părului pe corp).
3. Manifestarea unor caractere este dirijată de sex (chelia la bărbați se manifestă atât la homozigoți, cât și la heterozigoți, deoarece modificarea dominanței genei este determinată de hormonii sexuali).
4. Manifestarea unor caractere este limitată (suprimată) de sex (lactația la taurine, depunerea ouălor la găini).

Cunoașterea mecanismelor moștenirii caracterelor cuplate cu sexul prezintă un interes deosebit, deoarece acestea permit prognozarea caracterului la descendenți.

Extensiune:

Determinarea genetică a sexului. După cum s-a menționat, sexul depinde de raportul cromozomilor sexuali (X și Y). Diferențierea sexuală este influențată de raportul dintre cromozomii sexuali X și autozomi (cromozomii nesexuali). Dacă raportul dintre numărul de cromozomi X și setul de autozomi este egal cu 1, atunci acest organism va avea o constituție feminină, iar dacă acest raport va constitui 0,5, atunci organismul va avea o constituție masculină. Devierile peste sau sub aceste valori vor determina diferențierile de tip feminin sau masculin.

Diferențierea sexului mai depinde și de activitatea anumitor gene, localizate atât în autozomi, cât și în cromozomii sexuali. În cromozomul X sunt concentrate, în special, genele dezvoltării feminine, iar în autozomi sunt prezente genele dezvoltării masculine. De asemenea, în cromozomul Y este localizată gena SRY, al cărei produs determină diferențierea testiculelor la bărbați. De reținut că organisme conțin gene pentru ambele sexe, dar ele se exprimă diferențiat în cadrul ontogenezei.

La om, diferențierea sexului se realizează în patru etape. Inițial (etapa genetică) sexul este determinat de particularitățile comportamentului cromozomilor sexuali în cadrul formării zigotului. Ulterior (etapa gonadică) acesta este condiționat de dezvoltarea diferențiată a gonadelor (combinația XX determină dezvoltarea zonei corticale a gonadelor care duce la diferențierea ovarului, iar combinația XY – a zonei medulare a gonadelor, ce asigură dezvoltarea testiculului). În cadrul ontogenezei, sexul este determinat de particularitățile de secreție a hormonilor sexuali ai gonadelor (ovarului și testiculelor), care pot secreta diferite tipuri de hormoni în concentrații diferite (etapa hormonală). În final, sexul organismului uman poate fi determinat și de comportamentul psihologic al individului (etapa psihică).



- 1** • Elaborează în caiet câte o schemă asemănătoare celei de mai jos pentru următoarele tipuri: *Drosophila*, *Abraxas*, *Protenor*. Completează spațiul cu informația omisă.

Tipul ... este caracteristic pentru ..., ..., ...,



Heterozomi specifici

Gameți

(cromozomi caracteristici)

Sexul viitorului organism este determinat de ...

- 2** • Prezintă schematic legătura respectării la om a raportului dintre sexe de 1:1.

- 3** • Corelează heterozomii din coloana A cu caracterele din coloana B.

A

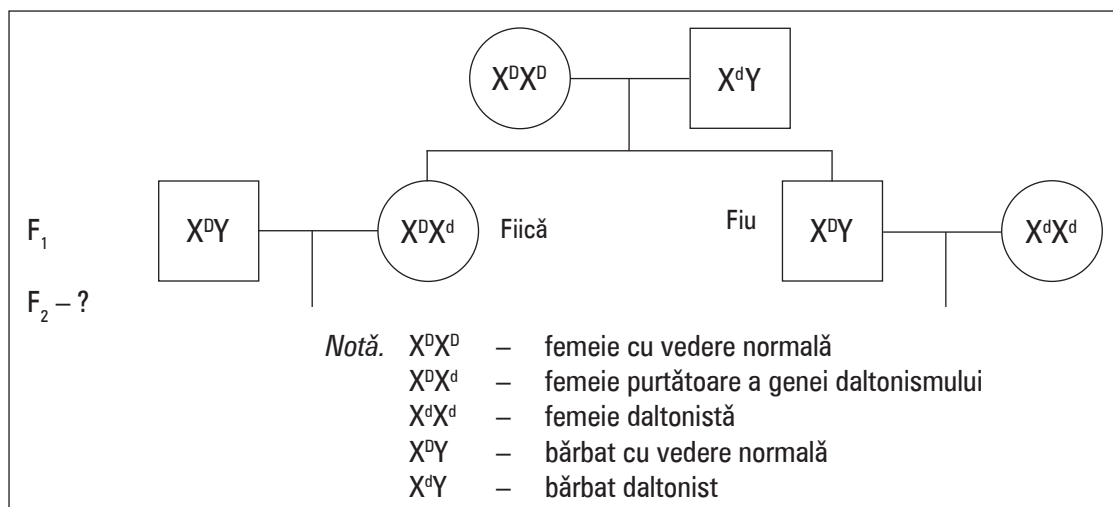
1 – X
2 – Y

B

a – hemofilie
b – ureche păroasă
c – daltonism

- 4** • Prezintă în cercurile Euler relațiile dintre următorii termeni:
a) tipul *Protenor*, tipul *Drosophila*; b) caractere cuplate cu sexul, hemofilie, daltonism.

- 5** • Elaborează o planșă instructivă (în variantă electronică sau pe hârtie) în care să demonstrezi fenomenul criss-cross și legitățile moștenirii caracterelor cuplate cu sexul.
- 6** • Completează schema cu generația a II-a, dacă din căsătoria fiicei s-au născut doi băieți și două fete, iar din căsătoria fiului s-a născut un băiat. Comentează genotipurile și manifestarea genei ce determină daltonismul la nepoți. (Se realizează în caiet.)



- 7** • Explică, pe baza imaginilor alăturate, moșterirea unor caractere care se manifestă în mod diferit la bărbați și la femei.

- 8** • Explică particularitățile moștenirii caracterelor legate de sex în cadrul unei familii pe baza informației stocate în codul de bare QR 1.9.1, subparagraful 1.5: Dincolo de legile mendeliene. Ereditatea legată de sex.

- Scrie dacă se adevărește această particularitate în familia ta.



QR 1.9.1

Fenotip	Genotip	Fenotip
	$p^N p^N$	
	$p^N p^c$	
	$p^c p^c$	

p^N – creșterea normală a părului
 p^c – chelie

- 9** • Argumentează în ce caz, în situația descrisă mai jos, se poate naște un copil sănătos:

În familia X, care are un băiat bolnav de hemofilie, urmează să se nască încă un copil. Părinții sunt foarte îngrijorați că se va naște un copil bolnav de această boală.

Moștenirea caracterelor în cazul interacțiunii genelor

Genotipul nu reprezintă o totalitate simplă a genelor, ci un sistem integral și complicat. În organism funcționează concomitent o mulțime de gene localizate într-o pereche de cromozomi omologi sau în diferiți cromozomi. Anumite gene acționează asupra manifestării altor gene. În cadrul ontogenezei, dezvoltarea oricărui caracter al organismului este rezultatul unor interacțiuni complexe dintre gene.

Tipurile principale de interacțiune a genelor:

1. **Interacțiunea genelor alele** (genele care ocupă același locus în cromozomii omologi și condiționează formarea unor caractere alternative; în meioză, genele alele ajung în gameți diferiți).

Există câteva tipuri de interacțiune a genelor alele:

- a) dominanță incompletă;
- b) alelism multiplu;
- c) pleiotropie.

2. **Interacțiunea genelor nealele** (genele care se află în diferite locusuri pe un cromozom sau în cromozomi diferiți).

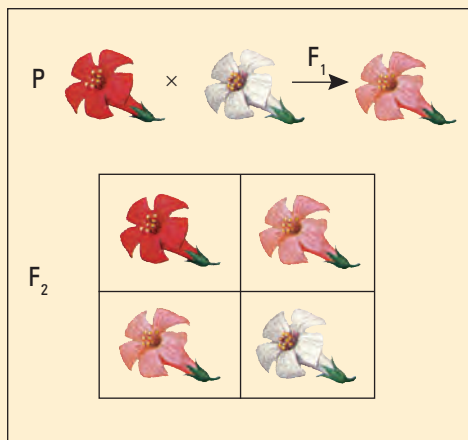
Există câteva tipuri de interacțiune a genelor nealele:

- a) complementaria;
- b) epistazia;
- c) polimeria.

Genele alele și nealele, interacționând între ele, pot provoca efecte diferite: o genă inhibă sau stimulează acțiunea altei gene; două gene împreună determină un nou caracter etc. Așadar, în cazul interacțiunii genelor, legile lui G. Mendel nu sunt valide, iar segregările clasice sunt modificate:

$$3:1 \longrightarrow 1:2:1;$$

$$9:3:3:1 \longrightarrow 13:3; 12:3:1; 9:3:4; 9:7; 9:6:1; 15:1.$$



1a. **Dominanța incompletă.** Dominanța reprezintă predominarea efectului unei gene din perechea de gene alele, manifestându-se prin faptul că alela dominantă suprimă manifestarea alelei recesive. Dominanța deplină (ca și recesivitatea deplină) se întâlnește mai rar. În majoritatea cazurilor se manifestă diferite forme (de la dominanța deplină până la moștenirea intermediară) de dominare incompletă.

În cazul **dominanței incomplete**, gena dominantă inhibă incomplet acțiunea genei alele. La heterozigoți funcționează ambele gene, de aceea, la nivel de fenotip, caracterul se manifestă în formă intermediară. Legea uniformității din prima generație nu-și pierde importanța, iar în generația a doua urmașii segregă fenotipic în trei clase în raport de 1 : 2 : 1.

Exemple: culoarea florii la unele plante (regina-noptii, gura-leului), unele anomalii ereditare la om (anemia cu hematii falciforme, pierderea progresivă a coordonării mișcărilor voluntare, cistinuria etc.).

1b. **Alelismul multiplu.** În populație se întâlnesc uneori nu doar două gene alele, ci trei, patru sau mai multe. Ele apar ca rezultat al diferitor mutații ale aceluiași locus. Fiecare individ poate avea cel mult două gene alele, dar în populație numărul lor este nelimitat.

Șirul de trei sau mai multe forme alternative ale unei gene care ocupă același locus în cromozom formează **alele multiple**. Astfel, pe lângă alela dominantă și cea recesivă a genei, apar alele intermediare, care se manifestă față de gena dominantă ca alele recesive, iar față de cea recesivă – ca alele dominante ale aceleiași gene. În acest caz, se formează șirul succesiv de dominare: $a^1 > a^2 > a^3 > a^4 \dots > a^n$.

Exemple: culoarea blănii la cobai (este determinată de cinci alele ale aceluiasi locus) și la iepurele de casă (este determinată de patru alele ale aceluiasi locus); grupele sangvine (în sistemul ABO grupele sangvine sunt determinate de trei alele ale aceluiasi locus) și culoarea ochilor la om.

1c. **Pleiotropia** reprezintă determinarea câtorva caractere de o singură genă. În acest caz, se poate observa efectul multiplu al genei. Fenomenul respectiv a fost descoperit de G. Mendel (deși nu l-a studiat în mod special). El a observat că la plantele cu flori purpurii întotdeauna este prezentă culoarea roșie la baza pețiolului frunzei, iar tegumentul seminal are culoarea brună.

La drosofilă, gena culorii albe a ochilor exercită o influență și asupra culorii corpului, lungimii aripilor, structurii aparatului genital, prolificității și duratei vieții.

La om este cunoscută *boala lui Morfan*, ce determină arahnodactilia sau „degetele de păianjen” – foarte subțiri și lungi. Paralel, se observă tulburări în dezvoltarea țesutului conjunctiv, anomalii în structura cristalinului ochiului, tulburări în sistemul cardiovascular.

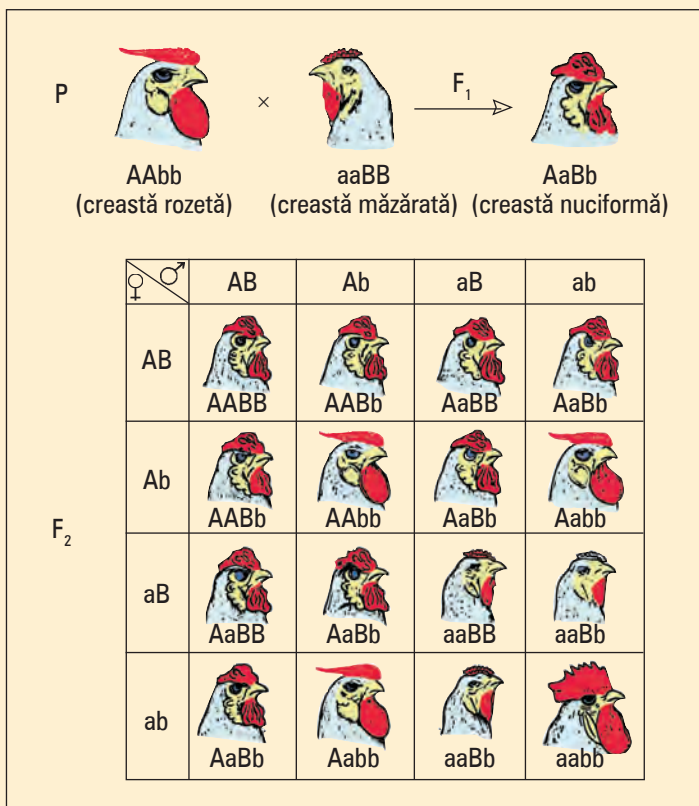
2a. **Complementaria** reprezintă un fenomen în cadrul căruia două gene nealele, întâlnindu-se într-un genotip, formează un caracter nou, care nu este asemănător cu niciunul format fără interacțiune. Acest tip de ereditate este foarte răspândit în natură: culoarea florii la planta sângele-voinicului, culoarea corpului la șoareci, forma crestei la găini, coloritul penajului la papagali, forma fructului la dovleac etc.

Interacțiunea complementară a genelor poate fi depistată și la om. Auzul normal la om este condiționat de două gene nealele dominante. O genă determină dezvoltarea melcului, iar cealaltă genă – dezvoltarea nervului auditiv. Homozigoții dominanți și diheterozigoții au auz normal, iar homozigoții recesivi, cel puțin după una dintre aceste gene, sunt surzi.

Hemoglobina omului adult conține patru lanțuri polipeptidice (2 lanțuri α și 2 lanțuri β), fiecare fiind codificat de o genă independentă. Prin urmare, pentru sinteza moleculei de hemoglobină, se solicită participarea a două perechi de gene complementare.

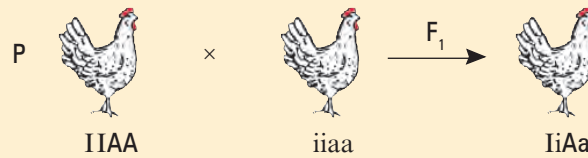
2b. **Epistazia** reprezintă inhibarea acțiunii alelelor unei gene prin alelele altei gene. De exemplu, AA domină pe Bb, bb domină pe A, aa domină pe B etc. Genele care inhibă acțiunea unor gene nealele se numesc *gene epistatice*, iar genele inhibitate se numesc *gene hipostatice*. Astfel, se disting *epistazia dominantă* și *epistazia recesivă*. În primul caz, genă inhibatoare este gena dominantă, iar în al doilea caz – cea recesivă. În cadrul epistaziei dominante, segregarea după fenotip este de 13:3 sau 12:3:1, iar în cadrul epistaziei recesive – 9:3:4 sau 9:7. Aceste rezultate se datorează faptului că gena supusă (genele supuse) inhibării nu se manifestă.

Exemple: culoarea penajului la găini, culoarea părului la câini sau cai, enzimopatiile (boli legate de lipsa anumitor enzime) la om.



Rase de găini cu penajul alb

(I – inhibarea culorii, i – lipsa inhibării culorii; A – prezența culorii, a – lipsa culorii)



♀ \ ♂	IA	Ia	iA	ia
IA	 IIAA	 IIAa	 IiAA	 IiAa
Ia	 IIAa	 IIaa	 IiAa	 Iiaa
iA	 IiAA	 IiAa	 iiAA	 iiAa
ia	 IiAa	 Iiaa	 iiAa	 iiaa

Epistazia genei dominante și a genei recesive asupra penajului, relevată prin încrucișarea raselor de găini cu penajul alb Leghorn și Wyandotte

2c. **Polimeria** este un fenomen în cadrul căruia unul și același caracter e determinat de câteva alele. În acest caz, două sau mai multe alele dominante în aceeași măsură influențează dezvoltarea unuia și aceluiași caracter. De regulă, genele polimere se notează cu o singură literă din alfabetul latin, cu indicarea indicelui numeric: A_1, A_1 și a_1, a_1 ; A_2, A_2 și a_2, a_2 .

După tipul polimeriei, se moștenesc multe caractere cantitative: intensitatea de creștere, masa, înălțimea etc. Polimeria are o semnificație biologică: caracterele determinate de aceste gene sunt mai stabile decât cele codificate de o singură genă. Organismul fără gene polimere ar fi extrem de instabil: orice mutație ar cauza o variabilitate bruscă, ceea ce, în majoritatea cazurilor, nu prezintă un avantaj.

La om, multe particularități morfologice, fiziologice și patologice sunt determinate de genele polimere: pigmentarea pielii, creșterea în înălțime, masa corpului, mărimea presiunii arteriale. Dezvoltarea unor astfel de caractere e supusă legităților eredității poligene și este puternic influențată de condițiile mediului.

În baza celor expuse, tragem următoarele concluzii:

1. În fiecare organism funcționează concomitent mai multe gene alele și gene nealele.
2. Genele alele și nealele interacționează între ele, fenomen ce duce la modificarea segregărilor clasice.
3. Genotipul este un sistem integral de gene, iar fenotipul reprezintă rezultatul interacțiunii genotipului integral cu mediul extern în cadrul ontogenezei individului.



1 • Transcrie textul de mai jos, completându-l cu informația omisă.

Moștenirea clasică a caracterelor poate fi influențată de interacțiunea genelor. Se delimitează: interacțiunea genelor _____ și interacțiunea genelor _____.

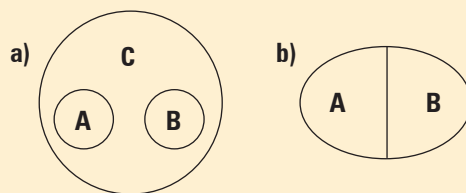
În cazul interacțiunii genelor alele, genele se află în cromozomi _____ și ocupă același _____. În procesul meiozei, genele alele ajung în gameți _____. Acest tip include câteva variante, și anume: _____, _____ și _____.

În cazul interacțiunii genelor nealele, acestea ocupă _____ diferite și se află în _____ cromozom sau în cromozomi _____. Acest tip include următoarele variante: _____, _____ și _____.

2 • Prezintă într-un tabel fiecare tip de moștenire a caracterelor în cazul interacțiunii genelor după următorul algoritm:

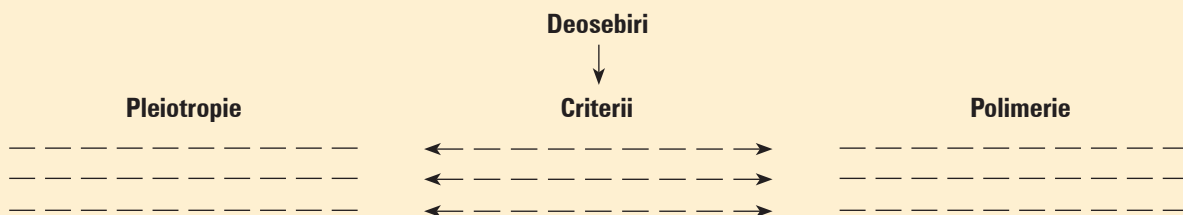
- Definește în scris tipul de interacțiune a genelor.
- Descrie particularitățile manifestării caracterelor pentru acest tip.
- Notează cel puțin 3 exemple pentru acest tip de interacțiune a genelor.

3 • Selectează din text noțiunile ce corespund cercurilor Euler alăturate.



4 • Compară genotipurile plantelor de regina-noptii și notează ce culoare trebuie să aibă florile de la care să se recolteze semințe pentru a obține 3 tipuri de plante: plante cu flori albe, roșii și roz.

5 • Completează schema în caiet.



6 • Întocmește o fișă informațională pentru cei care doresc să cultive plante de regina-noptii pe cel puțin 3 parcele separate, astfel încât pe fiecare parcelă florile să aibă o singură culoare.

7 • Argumentează afirmația:
Genele polimere determină stabilitatea organismului uman.

Moștenirea grupelor sanguine

Moștenirea grupelor sanguine la om se caracterizează printr-o complexitate deosebită. Cercetările ti-purilor antigenice au relevat existența diferitor sisteme de grupe sanguine, care sunt determinate de peste 60 de grupe de gene (sistemele Lewis, Kell, Duffy, Kidd, Hg etc.).

Unul dintre cele mai importante sisteme de clasificare a grupelor sanguine la om este sistemul ABO. Acest sistem se bazează pe prezența sau absența antigenelor A și B pe suprafața eritrocitelor și a anticorpi-lor α și β în serul sangvin. Persoana care are în sânge fie unul, fie ambii anticorpi nu poate primi sânge care conține antigenele corespunzătoare, deoarece se va produce aglutinarea globulelor roșii.

În sistemul eritrocitar ABO există trei alele: A (A_1 , A_2), B și O. Primele două alele sunt dominante, iar a treia este recesivă. Să ne amintim că un șir din trei sau mai multe forme alternative ale unei gene, care ocupă același locus într-un cromozom și determină o manifestare diferită a trăsăturii respective, se numește **alelism multiplu**.

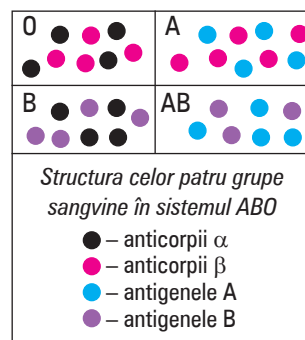
Alelele multiple apar în urma mutațiilor succesive ale unei gene dintr-un anumit locus. Însă fiecare individ poate avea cel mult două alele din acest șir. Structura genotipică a grupelor sanguine este prezentată în următorul tabel:

Grupele sanguine în sistemul ABO

Fenotipul (grupa)	Genotipul	Antigenele	Anticorpii	În Europa de Vest, %	În Africa, %
O	OO	—	α , β (anti A, anti B)	43	50
A	AA; AO	A	β (anti B)	45	29
B	BB; BO	B	α (anti A)	8	17
AB	AB	A; B	—	4	4

În limitele sistemului ABO sunt patru grupe sanguine (fenotipuri): I(O), II(A), III(B), IV(AB). Fiecare dintre aceste fenotipuri se deosebește prin specificul proteinei antigene din eritrocite și anticorpii din plasma sangvină.

Fenotipul I(O) este condiționat de lipsa în eritrocite a antigenelor A și B și prezența în serul sangvin a anticorpilor α și β . Grupa II(A) se caracterizează prin prezența eritrocitelor cu antigena A și a serului sangvin cu anticorpul β . Grupa III(B) se caracterizează prin eritrocite cu antigena B și serul sangvin cu anticorpul α . Grupa IV(AB) este condiționată de prezența în eritrocite a antigenelor A și B și lipsa în serul sangvin a anticorpilor α și β (vezi schema).

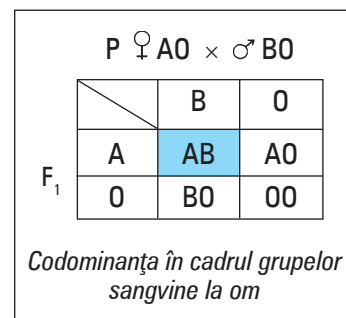


Sistemul ABO trebuie să fie luat în considerare la transfuzia de sânge. Unui individ cu grupa A nu i se poate transfuza sângele unui individ cu grupa B, după cum unui individ cu grupa B nu i se poate transfuza sângele unui individ cu grupa A.

În cadrul grupeii A se disting subgrupele A_1 și A_2 . Subgrupa A_1 se caracterizează prin interacțiunea puternică a eritrocitelor cu aglutinele din serul indivizilor cu grupele B și O, iar eritrocitele A_2 au o putere mai redusă de aglutinare.

Când alelele A și B realizează o constituție genetică AB, se manifestă **codominanța** (vezi schema).

Codominarea are loc și în cazul moștenirii grupeii de sânge după sistemul MN, descoperit în anul 1927. Acest sistem este determinat de două alele — M și N, localizate într-un locus din cromozomul 4. Anti-genele codificate de aceste alele sunt glicoproteine.



Ambele alele codominează, de aceea există oameni cu genotipul MM, NN și MN.

Printre europeni, genotipul MM este prezent la circa 36 % din populație, genotipul NN – la 16 %, iar genotipul MN – la 48 %.

Datorită transmiterii sistematice a alelelor codominante, sistemul MN se aplică pe scară largă la determinarea paternității. Dacă ambii părinți sunt MN, în generația următoare se pot realiza următoarele combinații genotipice și fenotipice:

P ♀ MN × ♂ MN			
genotipul	1MM	2MN	1NN
fenotipul	M	MN	N
	25 %	50 %	25 %

În cazul în care mama are genotipul MM, tatăl prezumtiv are genotipul MM, iar copilul – genotipul MN, se exclude tatăl.

Genotipul	Fenotipul
MM	M
NN	N
MN	MN

Grupele sangvine
în sistemul MN

În unele cazuri, moștenirea grupelor de sânge poate fi explicată prin interacțiunea genelor de tipul epistaziei. Acest caz poartă numele de „fenotipul din Bombay”. El a fost descris la femeia care a moștenit de la mamă alela B. S-a constatat că acțiunea alelei B este reprimată de alela recesivă h, care, în stare homozigotă (hh), exercită o acțiune epistatică. Aceeași alelă recesivă în stare homozigotă (hh) influențează și expresia alelei O. În acest caz se evidențiază fenotipuri noi – fenotipul Bombay (vezi schema).

P ♀ BOHh × ♂ BOHh					
	BH	OH	Bh	Oh	
F ₁	BH	BBHH	BOHH	BBHh	BOHh
	OH	BOHH	OOHH	BOHh	OOHh
	Bh	BBHh	BOHh	BBhh	BOhh
	Oh	BOHh	OOHh	BOhh	OOhh

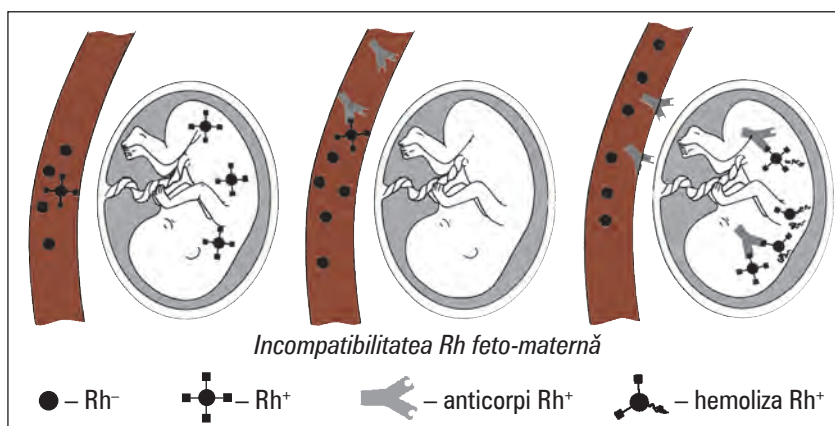
Segregarea grupelor sangvine în cazul epistaziei

Principiul de moștenire a grupelor sangvine în sistemul ABO are o largă utilizare în medicină și în antropologie. Acest sistem poate fi folosit în expertiza judiciară în scopul depistării paternității. Însă este necesar să luăm în considerare faptul că după grupa sangvină nu se poate stabili exact paternitatea. Se poate numai constata dacă un anumit bărbat ar putea fi tatăl copilului sau nu.

85 % dintre indivizii populației umane conțin un antigen în eritrocite numit *factor Rh*. Acești indivizi se numesc *Rh pozitivi* (Rh⁺), spre deosebire de indivizii *Rh negativi* (Rh⁻), care alcătuiesc 15 % din populația umană.

Sistemul Rh trebuie să fie luat în considerare la transfuzia de sânge. Dacă persoanei Rh⁻ i se transfuzează sânge Rh⁺, în plasma sangvină a receptorului se sintetizează anticorpi specifici anti-Rh. Drept urmare, la o nouă transfuzie de sânge Rh⁺ pot surveni complicații grave, deoarece anticorpii anti-Rh provoacă aglutinarea și hemoliza eritrocitelor din sângele Rh⁺ transfuzat.

Un fenomen similar se produce și în cazul incompatibilității feto-materne. Astfel, dacă mama e cu Rh⁻, iar fătul – cu Rh⁺, antigenii acestuia străbat placenta, ajung în circuitul sangvin matern, unde produc anticorpi. Acești anticorpi, formați în sângele mamei Rh⁻, la o nouă sarcină Rh⁺, pot provoca boala hemolitică la nou-născut.

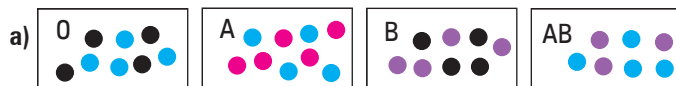




1 • Completează spațiul cu informația corespunzătoare. (Se realizează în caiet.)

- Grupa sanguină O conține anticorpii _____ și _____ în plasma sanguină și _____ antigene pe hematii.
- Grupa sanguină A conține antigenul _____ pe hematii și anticorpii _____ în plasmă.
- Grupa sanguină B conține antigenul _____ pe hematii și anticorpii _____ în plasmă.
- Grupa sanguină AB conține antigenele _____ și _____ pe hematii și _____ anticorpi în plasmă.

2 • Exclue varianta care nu corespunde mulțimii și argumentează de ce ai exclus-o.

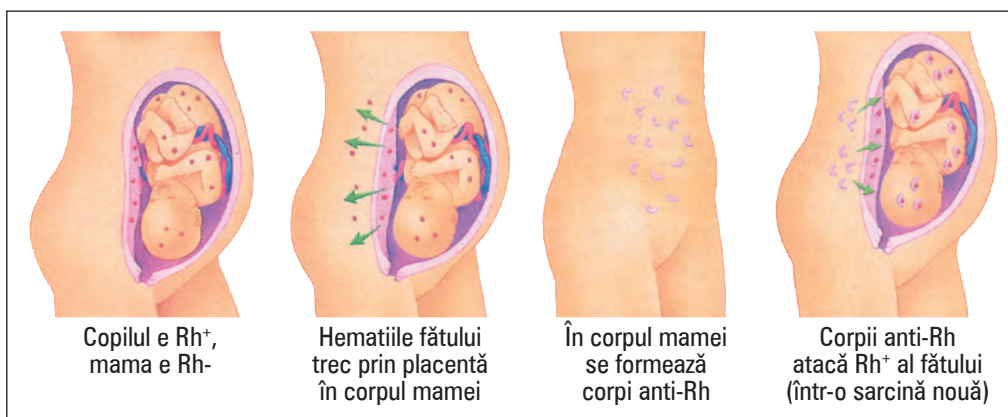


b) MM, MN, NN, OO.

3 • Elaborează o schemă în care să prezinți mecanismul de moștenire a grupei sanguine și a factorului Rh de la părinții tăi.

4 • Scrie un eseu (10–15 propoziții) în care să realizezi o analiză interpretativă a fenomenului incompatibilitate Rh.

5 • Intitulează imaginea printr-o propoziție.



6 • Rezolvă următoarele situații prin metoda grafurilor:

- Prietena ta a născut, dar soțul ei nu-și recunoaște paternitatea.
• Propune recomandări pentru a determina tatăl copilului.
- Sora ta este însărcinată și are incompatibilitate Rh cu soțul ei.
• Ce sfaturi îi vei da?

7 • Explică familiei tale de ce părinții cu grupele sanguine A și B pot avea copii cu grupa sanguină O.

Variabilitatea neereditară și ereditară a organismelor.

Mutațiile și semnificația lor

1.11

Fiecare individ se caracterizează prin capacitatea de a dobândi caractere noi sub acțiunea factorilor mediului. Această proprietate se numește **variabilitate** (din lat. *variare* – „a se schimba”). Ea asigură deosebirea fenotipică și genotipică a indivizilor.

Clasificarea variabilității

După caracterul moștenirii:

1. Variabilitate ne genetică (neereditară)

- nu afectează materialul ereditar (se încadrează în norma de reacție a caracterului respectiv);
- se datorează modificărilor determinate de mediu (cantitatea de precipitații, intensitatea iluminării, sursele de hrană etc.), expresiei fenotipice a genotipului în timpul dezvoltării individuale a organismelor;
- asigură adaptabilitatea individului la condițiile de trai;
- nu se transmite descendenților;
- nu prezintă semnificații evolutive deosebite.

Exemple: cantitatea grăsimii în laptele bovinelor, înălțimea arborilor, greutatea semințelor.

2. Variabilitate genetică (ereditară)

- afectează materialul ereditar (cromozomii, ADN-ul);
- se datorează mutațiilor și recombinărilor genetice;
- asigură adaptabilitatea populațiilor și evoluția organismelor;
- se transmite descendenților în baza anumitor legități;
- prezintă semnificații evolutive deosebite.

Variabilitatea genetică poate fi:

- 2.1. mutațională – este determinată de modificări în structura genelor și/sau a cromozomilor care au loc spontan sau sub acțiunea diferitor factori de mediu;
- 2.2. recombinativă – este determinată de formarea noilor combinații genice în urma distribuției cromozomilor în cadrul meiozei și fecundației (recombinare intercromozomială) și/sau schimbului de segmente cromozomiale în cadrul crossing-overului (recombinare intracromozomială).

Mutațiile (din lat. *mutatio* – „schimbare”) reprezintă orice schimbare în materialul ereditar al unui individ, care nu se datorează segregării sau recombinării genelor și se transmite urmașilor.

Clasificarea mutațiilor

După tipul substratului afectat (mecanismul apariției):

1. Mutații genice

- afectează structura și funcțiile unei gene;
- modifică citirea informației ereditare;
- determină sinteza proteinelor modificate.

1.1. Substituții – înlocuirea unei (unor) nucleotide prin alta (altele):

- 1.1.1. *tranziții* – înlocuirea unei baze azotate cu alta, dar de același tip ($A \rightleftharpoons G$ sau $T \rightleftharpoons C$);
- 1.1.2. *transversii* – înlocuirea unei baze purinice cu alta pirimidinică ($A \rightleftharpoons T$ sau $A \rightleftharpoons C$; $G \rightleftharpoons T$ sau $G \rightleftharpoons C$).

1.2. Deleții – pierderea unei perechi de baze azotate.

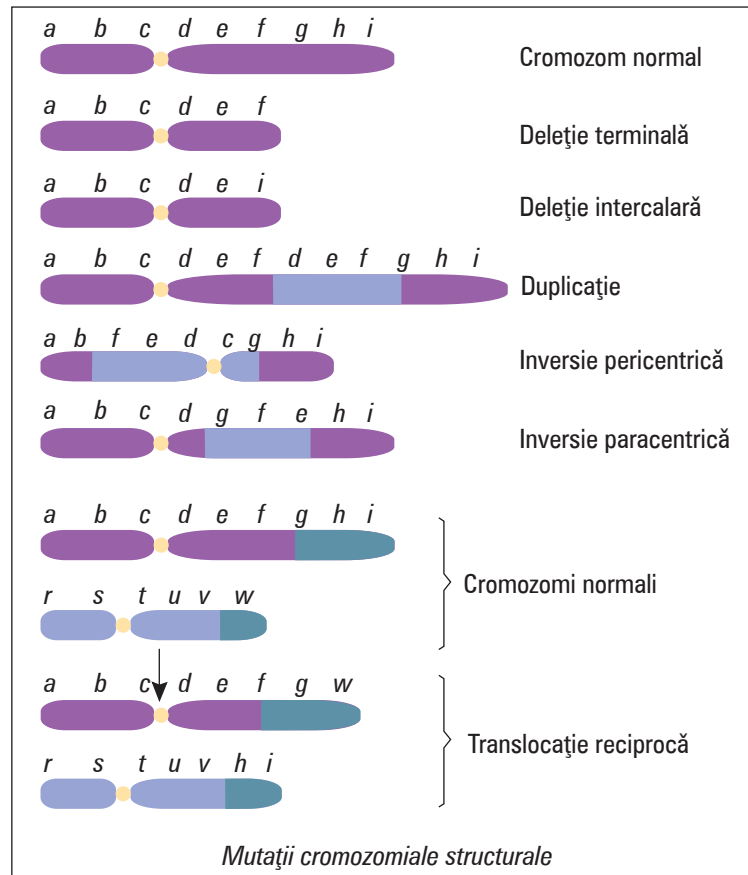
1.3. Adiții – adăugarea unei perechi de baze azotate.

1.4. Duplicații – dublarea unei perechi de baze azotate.

2. Mutații cromozomiale

2.1. Structurale – afectează structura cromozomilor:

- 2.1.1. *deleții* – pierderea unuia sau mai multor locusuri de pe un cromozom;
- 2.1.2. *inversii* – răsucirea unui segment de cromozom la 180°;



2.1.3. *duplicații* – dublarea unui fragment într-un cromozom pe contul fragmentului cromozomului omolog;

2.1.4. *translocări* – schimbarea segmentelor între doi cromozomi neomologi.

2.2. **Numerice (genomice)** – afectează numărul de cromozomi (sunt mai frecvente la plante):

2.2.1. *poliploidie* – multiplicarea garniturii de cromozomi de 3, 4, 5 ... n ori:

a) *autopoliploidie* – formele poliploide provin de la aceeași specie (grâu, sfeclă de zahăr etc.);

b) *alopoliploidie* – formele poliploide provin de la specii diferite (hibridul dintre varză și ridiche etc.);

2.2.2. *aneuploidie* – schimbarea numărului unor cromozomi (sindroamele Turner [$2n = 45$], Klinefelter [$2n = 47$], Down [$2n = 47$] la om).

După origine:

1. *Mutații spontane (naturale)*

- sunt provocate de factorii naturali în condiții obișnuite (temperatură, radiație);
- au o frecvență de circa $10^{-6} - 10^{-7}$.

2. *Mutații induse (experimentale)*

- sunt provocate pe cale experimentală sub acțiunea agenților mutageni.

Semnificația mutațiilor:

- asigură heterogenitatea genetică în populații;
- pot servi în calitate de material evolutiv, obținut prin selecție naturală;
- permit obținerea unor noi sușe de microorganisme sau soiuri de plante cu proprietăți utile.

Utilitatea evolutivă a mutațiilor este controversată. Unii savanți (printre care Hugo de Vries) consideră mutațiile drept factor primordial al evoluției biologice, pe când alții susțin că mutațiile, afectând serios viabilitatea organismelor, nu pot servi în calitate de material pentru evoluție.

Diferite tipuri de mutații au o utilitate evolutivă diferită. Cea mai importantă sursă a materialului evolutiv asupra căreia acționează selecția sunt mutațiile genice. Aceste mutații îmbogățesc genofondul populației prin adăugarea de noi alele ale unui locus, care determină apariția unor noi expresii ale caracterelor.

Mutațiile pot fi întâmplătoare și necesare în același timp. Caracterul întâmplător al mutațiilor este reflectat de faptul că nu există un raport strict determinat între tipul mutației și calitatea condițiilor de existență a organismului. Caracterul necesar al mutațiilor este reflectat de desfășurarea direcționată a proceselor vitale, mutațiile apărând în cadrul transcrierii informației ereditare sau repartizării cromozomilor în procesul diviziunii.

Semnificația evolutivă a mutațiilor este determinată de condițiile concrete de existență a organismelor. O mutație dăunătoare în anumite condiții se poate dovedi utilă în altele și invers. Majoritatea mutațiilor, nefiind homozigote, nu se exprimă fenotipic, rămânând în stare recesivă. Totuși, acestea îmbogățesc genofondul populațiilor, creând premisele necesare recombinărilor genetice din cadrul acestora.



1 • Completează spațiul cu informația corespunzătoare. (Se realizează în caiet.)

- a) Capacitatea fiecărui _____ de a dobândi _____ noi sub acțiunea _____ de mediu se numește _____.
- b) Variabilitatea de grup reprezintă deosebiri între _____, iar cea individuală – deosebiri între _____ în cadrul aceleiași _____.
- c) Variabilitatea _____ afectează materialul ereditar și poate fi _____, _____ și _____, pe când variabilitatea _____ nu afectează materialul _____ și nu se transmite _____.

2 • Prezintă într-o schemă structurată logic:

- a) tipurile de variabilitate;
- b) tipurile de mutații.

3 • Elaborează un poster în care să ilustrezi domenii de aplicare a mutagenzei.

4 • Exclde intrusul și argumentează de ce l-ai exclus.

transversii, deleții, inversii, duplicații, translocații

5 • Analizează sintagma Mutațiile – evoluție sau pericol cu ajutorul metodei „Triunghiul OCC”.

- 6 • Alcătuiește o prezentare PPT (sau sub altă formă digitală) de 5–7 minute despre o mutație, în care să reflecti:**
- tipul mutației;
 - modificări specifice produse în materialul genetic;
 - simptome manifestate la nivel de organism.

7 • Formulează un argument în favoarea afirmației: Mutațiile pot servi în calitate de material evolutiv în evoluția organismelor.

Frecvența mutațiilor poate spori esențial sub acțiunea unor factori numiți **factori mutageni**. Aceștia pot fi de trei tipuri: fizici, chimici și biologici.

1. Factorii mutageni fizici (radiația, temperaturile extreme, ultrasunetul)

Dintre factorii mutageni fizici, radiațiile au o deosebită influență. Există radiații neionizante și ionizante.

Radiațiile neionizante (razele ultraviolete):

- determină reacții fotochimice;
- provoacă modificări genetice la nivelul ADN-ului (dimeri timinici – se formează legături covalente între două baze azotate de timină de pe aceeași catenă a ADN-ului);
- se aplică pe larg întru ameliorarea microorganismelor.

Radiațiile ionizante (electromagnetice [razele Röntgen, gama], corpusculare [razele alfa, beta]):

- afectează țesuturile vegetale și animale, provocând modificări în materialul ereditar;
- provoacă radioliza apei și formarea peroxizilor de hidrogen;
- inhibă diviziunea celulară;
- provoacă numeroase mutații la nivelul ADN-ului și/sau cromozomului.

Există mai multe unități de măsură a iradierii:

a) *röntgen* – un röntgen este egal cu cantitatea de radiații capabile să reproducă $2,08 \times 10^9$ perechi de ioni în 1 cm^3 de aer la 0°C și la presiunea de 760 mm Hg;

b) *rad (radiation absorbed dose)* – un rad reprezintă energia absorbită sub formă de radiații ionizante egală cu 10^{-2} joule/kg;

c) *gray (Gy)* – un gray este egal cu doza primită de un organism iradiat ce absoarbe 1 joule/kg ($1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$).

Organismele vii posedă o anumită radiosensibilitate, care diferă de la organism la organism. Pentru a releva sensibilitatea organismelor la iradiere, se utilizează două măsuri:

a) *doza letală 100 (DL 100)* – doză la care mor toate organismele tratate într-un interval de 30 de zile de la iradiere;

b) *doza letală 50 (DL 50)* – doză la care mor 50 % dintre organismele tratate într-un interval de 30 de zile de la iradiere.

În tabelul de mai jos sunt indicate dozele letale 50 pentru diferite specii de plante și animale.

Dozele letale 50 (DL 50) pentru unele specii de organisme

Specia	DL 50 (rad)
Om	450
Șoarece	550
Iepure	950
Drosofilă	46 000
Parameci	350 000
Cartof	5 000
Fasole	8 000
Secară	10 000–15 000
Tomate	30 000–40 000
Varză	75 000–100 000

Efectul iradierii depinde de un șir de factori, printre care:

- natura speciei (vezi tabelul);

- etapa ontogenezei (plantele tinere sunt mult mai radiosensibile decât cele mature);
- gradul de specializare a celulei (celulele diferențiate sunt mai rezistente la radiație decât celulele meristemice);
- numărul de cromozomi (speciile cu un număr mic de cromozomi sunt mai radiosensibile decât speciile cu un număr mai mare de cromozomi);
- diverși factori ai mediului (temperatura, concentrația de gaze, umiditatea etc.).

2. Factorii mutageni chimici (agenții alchilanți, analogii purinelor și pirimidinelor, alte substanțe chimice mutagene)

Agente alchilanți (iperita, epoxizii, etilenimina, mitomicina, aldehida formică etc.):

- stagnează diviziunea celulară;
- provoacă erori în replicarea moleculelor de ADN;
- determină eliminarea bazelor purinice.

Analogii purinelor și pirimidinelor (5-bromuracilul, 2-aminopurina etc.):

- provoacă „erori de înlocuire” în molecula de ADN, deoarece se includ în molecula de ADN, substituind anumite baze azotate.

Alte substanțe chimice mutagene (acidul nitros, formalina, pesticidele, metalele grele etc.):

- posedă o acțiune mutagenă mai pronunțată;
- au un mecanism specific de acțiune;
- în anumite condiții, unele substanțe chimice mutagene au și un efect antimutagen;
- unele substanțe chimice (*supermutagene*) depășesc de circa 100 de ori spectrul mutațiilor genice.

Substanțele chimice care au o acțiune mutagenă sunt aplicate în diferite domenii ale economiei, agriculturii, medicinei. Acestea ajung în aer, sol și apă. În tabel sunt prezentate normele provizorii admisibile (NPA) pentru diferite substanțe chimice.

Normele provizorii admisibile pentru unele substanțe chimice

Substanța chimică	NPA în apă (mg/l)	NPA în aer (mg/m ³)	NPA în sol (mg/kg)
Pb	0,1	0,0003	30,0
Sr	50,0	—	—
Cr	0,5	0,0015	—
Fenoli	0,001	—	—
Cu	1,0	—	3,0
Acetonă	—	0,35	—
Aldehidă formică	—	0,0030	—
Acid acetic	—	0,06	0,06
Nitrați	—	—	130,0
KCl	—	—	560,0

Substanțele mutagene pot să ajungă în țesuturile plantelor sau ale animalelor fie direct, fie indirect.

Pesticidele pot provoca, odată cu mutațiile, și diverse dereglări psihice, deoarece afectează sistemul nervos central.

Unele îngrășăminte minerale (nitrații, nitriții) influențează negativ dezvoltarea organismului uman. Acestea provoacă diferite mutații cromozomiale și dereglări ale sistemului nervos central. În doze mari, pot provoca dureri de cap, vomă, pierderea cunoștinței etc.

3. Factorii mutageni biologici (virusuri, micoplasme):

- provoacă diverse mutații la nivelul ADN-ului sau cromozomilor;
- afectează diferite grupe de organisme (plante, animale, microorganisme).

În comunitățile naturale de organisme există diferite virusuri și micoplasme care pot afecta ereditatea organismelor.

Pentru a diminua acțiunea nocivă a substanțelor mutagene, pot fi utilizate anumite substanțe chimice și factori fizici care stimulează procesele fiziologice și biochimice ale organismelor vii. Acești agenți au fost numiți **antimutageni**. Natura antimutagenilor este foarte diversă (vezi tabelul).

Unele grupuri de antimutageni

Grupul	Exemple
Vitamine	A (retinolul), C (acidul ascorbic), E (tocoferolul)
Enzime	catalazele, polimerazele, nucleazele
Preparate medicamentoase	sulfanilamidele, streptomicina
Aminoacizi	acidul glutamic, arginina, histidina
Inhibitori ai radicalilor	fenolii, acidul galic
Agenți neionizanți	razele ultraviolete, razele laser

În calitate de antimutageni pot fi utilizate, de exemplu, extracte din animale (produse din pește, lapte, unt etc.).

Antimutagenii exercită o acțiune diversă:

- scad frecvența aberațiilor cromozomiale;
- intensifică procesele de reabilitare a ADN-ului;
- neutralizează diferiți agenți mutageni;
- activează sistemele enzimactice ale celulei care asigură detoxificarea agenților mutageni.

Din cele menționate, se desprinde concluzia că factorii mutageni afectează esențial ereditatea organismelor și pun în pericol însăși existența lor. Este foarte importantă testarea factorilor mutageni și elaborarea metodelor de combatere a efectelor nocive.

Cu ajutorul mutagenezei experimentale se pot obține diferite sușe de microorganisme foarte productive ori soiuri de plante cu o productivitate înaltă. Prin mutageneză experimentală s-au obținut sușe de *Penicillium crysogenum* cu o productivitate sporită în penicilină, soiuri tetraploide de viță-de-vie, care oferă o recoltă cu mult mai mare de struguri.

Principalele surse de poluare a mediului înconjurător sunt diferiți agenți radioactivi, deșeuri industriale și agricole, compuși chimici de origine antropogenă (medicamente, pesticide, aditivi alimentari, detergenți, produse cosmetice, molecule recombinante de ADN). Multe dintre aceste substanțe, prin intermediul aerului, apei, solului sau al unor organisme, provoacă diferite mutații.

De exemplu, după explozia bombelor atomice din Japonia (1945), 18,7 % dintre sarcini au fost întrerupte prin avorturi spontane, 23,3 % dintre copii s-au născut morți, iar 26 % dintre nou-născuți au murit imediat după naștere.

După catastrofa de la Centrala Atomoelectrică de la Cernobîl a sporit considerabil numărul malformațiilor congenitale.

Pesticidele utilizate pe larg în agricultură (erbicide, insecticide, fungicide) se pot acumula în mediul ambiant (plante, apă, sol) și pot provoca diverse mutații.

O acțiune nocivă pot avea și diferiți conservanți din industria alimentară, unele substanțe medicamentoase, diverși coloranți din industria textilă etc.

În cadrul unui monitoring genetic se analizează potențialul mutagen al produselor chimice sau al factorilor fizici și biologici. Pentru aceasta se utilizează anumite organisme care au o structură relativ simplă și sunt accesibile cercetărilor. Din aceste grupe de organisme fac parte unele bacterii, ciuperci etc. Actualmente, sunt utilizate pe larg culturile de celule vegetale și animale izolate *in vitro*.

Extensiune:

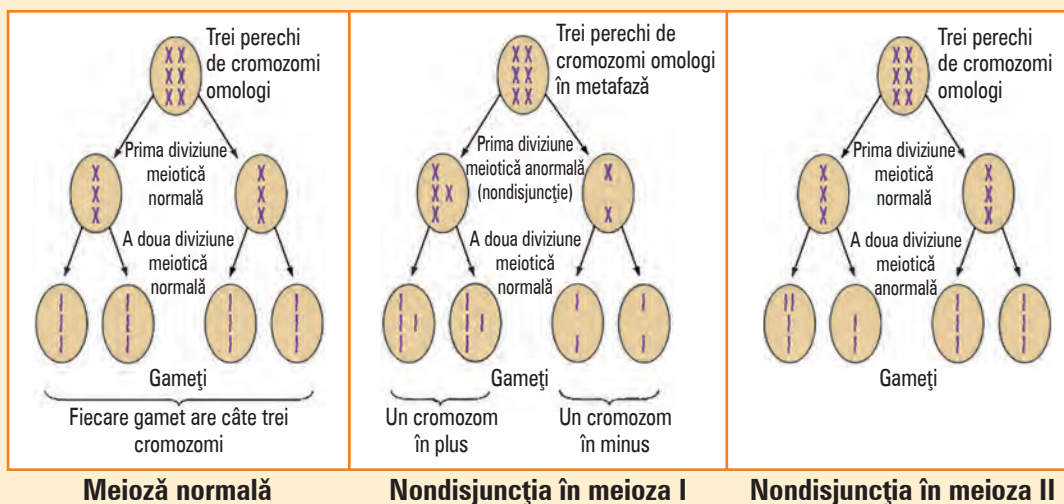
Mecanismul apariției mutațiilor genice spontane este determinat de prezența unor erori în cadrul replicării ADN-ului ca rezultat al apariției unor baze necomplementare. Bazele azotate din componenta ADN-ului se pot transforma în forme tautomere. Timina (T) și citozina (C) reprezintă pirimidine cetonice, iar adenina (A) și guanina (G) – purine aminice, iar după dereglările tautomerice ($C=O \leftrightarrow C-OH$; $-NH_2 \leftrightarrow -NH$) T și C devin primidine enolice, iar A și G – purine iminice. În consecință, se dereglează principiul complementarității: A se leagă cu C, iar G se leagă cu T.

Mecanismul apariției mutațiilor genice induse este determinat de modificarea bazelor azotate din molecula de ADN (hidratarea timinei, dezaminarea citozinei etc.) sub acțiunea factorilor mutageni fizici sau chimici, care, în consecință, pot forma legături de hidrogen cu bazele azotate necomplementare.

Indiferent de natura mutațiilor (spontane sau induse), mutațiile genice provoacă dereglarea transcrierii informației ereditare. În acest caz, mutațiile pot modifica un codon funcțional:

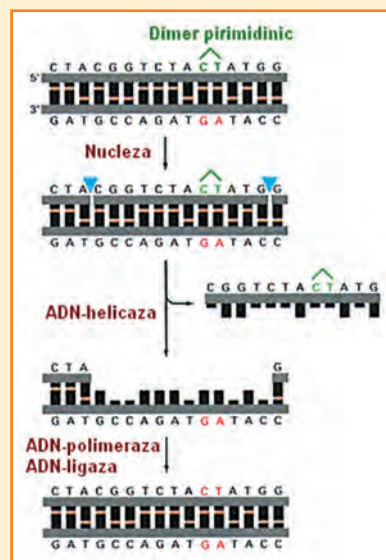
- într-un codon „stop” (mutații *nonsens*);
- într-un alt codon funcțional (mutații *missens*);
- într-un alt codon funcțional, dar care determină același aminoacid (mutații *same-sens*).

Mecanismele apariției mutațiilor cromozomiale numerice sunt determinate de erori în distribuția materialului ereditar în cadrul diviziunilor celulare, de exemplu, nondisjunția (nepararea) cromozomilor în cadrul meiozei.



Reparația ADN reprezintă o proprietate unică a moleculelor de ADN de a restabili structura primară, inițială a ADN-ului. În acest caz, celulele au proprietatea de a controla și de a evita acumularea mutațiilor. Reparația ADN-ului este reprezentată de un sistem complex de enzime care sunt capabile să identifice greșelile din ADN, să înlăture fragmentul de ADN cu eroare, să sintetizeze un nou fragment de ADN și să-l integreze în molecula de ADN bicatenară (vezi schema alăturată).

Aceasta se realizează după principiul complementarității, având ca matrice catena de ADN nealterată, și poate decurge în timpul replicării, după replicare sau independent de replicare.





- 1** • Completează spațiul cu informația corespunzătoare. (Se realizează în caiet.)

Tipuri de factori mutageni	Exemple	Efecte asupra materialului ereditar

- 2** • Clasifică factorii mutageni într-o schemă structurată logic.

- 3** • Estimează consecințele:
a) dereglării funcționării fusului de diviziune;
b) lipsei mecanismului de reparație a mutațiilor genice.

- 4** • Întocmește o listă de alimente pentru oamenii care lucrează într-o zonă cu un fon radioactiv ce depășește limitele normale.

- 5** • Încercuiește A, dacă a doua afirmație confirmă corectitudinea primei afirmații, în caz contrar, încercuiește F. Dacă ai încercuit F, atunci scrie varianta corectă. (Se realizează în caiet.)

- a) Pesticidele pot provoca tulburări psihice, deoarece acestea afectează sistemul nervos. A F
b) Radiațiile ionizante pot modifica procesul de creștere la plante, deoarece inhibă diviziunea celulară. A F

- 6** • Realizează o analiză SWOT pe tema Impactul pesticidelor utilizate în agricultură asupra organismului uman.

- 7** • Grupează câte trei termenii și notează criteriile în baza cărora ai realizat gruparea.

radiații, enzime, retinol, cupru, fenol, raze Röntgen,
pesticide, vitamine, raze alfa, plumb, aminoacizi,
tocoferol, raze gama, crom

- 8** • Elaborează o prezentare PPT, pe baza informației stocate în codul de bare QR 1.12.1, punctul Alcoolismul și acțiunea altor factori implicați în bolile genetice, în care să reflecti impactul alcoolismului în apariția bolilor genetice.



QR 1.12.1

- 9** • Evaluează următoarea situație și formulează recomandări prietenului tău pentru a diminua acțiunea substanțelor mutagene, ilustrând răspunsul prin metoda grafurilor:
Prietenul tău s-a angajat în perioada de vară la o întreprindere ce utilizează substanțe mutagene în procesul tehnologic.

Printre disciplinele genetice, un rol deosebit îl are genetica umană, care studiază ereditatea umană. Încă în Antichitate au fost efectuate primele observații asupra eredității umane. Hipocrat (c. 460–377 î.H.), în lucrarea sa *Corpus hipocraticus*, precizează moștenirea unor caractere ale omului (culoarea ochilor, unele boli, precum epilepsia).

În 1814, V. Adams, în lucrarea *Tratat asupra proprietăților presupuse ereditare*, susține că bolile ereditare sunt determinate de încrucișarea înrudită (consangvinizarea).

F. Galton a pus bazele geneticii umane, scriind lucrările *Ereditatea talentului și caracterului* și *Ereditatea geniului* (1864). El susținea faptul că la om caracterele se transmit ereditar.

Ca știință, genetica umană apare în a doua jumătate a secolului XX, după ce savanții Tijo, Levan și Lejane determină cariotipul uman și pun bazele citogeneticii umane.

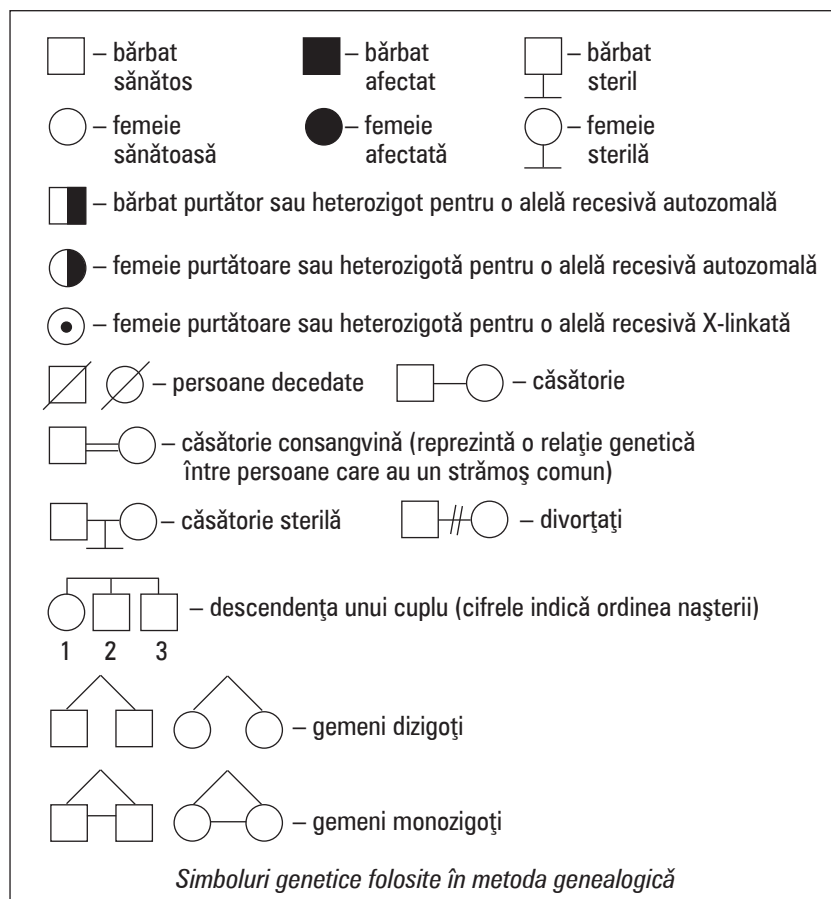
În calitate de obiect de studiu genetic, omul se caracterizează printr-un șir de particularități, și anume:

- imposibilitatea aplicării analizei genetice (încrucișare fără restricții și analiza descendenților);
- prolificitatea relativ redusă (numărul descendenților într-o familie este relativ mic);
- imposibilitatea obținerii pe cale experimentală a liniilor pure sau a formelor mutante;
- probleme etice etc.

Pentru elucidarea legităților moștenirii caracterelor la om sunt utilizate metode speciale:

1. **Metoda genealogică** (sau a pedigreeului – din engl., fr. *pedigree* – „semn ce denotă o succesiune”) permite determinarea legității moștenirii caracterului în urma analizei generațiilor succesive.

Pentru reprezentarea grafică se utilizează simboluri speciale.



2. **Metoda gemenilor** permite evidențierea importanței eredității și a mediului extern în expresia caracterelor.

În acest caz, sunt utilizați gemeni monoziгоți – care derivă dintr-un singur ovul fecundat, sunt de același sex și absolut identici genetic.

3. Metoda citogenetică permite evidențierea mutațiilor cromozomiale structurale și numerice.

Investigațiile se efectuează cu celulele care se află în metafază.

Evidențierea mutațiilor heterocromozomiale se poate efectua în funcție de prezența sau lipsa cromatinei sexuale (corpuscului Bar) în nucleele celulelor somatice. Cromatina sexuală reprezintă un cromozom X condensat și în condiții normale este prezentă la femei și lipsește la bărbați. (Numărul de corpusculi Bar este egal cu numărul de cromozomi X minus unitatea.)

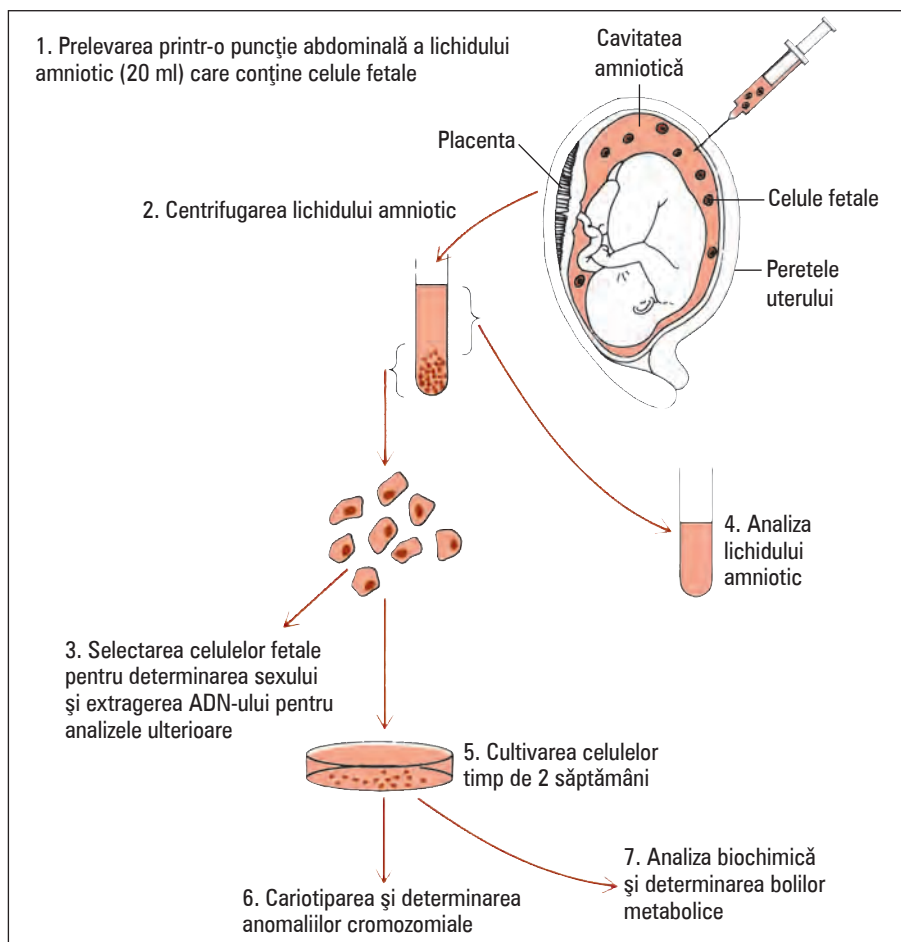
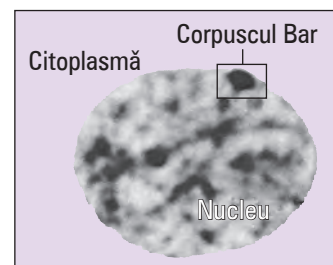
La femeile bolnave de sindromul Turner lipsește cromatina sexuală, iar la bărbații bolnavi de sindromul Klinefelter este prezent un corpuscul Bar (dacă $2n = 47$) sau doi (dacă $2n = 48$).

4. Metoda biochimică permite evidențierea unor maladii genetice de metabolism.

În acest caz, se analizează dereglările în sinteza aminoacizilor, enzimelor, hidraților de carbon etc.

5. Amniocenteza (diagnosticul genetic prenatal) permite evidențierea (și prevenirea) bolilor cromozomiale și metabolice.

Investigațiile se efectuează pe celule fetale recoltate prin puncții din lichidul amniotic, între a 14-a și a 16-a săptămână de sarcină.



6. Consangvinizarea (din lat. *consanguinus* – „înrudit, de aceeași origine”) permite obținerea liniilor pure. Este mai frecventă la populațiile umane izolate geografic, etnic sau religios.

Căsătoriile înrudite nu se recomandă, deoarece în urma lor se pot manifesta multe maladii grave.

7. Metoda populațional-statistică permite stabilirea frecvenței genelor în populația umană.

Pentru determinarea frecvenței genelor alele în populații se utilizează legea Hardy-Weinberg:

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1,$$

unde p reprezintă frecvența genei dominante; q – frecvența genei recesive; p^2 – frecvența homozigoților după gena dominantă; q^2 – frecvența homozigoților după gena recesivă; $2pq$ – frecvența heterozigoților.

8. **Metoda molecular-genetică** permite determinarea secvențelor specifice (genelor) și a paternității copilului.

Fragmentele de ADN se separă electroforetic în gel de agaroză și se identifică autoradiografic. Metoda a fost propusă în 1975 de E.M. Southern.

9. **Metoda dermatoglifelor** permite evidențierea anumitor maladii ereditare după cristele epidermice de pe suprafața degetelor și a palmelor.

10. **Metoda ecografică** permite depistarea timpurie a unor malformații congenitale majore (microcefalia, hidrocefalia etc.).

Genetica umană a conferit noi dimensiuni medicinei și biologiei umane. S-a conchis că patologia umană include mii de tulburări ereditare. Chiar și tulburările comune implică un coeficient genetic mai mult sau mai puțin important. Fără genetică nu putem analiza evoluția individuală și cea a populațiilor umane. Fără genetică nu putem înțelege de ce suntem ceea ce suntem.

Genetica umană permite elucidarea diferitor probleme, precum: transmiterea caracterelor normale și patologice la om; controlul genetic al proceselor celulare; controlul proceselor dezvoltării organismului uman; determinarea structurii genetice a populației umane; diagnosticul bolilor genetice; elaborarea principiilor de profilaxie a bolilor ereditare; testarea factorilor de mediu cu potențial mutagen; sfatul genetic și planificarea familiei; terapia genică (în perspectivă).

Dintre toate ramurile biologiei, genetica a cunoscut până în prezent cea mai accelerată dezvoltare. Aceasta a revoluționat întreaga biologie, elucidând misteriosul univers al eredității. Grație acestei științe, au fost soluționate numeroase probleme ce au frământat gândirea umană multe secole: ce este ereditatea, cum se transmit caracterele normale de la părinți la copii, ce reprezintă bolile ereditare?

Genetica umană contemporană este o știință foarte complexă, având diferite ramuri și direcții de cercetare:

- **genetica formală** studiază caracterele mendeliene la om și principiile de moștenire;
- **genetica populațională** studiază răspândirea și frecvența genelor în diferite populații umane, frecvența purtătorilor unor gene mutante;
- **citogenetica** studiază cariotipul uman în normă și patologie, diagnosticul bolilor cromozomiale;
- **genetica clinică** studiază diferite tulburări ereditare, principiile și metodele de diagnosticare și tratamentul acestor boli;
- **imunogenetica** studiază moștenirea grupelor sangvine, mecanismele genetice ale răspunsului imun;
- **farmacogenetica** studiază semnificația factorilor genetici în sensibilitatea individuală față de substanțele medicamentoase;
- **genetica socială** studiază interacțiunea factorilor ereditari (65–70 %) și a celor sociali (30–35 %) în dezvoltarea speciei umane;
- **nutrigenomica** studiază acțiunea nutriției umane asupra expresiei genelor (realizării informației ereditare în cadrul dezvoltării individuale).

Extensiune:

Metodele molecular-genetice. Tehnica secvențierii ADN-ului, elaborată de F. Sanger (1977), și metoda PCR (*Polymerase Chain Reaction* – Reacția de polimerizare în lanț), elaborată de K. Mullis (1983), au contribuit esențial la dezvoltarea și aplicarea investigațiilor din domeniul biologiei și geneticii moleculare.

Metoda PCR se utilizează pentru amplificarea unor fragmente scurte de ADN și include:

- obținerea unui fragment de ADN genomic prin „tăierea” cu ajutorul restrictazelor (endonucleaze care clivează molecula de ADN la nivelul unor situsuri specifice);

La om, ca și la celelalte organisme, materialul genetic este reprezentat prin ADN, localizat în nucleu. Toate caracterele sunt determinate de genele localizate în ADN. Numărul de gene umane constituie circa 25 000 – 30 000. Însă doar 10% dintre aceste gene sunt active la anumite etape ale ontogenezei.

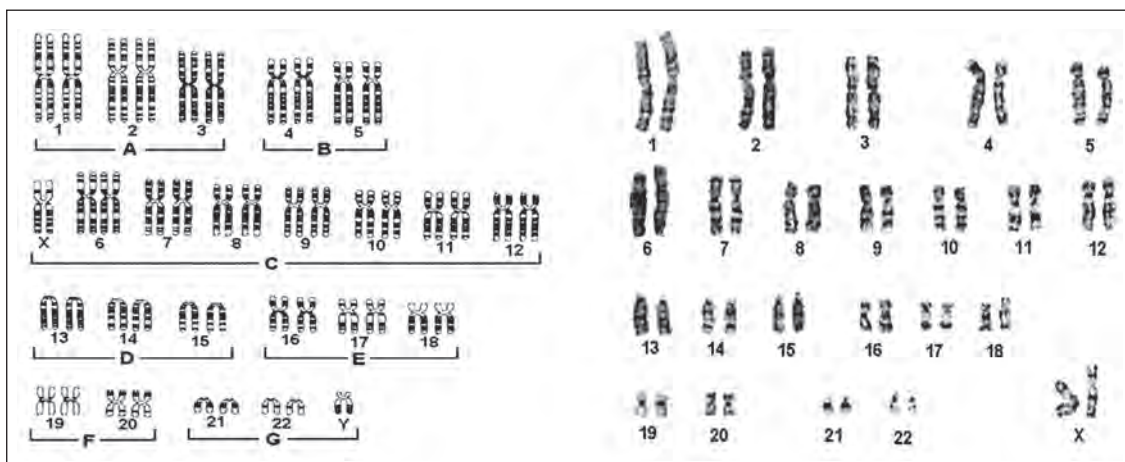
Înșușirile caracteristice omului sunt determinate de genele localizate în cromozomi. Totalitatea cromozomilor individului formează cariotipul lui.

Cariotipul uman include 46 de cromozomi, dintre care 44 de autozomi și 2 cromozomi sexuali (XX sau XY).

În funcție de poziția centromerului și de particularitățile morfologice, la om se disting diverse grupe de cromozomi, notate de la A la G (vezi tabelul).

Clasificarea cromozomilor umani

Grupa	Numărul perechii de cromozomi
A	1–3
B	4–5
C	6–12, X
D	13–15
E	16–18
F	19–20
G	21–22, Y



Moștenirea monogenică este determinată de peste 5 500 de gene. Dintre aceste gene, circa 1000 determină caractere normale și aproximativ 4 500 – caractere patologice. În tabelul de mai jos sunt prezentate unele caractere normale, care se moștenesc monogenic autosomal dominant sau recesiv.

Caractere monogenice autosomale

Dominante	Recesive
ochi căprui	ochi albaștri
păr castaniu	păr deschis
păr ondulat	păr drept
nas mare	nas mic
prezența pistruilor	lipsa pistruilor
auz muzical perfect	lipsa auzului muzical
urechi mari	urechi mici

Unele caractere sunt determinate de genele localizate în cromozomii sexuali X sau Y. Aceste caractere se moștenesc în funcție de sex. Expresia fenotipică a anumitor gene depinde de sex. De exemplu, chelia la bărbați se exprimă atât în stare homozigotă (cc), cât și în stare heterozigotă (Cc), pe când la femei acest caracter se exprimă doar în stare homozigotă (cc).

În cromozomul Y sunt localizate genele SRY (*sex-determining region Y*), care determină sinteza factorului dezvoltării testiculare.

Diferite caractere umane se moștenesc poligenic. Moștenirea poligenică asigură transmiterea caracterelor determinate de mai multe perechi de gene alele care pot interacționa între ele. În cazul moștenirii poligenice, de regulă, se intensifică acțiunea fiecărei gene. Gradul de expresie a caracterului depinde de numărul de alele dominante ale genelor prezente. De regulă, acest tip de moștenire este specific caracterelor cantitative.

Perechile de alele ale genelor ce se află în cromozomi diferiți interacționează între ele.

Extensiune:

Genomul uman este constituit din genomul nuclear (circa 26 000 de perechi de gene) și genomul mitocondrial (circa 37 de gene).

Genomul nuclear include aproximativ 25 % de ADN genic (format din 10 % de ADN codant și 90 % de ADN necodant) și 75 % de ADN extragenic (format din 60 % de ADN cu secvențe unice și 40 % de ADN cu secvențe moderat sau înalt repetitive).

Genele genomului nuclear implicate în realizarea informației genetice sunt divizate în trei clase:

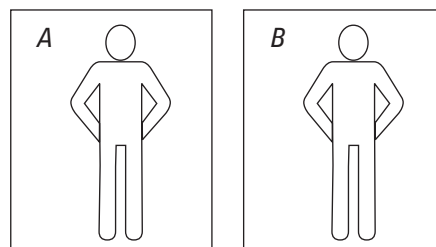
- Genele de clasa I – codifică trei tipuri de ARNr cu anumite constante de sedimentare (5,8S; 18S și 28S);
- Genele de clasa II – codifică proteine, fiind transcrise în ARNm;
- Genele de clasa III – codifică diversitatea formelor de ARNt și ARNr cu constanta de sedimentare 5S.

Genomul uman mitocondrial include 37 de gene: 22 de gene determină sinteza de ARNt, 2 gene – sinteza de ARNr și 13 gene – sinteza anumitor proteine. Genele mitocondriale se caracterizează printr-o aranjare compactă, lipsa intronilor în organizarea sa și moștenirea pe linia maternă.



1 • Enumeră particularitățile cariotipului uman.

2 • Desenează în caiet imaginile alăturate și indică în imaginea A caracteristicile dominante monogenice la om, iar în imaginea B – cele recesive, utilizând culori corespunzătoare.



3 • Alege varianta corectă pentru enunțurile date.

I. Caracter monogenic autozomal recesiv este:

- a) ochii căprui;
- b) părul castaniu;
- c) auzul muzical perfect;
- d) lipsa pistriurilor.

II. Caracter monogenic autozomal dominant este:

- a) părul drept;
- b) nasul mic;
- c) urechile mari;
- d) urechile mici.

4 • Elaborează o schemă „Imagini instructive” care să reflecte ereditatea normală la om.

5 • Elaborează o fișă instructivă în care să prezinți caracterele monogenice autozomale personale.

6 • Explică, pe baza informației din text cu privire la caracterele determinate de genele localizate în heterozomi, manifestările unui astfel de caracter la membrii familiei tale.

7 • Formulează o legată despre moștenirea poligenică la om, utilizând cuvintele-cheie din textul lecției.

8 • Evaluează următoarea situație și exprimă-ți atitudinea față de aceasta, utilizând metoda „Pălăriile gânditoare”:

Sora ta are auz muzical perfect și este cântăreață. Soțul ei la fel are auz muzical perfect. În familia lor s-a născut un copil care, conform specialiștilor, nu are auz muzical. Părinții sunt nedumeriți.

În literatura de specialitate (genetică și cea clinică) sunt utilizate diferite noțiuni ce caracterizează patologiile umane: boli genetice, ereditare, familiale, congenitale.

Bolile genetice reprezintă toate anomalii care apar ca urmare a dereglării materialului ereditar. Pentru bolile genetice nu este esențial factorul moștenirii maladiei, ci faptul că boala este cauzată de dereglările aparatului ereditar. Bolile genetice includ și boli ereditare.

Bolile ereditare sunt acele anomalii care se transmit de la părinți la copii, cu excepția cazurilor letale sau de sterilitate a organismelor. Aceste boli sunt cauzate de mutații ce afectează unul sau mai mulți cromozomi sau una sau mai multe gene.

Bolile familiale întrunesc maladiile caracteristice unei familii, care pot fi provocate de anumiți factori exogeni: deprinderi nocive comune, carențe alimentare, condiții nocive de trai etc. Evident, în acest caz, asemenea boli nu se transmit ereditar.

Bolile congenitale sunt bolile care se evidențiază la naștere. Aceste maladii pot fi determinate de diferiți factori care acționează în timpul sarcinii, printre care:

- dereglările ereditare;
- unele boli infecțioase, în special virotice (rubeola, rujeola);
- dereglările hormonale;
- vârsta mamei (maturizarea insuficientă sau vârsta înaintată);
- carențele alimentare (avitaminozele);
- iradierea;
- factorii chimici mutageni (metale grele, pesticide) etc.

Bolile ereditare sunt răspândite printre toate populațiile lumii, însă frecvența lor este diferită, în funcție de zona geografică. De exemplu, polidactilia (șase degete) se întâlnește la europeni cu o frecvență de 0,5 %, iar la africani – cu o frecvență de 6,2 %. Bolile congenitale sunt mai frecvente în țările din Europa, din cauza industrializării puternice.

Bolile ereditare sunt divizate în două grupuri: *boli ereditare genice* și *boli ereditare cromozomiale*. Bolile ereditare genice pot fi autozomale (genele sunt localizate în cromozomii nesexuali) sau heterozomale (genele sunt localizate în cromozomii sexuali). Aceste maladii se moștenesc fie dominant, fie recesiv.

În patologia umană s-a descris un șir de boli genice, cauzate de mutații cu expresie fenotipică dominantă sau recesivă.

Boli genice autozomale dominante:

- acondroplazia – dereglări de creștere a oaselor lungi, nanism;
- arahnodactilia – alungirea și subțierea excesivă a oaselor;
- brahidactilia – scurtarea degetelor;
- coreea Huntington – degenerarea progresivă a ganglionilor bazali și a cortexului (între 35 și 50 de ani) etc.

Boli genice autozomale recesive:

- albinismul – depigmentarea pielii (persoanele care suferă de această boală sunt amenințate mai frecvent de riscul de a face cancer de piele);
- alcaptonuria – colorarea urinei în brun, artrite;
- boala Tay-Sachs – hipotonie, retardare psihomotorie;
- fenilcetonuria – dereglări metabolice, înapoiere mintală;
- galactozemia – tulburări funcționale ale ficatului și rinichilor etc.

Există și unele boli genice X- sau Y-linkate.

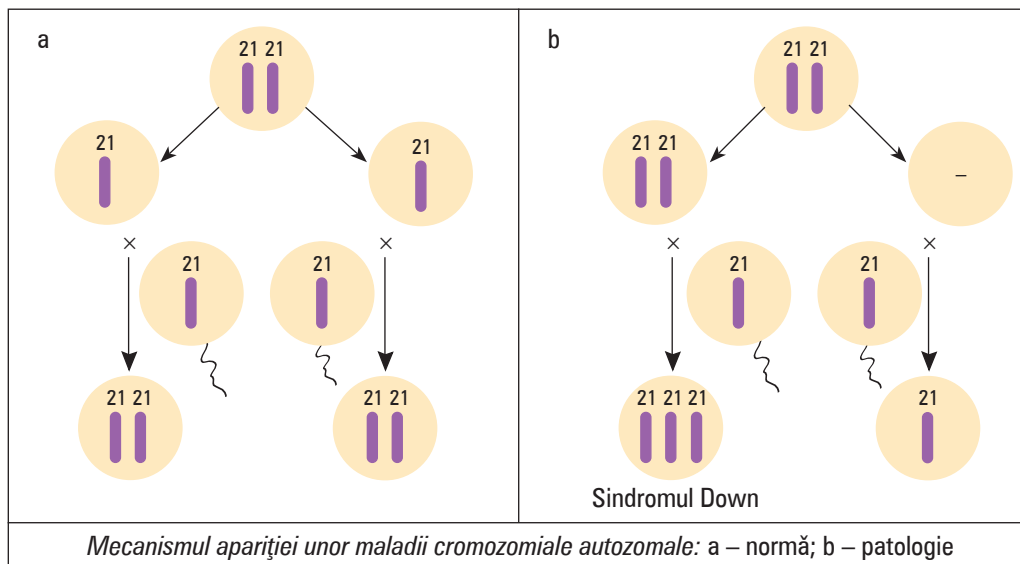
Boli genice dominante X-linkate:

- amelogeneza imperfectă – hipoplazia smalțului dentar, culoarea brună a dinților;
- hipofosfatazemia – tulburări de osificare.

Boli genice recesive X-linkate:

- daltonismul – abateri în diferențierea culorilor;
- hemofilia – lipsa factorului de coagulare a sângelui;
- miopatia Duchenne – distrofie musculară progresivă etc.

Bolile ereditare cromozomiale sunt structurale sau numerice. Cele structurale pot apărea în urma deleției, inversiei sau duplicării unei regiuni a cromozomului. Bolile ereditare cromozomiale numerice sunt determinate de lipsa sau prezența în plus a unuia sau mai multor cromozomi față de numărul normal. Cele mai frecvente sunt monosomiile (pierderea unui cromozom) și trisomiile (prezența suplimentară a unui cromozom). Aceste boli ereditare pot fi atât autozomale, cât și heterozomale.



În decursul evoluției, cariotipul uman a dobândit o mare stabilitate ($2n = 46$). De aceea, orice dereglare privind numărul și structura cromozomilor are efecte fenotipice importante, fiind adesea letale sau provocând o boală ereditară. Frecvența anomaliilor cromozomiale constituie circa 1 % (din numărul nou-născuților). În perioada de 8–12 săptămâni de dezvoltare intrauterină, circa 3 % din embrioni au anomalii cromozomiale. În avorturile spontane frecvența anomaliilor cromozomiale constituie 30–50 %.

Cauzele anomaliilor cromozomiale constituie orice abateri de la numărul de cromozomi, precum și unele modificări cromozomiale de tipul delețiilor, duplicațiilor, translocațiilor etc. Anomaliile numerice apar în urma nondisjuncțiilor, prin care, în meioză, o pereche de cromozomi nu se separă în anafază, migrând împreună la unul dintre polii celulei.

Bolile ereditare cromozomiale pot fi provocate de diferiți factori, printre care:

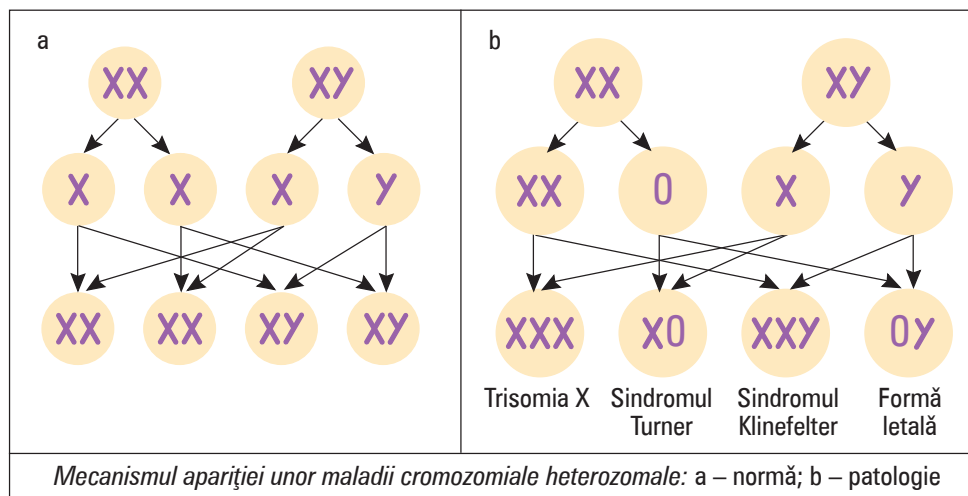
- radiațiile ionizante;
- preparatele medicamentoase și anticoncepționale;
- bolile virotice;
- carențele alimentare (de exemplu, femeile tinere care s-au aflat în lagăre de concentrare în timpul Celui de-Al Doilea Război Mondial au născut cu o rată sporită copii cu sindromul Down);
- tulburările endocrine;
- vârsta părinților, în special vârsta mamei (după 35 de ani crește considerabil riscul nașterii unor copii purtători de anomalii cromozomiale).

Cele mai cunoscute boli autozomale sunt trisomiile (un cromozom este triplu reprezentat): 21 (sindromul Down), 18 (sindromul Edwards) și 13 (sindromul Patau).

Sindromul Down este una dintre cele mai răspândite boli cromozomiale, frecvența acestuia fiind de 1:500–1:700. Această boală a fost descrisă de medicul englez Down în anul 1866. Mai târziu, în 1957–1959, savanții francezi Le Jeune și Turpin au demonstrat natura ei genetică. Cauza acestei patologii s-a dovedit a fi prezența în plus a unui cromozom 21.

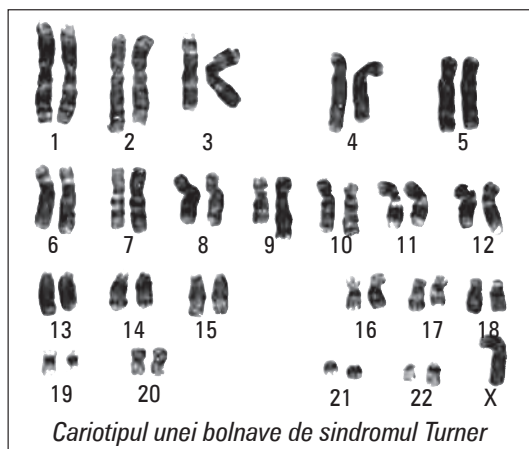
Pentru medici, diagnosticul acestei boli nu prezintă dificultăți, deoarece caracterele ei clinice sunt distincte: față aplatizată, talie mică, brahidactilie, modificări specifice ale cutelor palmare, retardare mintală de diferite grade etc. În ultimii 30–40 de ani, rata de supraviețuire a bolnavilor cu sindromul Down s-a îmbunătățit semnificativ, grație tratamentului chirurgical al cardiopatiilor congenitale, antibioterapiei, reducerii instituționalizării și integrării sociale. Ca rezultat, speranța de viață a acestor persoane este acum de 55–60 de ani. Ele se integrează în societate și obțin anumite profesii.

Pe lângă abaterile de la cariotipul normal, legate de autozomi, mai există și alte tipuri de anomalii care afectează cromozomii sexuali.



Sindromul Turner are cariotipul 45, X și fenotipul feminin. Aceasta este singura monosomie (lipsește un cromozom dintr-o pereche) compatibilă cu viața. Cauza apariției bolii este lipsa unui cromozom X, ca rezultat al nondisjunției cromozomilor sexuali în meioză.

Boala a fost descrisă în anul 1925 de Șereșevski și studiată în anul 1938 de Turner. Frecvența acestei anomalii constituie 1:4 000–1:5 000. Boala se manifestă prin următoarele caractere clinice: disproporție a corpului (umeri dezvoltati și bazin îngust), talie mică (135–140 cm), „gât de sfinx” (scurt, cu pielea pliată), subdezvoltare a ovarelor, labilitate emoțională.



În cazul trisomiei X, cariotipul femeilor conține 47 de cromozomi (44 de autozomi și trei cromozomi X) și apare cu o frecvență de 1:1000. Prima pacientă a fost descrisă în anul 1959 de către Jacob și colaborarii săi. Ea avea trei cromozomi X și următoarele caractere clinice: abateri neesențiale în dezvoltare, dereglări în funcția ovarelor.

Sindromul Klinefelter, de cele mai multe ori, are cariotipul 47, XXY. Frecvența bolii este de 1:1000 și se întâlnește numai la bărbați (un cromozom X în plus). Mai rar pot fi întâlnite cazuri cu un număr mai mare de cromozomi: 48, XXXY; 48, XYYY; 48, XXYY; 49, XXXXY; 49, XXXYY. Sindromul prezintă următoarele caractere clinice: tip astenic de constituție (umeri înguști, bazin larg, depozitare de grăsime după tipul feminin, musculatură

subdezvoltată), pilozitate facială slabă, subdezvoltare a testiculelor, dereglări psihice.

Pentru a depista anomaliile ereditare și frecvența anumitor gene, sunt organizate consultații medico-genetice. Aceste consultații au diverse sarcini, printre care:

- consultarea medico-genetică a familiilor cercetate;
- diagnosticarea prenatală a anomaliilor congenitale;
- întocmirea anchetelor de familie;
- cercetarea maladiilor de metabolism;
- stabilirea unor măsuri privind planificarea familiei și nașterea etc.

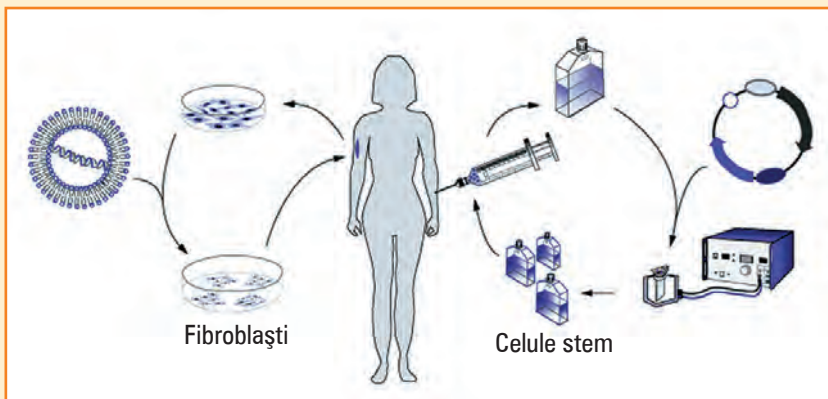
Extensiune:

Terapia genică reprezintă o tehnologie modernă de introducere a unei gene străine într-o celulă (organism) cu scopul de a corecta o eroare. Aceasta permite tratarea unor boli ereditare, multifactoriale și neereditare.

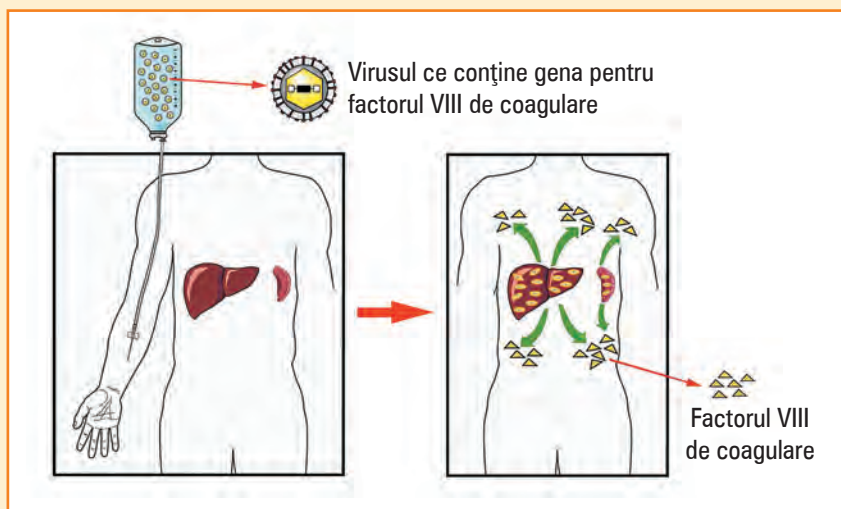
Obiectivul principal al terapiei genice este asigurarea expresiei genei străine în organism la un nivel suficient pentru tratarea bolii. Pentru aceasta se alege minuțios gena pentru transfer, se valorifică sistemele de transfer (vectorii), se analizează metodele de reglare a expresiei genei transferate și, nu în ultimul rând, condițiile de securitate a pacientului.

Terapia genică se poate realiza prin două căi principale:

1. *Ex vivo* – introducerea de ADN codificator în gena de interes în celulele explantate și reintroducerea lor în organismul uman.



2. *In vivo* – introducerea de ADN codificator direct în organismul uman cu ajutorul unor factori de transfer (vectori).



Pentru transferul genelor străine în celulele umane se utilizează vectorii care pot fi:

- virali (adenovirusii, retrovirusii etc.);
- neviral (plasmidele, liposomii etc.).

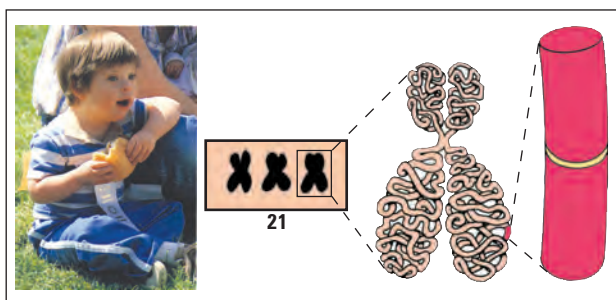
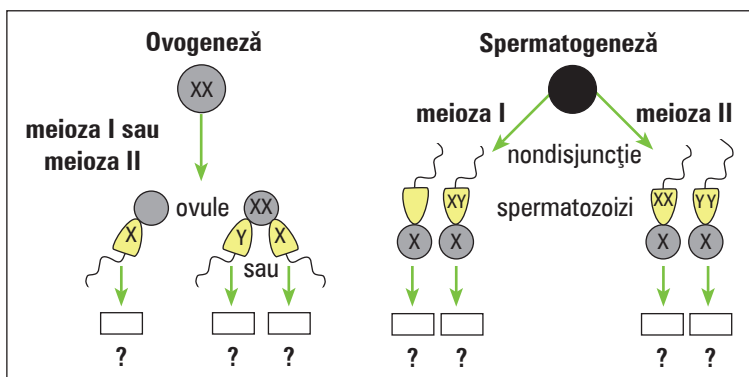
În prezent, terapia genică poate fi aplicată pentru tratarea diferitor boli, printre care atrofia musculară spinală, hemofilia, răni de piele.



1 • Scrie definițiile pentru următoarele noțiuni: *boli genetice, boli ereditare, boli familiale, boli congenitale*.

2 • Prezintă bolile ereditare într-o schemă structurată logic.

3 • Completează dreptunghiurile din schemă cu heterozomiile corespunzătoare. Scrie în locul semnelor de întrebare denumirile afecțiunilor. (Se realizează în caiet.)



4 • Caracterizează sindromul reprezentat în imaginea alăturată și prezintă mecanismul apariției acestei afecțiuni.

5 • Alege varianta corectă pentru enunțurile date.

I. Afecțiune heterozomală este:

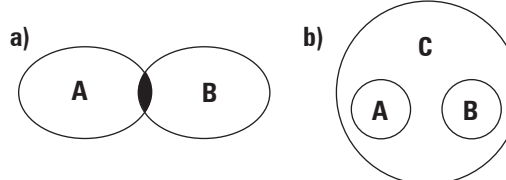
- a) sindromul Down;
- b) sindromul Edwards;
- c) sindromul Turner;
- d) sindromul Patau.

II. Boală genică autozomală dominantă este:

- a) fenilcetonuria;
- b) acondroplazia;
- c) alcaptonuria;
- d) albinismul.

6 • Notează 2–3 exemple care să reflecte următoarele tipuri de corelații:

7 • Elaborează o fișă informativă prin care să convingi colegii/colegele de clasă de importanța consultațiilor medico-genetice.



8 • Propune 2–3 măsuri de prevenire a bolilor autozomal recesive.



QR 1.15.1

9 • Elaborează o hartă morfologică în care să prezinți o boală genetică care te interesează, indicând: denumirea bolii genetice, date statistice, tipul bolii, modificări la nivelul celulelor sau organelor, cauzele bolii, simptome, modalități de prevenire a bolii, modalități de tratament etc. **Vezi informația stocată în codul de bare QR 1.15.1.**

10 • Evaluează situația și propune-i Elenei recomandări argumentate pentru a reduce riscul de a naște un copil cu afecțiuni ereditare.

Elena lucrează în calitate de programatoare, are 39 de ani și este însărcinată.

TEST SUMATIV (se realizează în caiet) la modulul „Bazele geneticii” (profil real)

Varianta I

1 Descrie în 5–7 propoziții portretul unei persoane ce prezintă 3 caractere dominante și 3 caractere recesive. Subliniază cu o linie dreaptă caracterele dominante și cu o linie întreruptă caracterele recesive.

2 Completează spațiul cu informația corespunzătoare pentru:

- a) o boală cromozomială autozomală numerică;
b) o boală genică recesivă X-linkată.

Denumirea bolii	Genotipul/Cariotipul	Simptome
a) _____	_____	_____
b) _____	_____	_____

3 Rezolvă problemele.

a) La găini, culoarea neagră a penajului și prezența crestei reprezintă caractere dominante, iar culoarea pestriță și lipsa crestei – caractere recesive. (Genele ambelor perechi de caractere sunt localizate în cromozomi diferiți.) Un cocoș pestriț cu creastă a fost încrucișat cu o găină fără creastă. În descendență, jumătate dintre pui erau negri și aveau creastă, iar jumătate – pestriți, cu creastă.

Care sunt genotipurile formelor parentale (ale cocoșului și ale găinii)?

b) La drosofilă, culoarea cenușie a corpului și forma normală a aripilor sunt caractere dominante, iar aripile rudimentare (vestigiale) și culoarea neagră a corpului – caractere recesive. Ambele perechi de gene sunt localizate în același autozom la o distanță de 17 morganide. Determină genotipurile și fenotipurile posibile (în %) la încrucișarea unei femele diheterozigote (genele dominante au fost moștenite de la un părinte) cu un mascul care are corp negru și aripi rudimentare.

c) Într-o familie în care părinții au grupele sanguine II și III și nu suferă de hemofilie s-a născut un băiat cu grupa sanguină I și cu hemofilie. Determină probabilitatea nașterii în această familie a unui copil sănătos cu grupa sanguină IV, dacă se știe că hemofilia se moștenește drept caracter recesiv cuplat cu sexul.

4 Completează schema, indicând cel puțin 3 deosebiri.

ADN	Deosebiri ↓ Criterii	ARN
_____	← _____ →	_____
_____	← _____ →	_____
_____	← _____ →	_____

5 Grupează câte două noțiunile de mai jos.

Notează criteriile pe baza cărora ai realizat clasificarea.

Cromatină, deleții, substituții, poziția centromerului, duplicații, nucleozomă, distanța dintre gene, adiții.

6 Prezintă soluții pentru următoarele situații:

a) Verișoara ta este însărcinată.

- Ce recomandări i-ai da pentru a reduce riscul de a naște un copil cu afecțiuni ereditare?
- Argumentează răspunsul.

b) Verișorul tău este căsătorit și are un copil de 4 ani, care suferă de o anomalie congenitală. Soția lui este din nou însărcinată.

- Ce sfaturi îi vei da pentru a preveni riscul nașterii unui copil cu aceeași afecțiune?

Varianta II

1 Descrie în 5–7 propoziții portretul unei persoane ce prezintă 3 caractere dominante și 3 caractere recesive, subliniind cu o linie dreaptă caracterele dominante și cu o linie întreruptă caracterele recesive.

2 Completează spațiul cu informația corespunzătoare pentru:

- a) o boală cromozomială heterozomală numerică;
b) o boală genică autozomală recesivă.

Denumirea bolii	Genotipul/Cariotipul	Simptome
a) _____	_____	_____
b) _____	_____	_____

3 Rezolvă problemele.

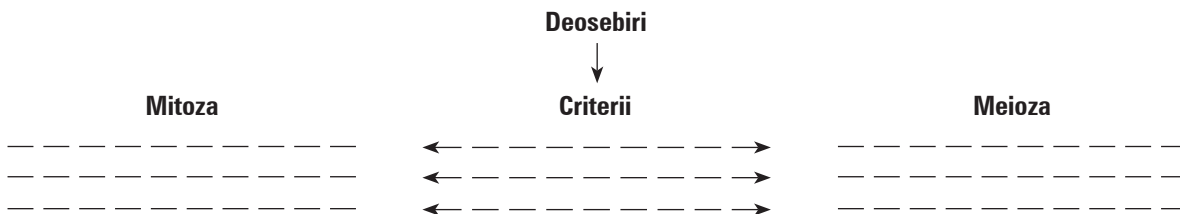
a) La om, culoarea căpruie a ochilor și capacitatea de a scrie cu mâna dreaptă sunt caractere dominante, iar culoarea albastră a ochilor și capacitatea de a scrie cu mâna stângă – caractere recesive. Genele ambelor perechi de caractere se află în cromozomi diferiți.

Care este probabilitatea ca într-o familie unde ambii părinți sunt diheterozigoți să se nască un copil stângaci, cu ochi căprui?

b) La tomate, înălțimea normală a tulpinii și forma sferică a fructelor sunt caractere dominante, iar tulpina pitică și forma alungită a fructelor – caractere recesive. Genele ce determină aceste caractere sunt înlănțuite și se află la o distanță de 20 de morganide. Ce descendență și în ce raport se poate obține la încrucișarea unei plante diheterozigote (genele dominante au fost moștenite de la părinți diferiți) cu o plantă pitică și fructele alungite?

c) Într-o familie în care soția are grupa sangvină I, iar soțul – grupa sangvină IV s-a născut un băiat daltonist, cu grupa sangvină III. Ambii părinți disting culorile. Determină probabilitatea nașterii unui copil sănătos și grupa lui sangvină posibilă, dacă se știe că daltonismul este determinat de o genă recesivă cuplată cu sexul.

4 Completează schema, indicând cel puțin 3 deosebiri.



5 Grupează câte două noțiunile de mai jos.

Notează criteriile pe baza cărora ai realizat clasificarea.

Genă, aneuploidie, centromer, translocatie, tranziții, telomer, cromozom, transversii.

6 Prezintă soluții pentru următoarele situații:

a) Bunicul tău a avut un frate cu sindromul Down. Sora ta este însărcinată.

- Ce recomandări îți vei da pentru a reduce riscul de a naște un copil cu această afecțiune ereditară?
- Argumentează răspunsul.

b) În familia vecinilor tăi s-a născut o fetiță cu grupa sangvină 0(I) și factorul Rh negativ. Părinții fetei au grupele sangvine III și factorul Rh pozitiv. Ei sunt nedumeriți de această situație și cred că a fost schimbat copilul.

- Prezintă dovezi vecinilor că acesta este copilul lor în baza grilajului Punnett.

TEST SUMATIV (se realizează în caiet) la modulul „Bazele geneticii” (profil umanistic)

1 Descrie în 5–7 propoziții portretul unei persoane ce prezintă 3 caractere dominante și 3 caractere recesive, subliniind cu o linie dreaptă caracterele dominante și cu o linie întreruptă caracterele recesive.

2 Completează spațiul cu informația corespunzătoare pentru:

a) o boală cromozomială heterozomală numerică la om;

b) o boală genică recesivă X-linkată la om.

Denumirea bolii	Genotipul/Cariotipul	Simptomele
a) _____	_____	_____
b) _____	_____	_____

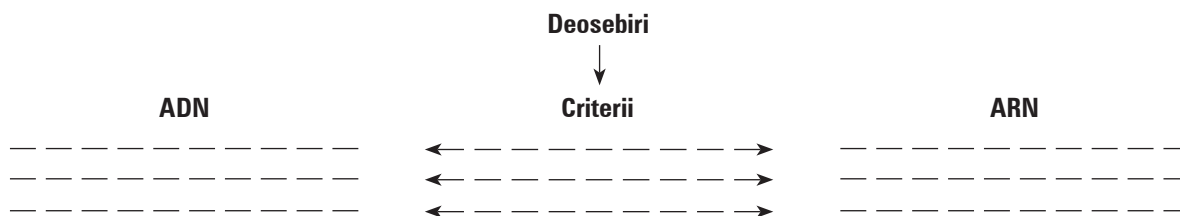
3 Rezolvă problemele.

a) La om, culoarea căpruie a ochilor domină culoarea albastră a ochilor.

Care este probabilitatea ca într-o familie unde ambii părinți sunt heterozigoți să se nască un copil cu ochi căprui?

b) Într-o familie în care soția are grupa sanguină I, iar soțul – grupa sanguină IV s-a născut un băiat daltonist, cu grupa sanguină III. Ambii părinți disting culorile. Determină probabilitatea nașterii unui copil sănătos și grupa lui sanguină posibilă, dacă se știe că daltonismul este determinat de o genă recesivă cuplată cu sexul.

4 Completează schema, indicând cel puțin 3 deosebiri.



5 Grupează câte două noțiunile de mai jos.

Notează criteriile pe baza cărora ai realizat clasificarea.

Heterozomi, cromatină, substituții, nucleozomă, autozomi, adiții.

6 Prezintă soluții pentru următoarele situații:

a) Bunicul tău a avut un frate cu sindromul Down. Sora ta este însărcinată.

- Ce recomandări îi vei da pentru a reduce riscul de a naște un copil cu o asemenea afecțiune?
- Argumentează răspunsul.

b) Verișorul tău este căsătorit și are un copil de 4 ani, care suferă de o anomalie congenitală. Soția lui este din nou însărcinată.

- Ce sfaturi îi vei da pentru a preveni riscul de a naște un copil cu aceeași afecțiune?

PROFIL REAL

Barem de notare		
Punctaj acordat	S_1 – 6 puncte	(6 puncte pentru răspuns complet)
	S_2 – 6 puncte	(câte 3 puncte pentru fiecare răspuns complet)
	S_3 – 30 de puncte	(10 puncte pentru fiecare problemă)
	S_4 – 9 puncte	(câte 1 punct pentru fiecare răspuns corect)
	S_5 – 12 puncte	(câte 1 punct pentru fiecare grupare corectă și câte 2 puncte pentru fiecare criteriu indicat corect)
	S_6 – 6 puncte	(câte 3 puncte pentru fiecare situație rezolvată corect)

Scală de notare

Punctaj	<28	28 – 34,99	35 – 41,99	42 – 47,99	48 – 54,99	55 – 61,99	62 – 69
Notă	4	5	6	7	8	9	10

PROFIL UMANISTIC

Barem de notare		
Punctaj acordat	S_1 – 6 puncte	(6 puncte pentru răspuns complet)
	S_2 – 6 puncte	(câte 3 puncte pentru fiecare răspuns complet)
	S_3 – 20 de puncte	(10 puncte pentru fiecare problemă)
	S_4 – 9 puncte	(câte 1 punct pentru fiecare răspuns corect)
	S_5 – 9 puncte	(câte 1 punct pentru fiecare grupare corectă și câte 2 puncte pentru fiecare criteriu indicat corect)
	S_6 – 6 puncte	(câte 3 puncte pentru fiecare situație rezolvată corect)

Scală de notare

Punctaj	<22	22 – 27,99	28 – 33,99	34 – 38,99	39 – 44,99	45 – 50,99	51 – 56
Notă	4	5	6	7	8	9	10

Abordare

Ameliorarea organismelor este nu numai o știință, ci și o artă. Genetica oferă baza științifică pentru obținerea de noi soiuri de plante, rase de animale și sușe de microorganisme. Însă rezultatul final depinde de competențele amelioratorilor de a spori productivitatea organismelor și rezistența acestora la factorii de mediu.

Valorificarea potențialului biologic al plantelor, animalelor și microorganismelor se poate realiza prin tehnologii clasice și moderne. Important este să nu dereglăm echilibrul dinamic instalat în mediul înconjurător.

Unități de competență

PROFIL REAL

- Definirea termenilor: ameliorare, soi, rasă, sușă, biotehnologie, inginerie genică.
- Descrierea metodelor de ameliorare a organismelor.
- Compararea biotehnologiilor tradiționale și moderne.
- Argumentarea necesității obținerii de noi rase de animale, soiuri de plante și sușe de microorganisme.
- Estimarea rolului biotehnologiilor tradiționale și moderne pentru soluționarea anumitor probleme ale societății.

Unități de conținut

PROFIL REAL

- 2.1. Ameliorarea animalelor
 - 2.2. Ameliorarea plantelor
 - 2.3. Ameliorarea microorganismelor
 - 2.4. Biotehnologii tradiționale și moderne
 - 2.5. Ingineria genică
- Test sumativ

Unități de competență

PROFIL UMANISTIC

- Definirea termenilor: ameliorare, soi, rasă, sușă.
- Descrierea metodelor de ameliorare a organismelor.
- Proiectarea acțiunilor de ameliorare a organismelor.
- Argumentarea necesității obținerii de noi rase de animale, soiuri de plante și sușe de microorganisme.
- Estimarea rolului biotehnologiilor tradiționale și moderne pentru soluționarea anumitor probleme ale societății.

Unități de conținut

PROFIL UMANISTIC

- 2.1. Ameliorarea animalelor
- 2.2. Ameliorarea plantelor
- 2.3. Ameliorarea microorganismelor
- Test sumativ

Modulul 2

AMELIORAREA ORGANISMELOR. BIOTEHNOLOGII

Ameliorarea, sau selecția (din lat. *selectio* – „alegere”), este procesul de obținere a noilor soiuri de plante, rase de animale și sușe de microorganisme sau de perfecționare a celor existente.

În procesul de ameliorare, soiul, rasa ori sușa reprezintă o populație de organisme care se obține artificial de către om și se caracterizează prin anumite particularități ereditare (rezistența la boli, calitatea produsului, productivitatea sporită etc.). În acest caz, este absolut necesară cunoașterea legilor geneticii privind moștenirea caracterelor la descendenți. Asume genetica reprezintă baza științifică a ameliorării.

Orice soi, rasă ori sușă își poate exprima proprietățile doar în anumite condiții. Dacă sunt schimbate condițiile de întreținere, nutriție etc. sau organismele sunt valorificate în alte regiuni geografice, aceste proprietăți pot fi modificate.

Eficacitatea ameliorării organismelor depinde de un șir de factori, printre care:

- valorificarea materialului inițial eterogen;
- cunoașterea legităților ereditare de moștenire a caracterelor valorificate;
- crearea unui spectru larg de variații ereditare ce pot fi implicate în programele de ameliorare;
- cunoașterea și valorificarea rolului mediului în fixarea caracterelor ereditare selectate;
- elaborarea unor noi metode (netradiționale) de ameliorare etc.

În procesul ameliorării se utilizează două metode de bază:

1. Încrucișarea:

- dirijează variabilitatea combinativă;
- este de mai multe tipuri:

1.1. Încrucișare apropiată (*imbriding*)

- se manifestă atenuarea unor caractere ca urmare a homozigotizării;
- se asigură formarea unor linii pure;
- nu se exclude complet eterogenitatea;
- sporește capacitatea fixării caracterelor selectate;

1.2. Încrucișare îndepărtată (*autbriding*)

- se asigură combinarea de noi gene în cadrul unui hibrid;
- se extinde spectrul de variabilitate;
- formele parentale provin din populații diferite;
- necesită metode ulterioare de selecție.

2. Selecția:

- asigură rezistența formelor productive;
- este de mai multe tipuri:

2.1. selecție în masă:

- se realizează prin analiza caracterelor externe sau a fenotipului (culoarea, greutatea, forma etc.);
- este eficientă pentru populațiile eterogene;
- decurge, de regulă, destul de lent;

2.2. selecție individuală:

- se realizează prin analiza productivității sau a genotipului;
- se utilizează încrucișarea apropiată;
- asigură valorificarea anumitor caractere ale indivizilor.

Particularitățile ameliorării animalelor

• Alegerea formelor parentale

În procesul alegerii formelor parentale pentru ameliorarea animalelor se ține cont de:

- numărul indivizilor implicați în procesul de ameliorare, care este relativ mic;
- reproducerea indivizilor valoroși, care este asigurată pe cale sexuală;
- genealogia bine determinată și complexă a producătorului;
- particularitățile aspectului animalelor (totalitatea caracterelor fenotipice).

Totalitatea trăsăturilor fizice ale animalului, conformația lui corporală, dimensiunile anumitor părți ale corpului corelează cu diverse caractere economice valoroase.

- **Utilizarea metodelor de încrucișare**

1. **Încrucișarea înrudită** se utilizează pentru obținerea liniilor pure (homozigote) și evidențierea caracterelor determinate de genele recesive.

În cazul încrucișării înrudite (consangvinizării) se poate manifesta atenuarea unor caractere. Din aceste considerente, forma dată de încrucișare se utilizează cu precauție.

2. **Încrucișarea neînrudită** se utilizează pentru transmiterea unor caractere de la animalele care participă la formarea hibridului.

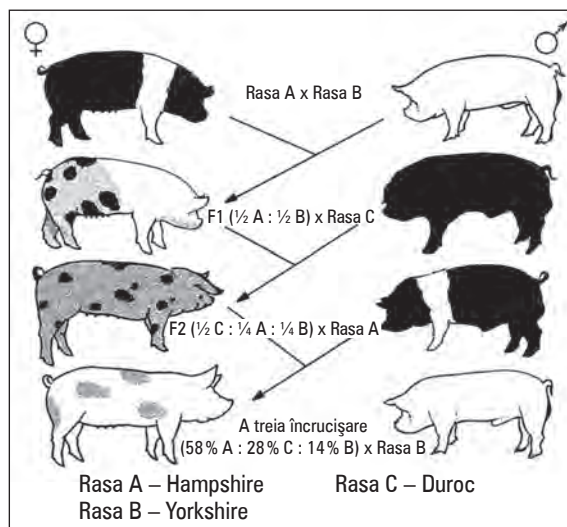
Încrucișarea neînrudită se utilizează pentru a îmbina într-un organism animal (bovine, porcine, ovine etc.) trăsăturile valoroase ale unor rase, specii sau genuri diverse.

P.F. Ivanov a încrucișat o rasă ucraineană de porci (rezistentă la condițiile locale de trai) cu o rasă engleză (cu o productivitate înaltă). Ca urmare, el a creat o nouă rasă de porci (albă ucraineană de stepă) care întruchipează calități productive sporite și o rezistență deosebită la condițiile locale de trai.

Pentru obținerea raselor de animale rezistente se practică încrucișarea îndepărtată cu animale sălbatice. La încrucișarea oilor cu lână fină cu berbecul de munte (berbec arhar) s-a obținut o nouă rasă de oi cu lână fină și rezistente la condițiile mediului de trai – arharomerinos. Hibridul dintre iacul sălbatic și bovine (hainâc) se caracterizează prin calitățile superioare ale cărnii și laptelui, dar și printr-o rezistență sporită la condițiile mediului.

Încrucișarea se realizează pentru a îmbunătăți performanța generațiilor puilor care rezultă din împerecherea cu animale diferite, dar complementare cu rasa respectivă. În acest caz, punctele „slabe” ale unui animal pot fi eliminate de către un animal de reproducere „puternic”, prin transferul unei anumite trăsături valoroase animalului care nu o posedă. Animalele obținute în urma încrucișărilor sunt, de regulă, mai fertile decât părinții lor de rasă pură. În plus, ele posedă mai multe variații și sunt mai viguroase decât rasele pure.

Metodele de încrucișare utilizate pentru ameliorarea animalelor sunt diverse și se aplică diferențiat pentru anumite specii de animale. Progresul în obținerea de noi rase este destul de lent și poate solicita analiza mai multor generații. În schema alăturată este prezentat sistemul de încrucișare a femelelor de reproducție cu masculii de rasă la porcine, care se poate repeta pe parcursul a mai multor generații.



- **Aprecierea producătorului după descendență**

Această apreciere presupune existența unui program special de încrucișare și selecție. Reproducătorii analizează caracterele selective (cantitatea de ouă la găini, masa porcinelor, cantitatea de grăsime în lapte etc.).

- **Utilizarea dirijată a factorilor selectivi**

Calitățile avantajoase ale raselor de animale pot fi conservate doar dacă sunt menținute condițiile optime de întreținere a animalelor (cantitatea și calitatea nutrețurilor, condițiile de îngrijire etc.).

- **Utilizarea metodelor avansate de ameliorare**

Pe lângă metodele clasice de ameliorare (încrucișarea și selecția), se pot utiliza și alte metode, printre care:

- crioconservarea (congelarea) gameților și/sau a embrionilor producătorilor, pentru protecția genofondului animalelor domestice;

– fecundația artificială, pentru obținerea în serie a animalelor de elită etc.

Embrionii bovinelor de elită (cu o productivitate înaltă) pot fi conservați în azot lichid la o temperatură de -196°C .

În prezența substanțelor speciale (crioprotectori), temperatura se scade treptat, cu $0,3\text{--}2^{\circ}\text{C}$ pe minut. În aceste condiții, apa nu se cristalizează, dar se elimină treptat din embrioni.

Metodele avansate de ameliorare permit crioconservarea embrionilor bovinelor de elită și transplantarea lor ulterioară în uterul vacilor obișnuite. Această transplantare permite obținerea unei descendențe mult mai numeroase, având și calități productive sporite.

Femelelor de bovine li se pot administra preparate hormonale care stimulează maturarea și separarea mai multor ovule care pot deveni, în perspectivă, embrioni de valoare.

Metodele bazate pe crioconservare, fecundație artificială și transplantare a embrionilor pot spori de circa 40 de ori randamentul ameliorării animalelor.



- 1** • Scrie definițiile pentru următorii termeni: *ameliorare, imbriding, autbriding, rasă*.
- 2** • Descrie rolul a 3–4 factori ce determină eficacitatea ameliorării organismelor.
- 3** • Descrie metodele de bază utilizate în procesul ameliorării organismelor și prezintă-le într-o schemă structurată logic.
- 4** • Completează tabelele în caiet.

a)

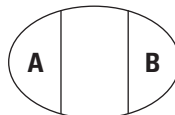
Criterii de deosebire	Încrucișarea apropiată	Încrucișarea îndepărtată
Particularitățile genotipului		
Originea formelor parentale		

b)

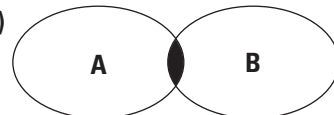
Criterii de deosebire	Selecția în masă	Selecția individuală
Aspectele analizate		
Metodele utilizate		

- 5** • Scrie, pe baza textului din manual, câte un exemplu de termeni care să reflecte următoarele tipuri de corelații:

a)



b)



- 6** • Elaborează planșe ilustrative, utilizând abrevieri și pictograme, pentru studenții de la Facultatea de Zootehnie, în care să reflecti particularitățile ameliorării animalelor, notând legenda pentru fiecare planșă.



QR 2.1.1

- 7** • Explică-le vecinilor tăi care doresc să crească iepuri (în 3–5 propoziții) necesitatea potrivirii perechilor în procesul de reproducere, pe baza informației stocate în codul de bare QR 2.1.1: Potrivirea perechilor la animalele domestice.



QR 2.1.2

- 8** • Scrie un anunț într-o revistă agricolă prin care să convingi crescătorii de animale de funcționalitatea băncilor de gene în ameliorarea animalelor. Utilizează în acest scop informația stocată în codul de bare QR 2.1.2.
- 9** • Ce îi vei recomanda amicului tău pentru a-l ajuta să obțină rezultatele scontate, în cazul în care el dorește să se ocupe cu creșterea și reproducerea câinilor de rasă?

Ameliorarea plantelor este un proces de creare a soiurilor noi de plante cu o productivitate înaltă, rezistente la dăunători, boli sau la condițiile nefavorabile ale mediului.

Soi înseamnă un grup de plante aparținând aceleiași specii cu proprietăți ereditare comune. Soiurile obținute în urma multiplicării vegetative a unei plante se numesc *soiuri clone*. Soiurile obținute prin selecția individuală de la o plantă autogamă (cu autopolenizare) se numesc *linii*. Grupurile relativ omogene de plante alogame (cu polenizarea încrucișată) ale unei specii se numesc *soiuri populații*.

Soiurile productive și/sau rezistente sunt create în anumite condiții (pe fonduri selective). Modificarea acestor condiții poate diminua caracterele avantajoase ale plantelor.

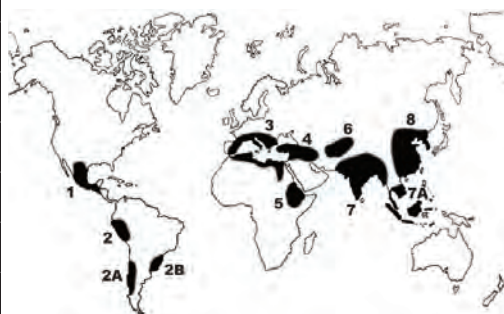
Particularitățile ameliorării plantelor

• Utilizarea „centrelor de origine”

Savantul rus N.I. Vavilov a elaborat teoria centrelor de origine a plantelor de cultură, conform căreia fiecare plantă de cultură are un centru de origine (vezi tabelul), unde diversitatea lor genetică este cea mai pronunțată.

Centrele de origine a unor plante de cultură

Centrul de origine	Plantele
Mediterranean (3)	Leguminoasele, furajerele
Abisinian (5)	Cerealele, sorgul, cafeaua, pepenele-verde
Central-american (1)	Porumbul, floarea-soarelui, dovleacul
Sud-american (2, 2A, 2B)	Tutunul, cartoful
Sud-asiatic (7, 7A)	Orezul, trestia-de-zahăr, citricele
Est-asiatic (8)	Meiul, hrișca, mărul, prunul, citricele
Sud-vest asiatic (4,6)	Grâul, vița-de-vie, leguminoasele



Cunoașterea centrelor de origine a plantelor de cultură este importantă fiindcă:

- oferă materialul necesar pentru selecție;
- permite cunoașterea seriilor omoloage ale variabilității ereditare;
- indică metodele de obținere a noilor soiuri.

• Utilizarea tehnicii de hibridizare

Hibridizarea poate fi *apropiată* (între indivizii, liniile sau soiurile aceleiași specii) sau *îndepărtată* (între indivizii unor specii sau genuri diferite).

În funcție de nivelul la care are loc, există două tipuri de hibridizare îndepărtată:

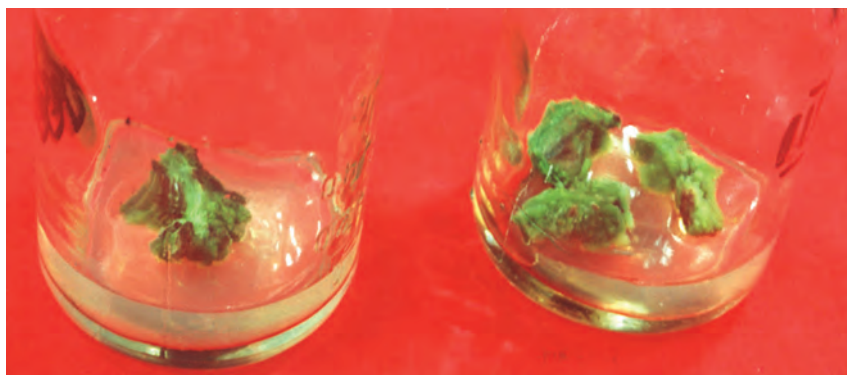
1. *In vivo*

- reprezintă încrucișarea unor organisme genetic diferite;
- permite studierea mecanismelor incompatibilității;
- permite îmbinarea într-un organism a caracterelor unor specii sau genuri diferite;
- indică metodele de obținere a noilor soiuri.

În urma hibridizării îndepărtate s-a reușit obținerea hibridului între varză și ridiche (*rafanobrasica*), a hibridului între grâu și secară (*triticales*).

Încrucișând populații îndepărtate de grâu, P.P. Lukianenko a obținut soiul *Bezostaia 1*, din care s-au desprins apoi soiurile *Aurora* și *Caucaz*.

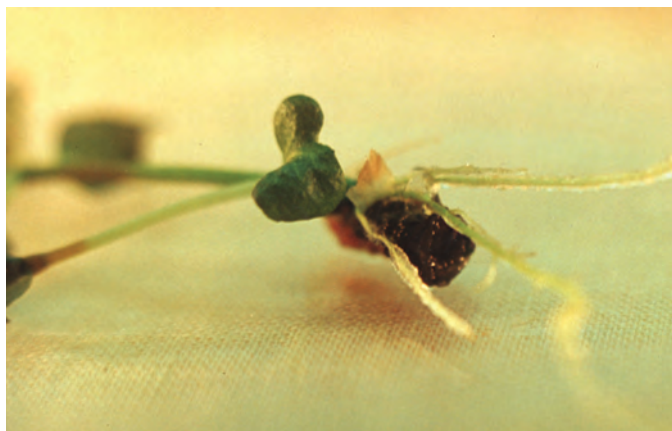
a



b



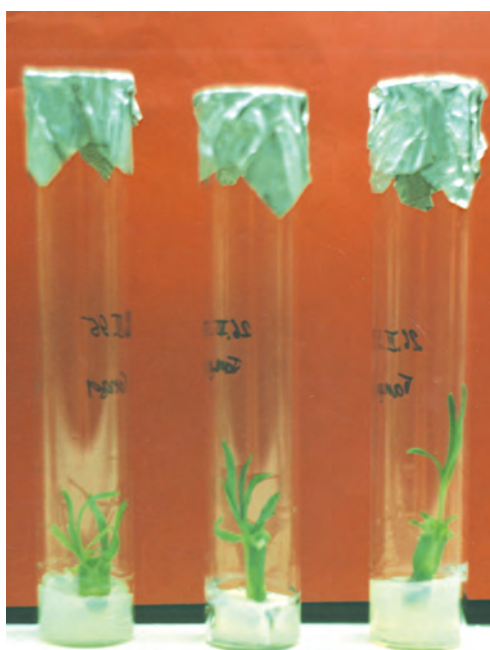
c



d



e



Cultivarea plantelor in vitro: a – explanți primari de crizanteme; b – biomasă calusală de crizanteme; c – rizogeneză la mentă; d – regenerarea plantulelor de crizanteme; e – regenerarea plantulelor de garoafe

2. *In vitro*

- reprezintă fuzionarea unor celule genetic diferite în afara organismului vegetal;
- permite studierea mecanismelor incompatibilității și înlăturarea acestora;
- asigură transferul de organite celulare;
- indică metodele de obținere a noilor linii, soiuri.

Prin tehnici de fuzionare a celulelor vegetale fără perete celular (*protoplaști*) s-au obținut hibrizi între tomate și cartof, tomate și tutun etc.

• **Utilizarea mutagenzei experimentale**

Spre deosebire de animale, în cazul plantelor se pot obține forme mutante mai productive și/sau mai rezistente decât formele inițiale.

Avantajele mutagenzei experimentale:

- oferă materialul necesar pentru selecție;
- permite obținerea unor forme mai productive (de grâu, sfeclă de zahăr, viță-de-vie, cartof, hrișcă, ovăz etc.).

În calitate de factori mutageni se pot utiliza radiația și diverse substanțe chimice mutagene (de exemplu, colchicina).

• **Utilizarea heterozisului**

Autopolenizarea forțată (imbridingul) se utilizează la ameliorarea plantelor cu polenizare încrucișată. Pe parcursul mai multor generații (5–10), în urma autopolenizării, se reușește obținerea liniilor pure, homozigote, care nu posedă caractere valoroase. În schimb, la încrucișarea acestor linii pure se obțin hibrizi care se caracterizează printr-o productivitate sporită. Această vigoare hibridă poartă numele de *heterozis*.

Mecanismul heterozisului pare a fi foarte complex. Se presupune că la apariția acestui fenomen contribuie: heterogenitatea după mai multe gene, interacțiunea genelor dominante utile, supradominarea, androsterilitatea (sterilitatea citoplasmatică masculină) etc.

Hibrizii obținuți depășesc recolta formelor tradiționale cu 20–30 %. Acest efect este caracteristic doar hibridilor, iar pe parcursul generațiilor următoare productivitatea lor scade.

Heterozisul se utilizează pentru culturile agricole, printre care: porumbul, cartoful, tomatele etc.

• **Utilizarea dirijată a factorilor de selecție**

Pentru a obține plante rezistente la factorii mediului, savantul rus I.V. Miciurin le cultiva la temperaturi scăzute sau pe soluri sărace, schimba condițiile de nutriție a acestora, le afecta cu diferiți agenți patogeni etc.

Factorii de selecție:

- permit obținerea soiurilor cu anumite calități;
- indică metode de obținere a noilor soiuri.

La încrucișarea îndepărtată a părului francez cu cel sălbatic usurian, I.V. Miciurin a obținut un soi nou, care îmbina calitatea superioară a fructelor și rezistența plantelor la îngheț. Pentru aceasta, el a utilizat metoda mentorului (a educatorului): în coroana plantelor hibride, pe parcursul mai multor ani, altoia butași de plante cu fructe de calitate superioară.

Aceasta este doar o metodă de utilizare a factorilor de selecție. Însă I.V. Miciurin a utilizat diverse metode, ceea ce i-a permis obținerea a peste 300 de soiuri de culturi pomicole.

Cunoscutul savant Norman Borlaug, specialist în patologia și ameliorarea gramineelor, a reușit să producă în anii 50 ai secolului XX o adevărată „revoluție verde” a gramineelor, obținând soiuri semipitice de grâu rezistente la rugină. Aceste soiuri aveau o productivitate de 2,5–3 ori mai mare decât soiurile existente, ceea ce a permis sporirea rapidă a producției de grâu la scară mondială.

• **Utilizarea metodelor netradiționale de selecție**

Pe lângă metodele tradiționale de selecție (în masă, individuală), se utilizează pe larg și metodele netradiționale – selecția gametică, selecția celulară.

Selecția gametică

- se efectuează la nivelul grăunciorului de polen;
- permite extinderea spectrului inițial al materialului implicat în selecție (fiecare grăuncior de polen reprezintă un genotip aparte);
- oferă noi căi de obținere a liniilor celulare sau a soiurilor valoroase (plante rezistente la temperaturi extreme, la agenți patogeni etc.).

Selecția celulară

- se efectuează asupra culturilor de celule izolate;
- reduce durata obținerii de noi linii sau soiuri (cu 2–5 ani);
- perfecționează metodele de ameliorare a plantelor.

La baza selecției celulare se află culturile de celule și țesuturi izolate *in vitro* (vezi imaginile de la pagina 78). În medii artificiale, în afara organismului matern vegetal, se pot cultiva segmente de plante și regenera plante întregi. Aceste biotehnologii vegetale permit:

- multiplicarea clonală a genotipurilor valoroase rare sau pe cale de dispariție;
- obținerea materialului săditor devirozat (plante decorative, culturi pomicole etc.);
- obținerea produselor utile din biomasa vegetală (alcaloizi, caroteni etc.).

Astăzi, în ameliorarea plantelor sunt utilizate tehnicile ADN-ului recombinant, care permit transferul anumitor gene și obținerea plantelor genetic modificate (transgenice). Cu ajutorul ingineriei genice se poate realiza transferul unor gene diferite: a capacității de sinteză a unor substanțe biologic active, a rezistenței la agenți patogeni și dăunători, a rezistenței la pesticide, a capacității fixării azotului atmosferic, a aromei fructelor etc.

Plantele genetic modificate se obțin pe scară largă. Însă producerea și comercializarea lor trebuie efectuate cu precauție, pentru a nu deregla echilibrul dinamic stabilit în mediile naturale.



- 1 • **Definește termenii:** *soi, linie pură, heterozis.*
- 2 • **Prezintă metodele ameliorării plantelor într-o schemă structurată logic și descrie esența acestor metode.**
- 3 • **Prezintă, prin cercurile Euler, relațiile dintre următoarele noțiuni:**
a) tomate : cartof : hibridizare *in vitro*; c) imbriding : heterozis.
b) soiuri : populații : linii;
- 4 • **Elaborează o fișă instructivă care să reflecte centrele de origine a plantelor de cultură cultivate în preajma localității tale.**
- 5 • **Notează avantajele utilizării unei metode de ameliorare a unui soi de plante din localitatea ta.**
- 6 • **Redactează, pe baza informației stocate în codul de bare QR 2.2.1, un rezumat din circa 100–150 de cuvinte, în care să reflecti impactul plantelor modificate genetic asupra omului.**
- 7 • **Describe particularitățile unui soi de plante pe care ai dori să-l cultivi și propune un algoritm de acțiuni sub formă de schemă.**



QR 2.2.1

Ameliorarea microorganismelor este un proces de obținere a sușelor de microorganisme cu o productivitate sporită de produse utile.

Sușa (tulpina) reprezintă un grup de indivizi aparținând aceleiași specii de microorganisme care se caracterizează prin anumite proprietăți morfologice și biochimice.

Sușele de microorganisme obținute sunt utilizate în diferite domenii ale economiei, printre care industria farmaceutică (obținerea antibioticelor, vitaminelor, alcaloizilor etc.), industria alimentară (obținerea produselor lactate și a celor de panificație) etc.

În procesul ameliorării microorganismelor sunt utilizate diferite metode:

- **Selecția naturală a formelor valoroase**
 - se testează un grup mare de microorganisme și se selectează formele cu un potențial biosintetic sporit (sinteza de antibiotice etc.).
- **Selecția artificială a formelor mutante**
 - se izolează formele cu anumite caractere valoroase din gama de mutații obținute pe cale naturală.
- **Selecția artificială prin inducerea mutațiilor**
 - se obțin noi sușe de microorganisme cu productivitate înaltă (bacterii, ciuperci de mușci) cu ajutorul factorilor mutageni chimici (etilenamina etc.) și/sau fizici (radiația).
- **Selecția prin hibridare sau cu ADN-ul recombinat**
 - hibridarea se utilizează pentru obținerea noilor sușe de drojdii;
 - tehnica ADN-ului recombinat se utilizează la obținerea unor produse utile sau la transformarea bacteriilor.

Metodele clasice de ameliorare a microorganismelor necesită cheltuieli esențiale. Astăzi, pentru valorificarea potențialului microorganismelor, sunt utilizate pe larg metodele moderne – mutageniza experimentală, ingineria genetică, hibridizarea celulelor etc. Cu ajutorul acestor metode se pot obține produse care nu sunt caracteristice microorganismelor – hormoni, interferoni etc.

Particularitățile ameliorării microorganismelor:

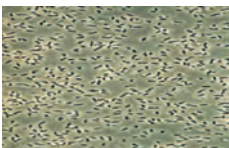
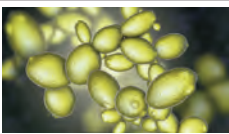
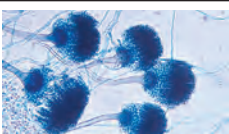
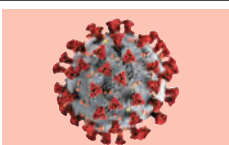
- predomină căile de înmulțire asexuată;
- se operează cu un număr foarte mare de indivizi, grație vitezei de multiplicare (bacteria *E. coli* se divide la fiecare 15–20 de minute; drojdiile *Saccharomyces cerevisiae* – la fiecare 60 de minute);
- se operează cu un număr foarte mare de generații;
- există posibilitatea obținerii dirijate a sușelor cu productivitate sporită;
- variabilitatea înaltă pune în pericol păstrarea caracterului selectat (din aceste considerente se utilizează sușele catalogate).

Pentru a obține diferite principii active, sunt utilizate anumite sușe de microorganisme. E necesar ca aceste sușe să satisfacă o serie de cerințe, printre care:

- să posede o productivitate înaltă;
- să posede o rezistență sporită la virusuri;
- să se dezvolte pe medii nutritive ieftine;
- să-și conserve productivitatea în cadrul cultivării;
- să fie inofensive față de mediul înconjurător etc.

Din gama variată de microorganisme sunt valorificate anumite grupuri.

Utilizarea microorganismelor

Grupul de microorganisme	Direcțiile de utilizare
1. Bacteriile 	– obținerea produselor lactate (prin utilizarea bacteriilor acidolactice); – obținerea insecticidelor (prin utilizarea bacteriilor sporulate); – obținerea antibioticelor (prin utilizarea actinomicetelor); – obținerea îngrășămintelor (prin utilizarea bacteriilor azotofixatoare); – obținerea vaccinurilor (prin utilizarea bacteriilor patogene) etc.
2. Drojdiile 	– obținerea produselor de panificație și a băuturilor (pâinea, berea etc.); – obținerea metabolizilor (vitaminele, aminoacizii); – obținerea proteinei furajere (drojdiile tehnice).
3. Ciupercile de mucegai 	– obținerea antibioticelor (genul <i>Penicillium</i>); – obținerea acizilor organici – citric, gluconic (genul <i>Aspergillus</i>); – obținerea sușelor pentru perfecționarea unor produse alimentare (cașcavalul).
4. Algele microscopice 	– obținerea substanțelor biologice active (β-carotenul etc.); – obținerea proteinei furajere (genurile <i>Scenedesmus</i>, <i>Arthrospira</i> etc.).
5. Virusurile 	– obținerea vaccinurilor; – obținerea bioinsecticidelor pentru combaterea dăunătorilor culturilor agricole.



- 1 • Scrie definițiile pentru următoarele noțiuni: *ameliorarea microorganismelor*, *sușă*.
- 2 • Clasifică, într-o schemă structurată logic, tipurile de selecție utilizate în ameliorarea microorganismelor.
- 3 • Prezintă sub formă de caricatură:
 - a) particularitățile ameliorării microorganismelor;
 - b) cerințele față de sușele de microorganisme pentru obținerea principiilor active.
- 4 • Prezintă, prin cercurile Euler, tipurile de relații între perechile de noțiuni:
 - a) selecție naturală – selecție artificială;
 - b) hibridare – ADN recombinat;
 - c) bacterii – drojdii.
- 5 • Efectuează, în conformitate cu algoritmul alăturat, un experiment de obținere a produselor în urma activității microorganismelor.

- a) Elaborează planul acestui experiment.
 - b) Prezintă rezultatele experimentului, notând:
 - ipoteza pe care ai formulat-o;
 - datele experimentului;
 - concluziile pe care le-ai formulat.
 - c) Prezintă produsul obținut.
- 6 • Analizează, prin metoda SWOT, punctele tari, punctele slabe, oportunitățile și riscurile utilizării ingineriei genice în ameliorarea microorganismelor.
- 7 • Realizează un afiș publicitar, pe baza tabelului de mai sus, pentru o întreprindere care obține din microorganisme produse necesare omului.
- 8 • Elaborează un text pentru publicitate la TV a produselor ecologice și sușelor de microorganisme utilizate în procesul tehnologic, pentru vinderea produselor de panificație la firma înființată de părinții tăi.

Biotehnologia este știința care se ocupă de obținerea industrială a produselor utile omului pe contul organismelor vii, al țesuturilor sau al celulelor. De asemenea, biotehnologia urmărește perfecționarea genetică sau obținerea noilor sușe de microorganisme, soiuri de plante, rase de animale.

Primele biotehnologii în baza fermentațiilor microbiene erau cunoscute cu 6000 de ani î.H. Pe atunci, oamenii utilizau (inconștient) microorganismele pentru a produce diferite băuturi, produse alimentare, țesături.

Odată cu dezvoltarea biologiei moleculare, biochimiei, geneticii și a altor discipline, biotehnologiile au progresat foarte mult.

Empiric, biotehnologiile pot fi divizate în: *biotehnologii tradiționale* și *biotehnologii moderne*.

1. Biotehnologiile tradiționale

- au o istorie mai îndelungată (începând cu anul 6000 î.H.);
- au la bază tehnicile tradiționale de cultivare a microorganismelor;
- nu exclud utilizarea tehnicilor moderne (clonarea de ADN, culturile celulare etc.).

1.1. *Microbiologia industrială* – asigură obținerea produselor utile în baza culturilor microbiene.

1.2. *Biochimia tehnică* – asigură obținerea metaboliților în baza catalizei enzimatică și cultivării celulelor de tip Hibridoma (celule dobândite în urma fuzionării celulelor maligne cu limfocitele) pentru obținerea anticorpilor monoclonali.

2. Biotehnologiile moderne

- au o istorie mai scurtă (circa 50–100 de ani);
- utilizează metode moderne (tehnica ADN-ului recombinant, culturile celulare etc.).

2.1. *Ingineria genică* – asigură obținerea produselor în baza ADN-ului recombinant.

2.2. *Ingineria celulară* – asigură obținerea produselor în baza culturilor de celule vegetale sau animale.

Biotehnologiile permit obținerea unei game de produse utile omului, din diferite domenii (vezi tabelul).

Produse obținute prin biotehnologii tradiționale și moderne

Compartimentele biotehnologiei	Produse obținute în:				
	agricultură	industria alimentară	medicină	industria chimică	industria energetică
Microbiologia industrială	proteine furajere, aminoacizi, vitamine, hormoni, antibiotice, enzime, îngrășăminte bacteriene, bioinsecticide	aminoacizi, vitamine, enzime, polizaharide, băuturi, alimente, acid citric, acid acetic	vitamine, hormoni, antibiotice, enzime, vaccinuri, polizaharide, alcaloizi, nucleotizi, reactivi de diagnostic, acid gluconic	dizolvanți organici (acetona, butanol, etanol), acid lactic, acid itaconic, enzime	etanol, metanol, etilenă, hidrogen, metan, biogaz
Biochimia tehnică	proteine monoclonale, enzime, hormoni, vaccinuri, interferon	enzime	hormoni, vaccinuri, enzime, interferoni, anticorpi monoclonali	enzime, pigmenți, solvenți	ATP
Ingineria genică	clone, hormoni, vaccinuri complexe, organisme transgenice, linii azotfixatoare	polizaharide, aminoacizi	hormoni, vaccinuri		
Ingineria celulară	genotipuri noi, clone, organisme transgenice	polizaharide	alcaloizi	pigmenți, latex	biogaz

Realizările biotehnologiilor tradiționale și moderne contribuie la soluționarea problemelor globale.

Problema alimentară: obținerea produselor alimentare (produse lactate, produse de panificație); obținerea băuturilor; obținerea acizilor organici (citric, acetic) etc. Produsele biotehnologice soluționează într-o anumită măsură problema insuficienței produselor alimentare obținute pe cale naturală.

Problema energetică: obținerea biogazului; obținerea metanolului și etanolului; obținerea de ATP etc. Produsele biotehnologice pot servi drept surse energetice mai puțin tradiționale.

Problema materiei prime: extragerea metalelor din minereuri; degradarea deșeurilor industriale și utilizarea acestora în calitate de substraturi nutritive etc. Produsele biotehnologice permit valorificarea noilor surse în calitate de materie primă, concomitent cu valorificarea zăcămintelor care sunt epuizabile.

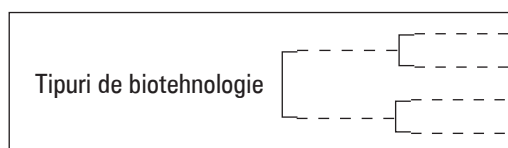
Problema ecologică: utilizarea microorganismelor pentru purificarea apelor reziduale și a deșeurilor solide. Procedeele biotehnologice asigură conservarea biodiversității vegetale și animale, oferind noi căi de obținere a produselor utile.

Problema ocrotirii sănătății: obținerea antibioticelor; obținerea vaccinurilor; obținerea anticorpilor monoclonali etc. Produsele biotehnologice asigură tratarea diferitor boli, inclusiv terapia genică (în perspectivă).



1 • Definește noțiunea *biotehnologie*.

2 • Completează în caiet schema alăturată și descrie esența fiecărui tip de biotehnologie.



3 • Transcrie în caiet tabelele și completează-le:

a)

Criterii de deosebire	Biotehnologiile tradiționale	Biotehnologiile moderne
Metode utilizate		
Începutul utilizării biotehnologiilor		

b)

Criterii de deosebire	Ingineria celulară	Ingineria genică
Materialul utilizat în investigație		
Începutul utilizării acestor metode		

4 • Grupează termenii câte trei în baza criteriilor indicate în tabelul de mai jos.

bioinsecticide, ATP, solvenți, clone,
hidrogen, proteine monoclonale,
alcaloizi, acetonă,
organisme transgenice

Criterii de clasificare	Produse obținute prin biotehnologii moderne	Produse obținute prin biochimie tehnică	Produse obținute prin microbiologie industrială
Grup de termeni			

- 5 • Scrie algoritmul unei biotehnologii utilizate în familia ta pentru obținerea unui produs în condiții casnice și notează tipul acestei biotehnologii.
- 6 • Analizează prin metoda SWOT utilizarea biotehnologiilor moderne în domeniul agroalimentar.
- 7 • Formulează definiția termenului agricultură sustenabilă, pe baza informației de mai jos.

Biotehnologia și comunitatea globală

Comunități sustenabile

Mulți oameni de știință consideră biotehnologia un factor important care contribuie la dezvoltarea unui sistem agricol sustenabil, deoarece permite producerea unei cantități mari de alimente cu un impact mai redus asupra mediului decât agricultura convențională. Multe întreprinderi agricole din întreaga lume depun eforturi pentru adoptarea practicilor agricole sustenabile.

Ce este agricultura sustenabilă?

Agricultura sustenabilă a fost definită de Congresul SUA, prin Legea agricolă din anul 1990, ca și sistem integrat de practici de producție vegetală și animală, cu aplicații specifice locale capabile să satisfacă pe termen lung necesarul uman de alimente și fibre, să amelioreze calitatea mediului și baza de resurse naturale de care depinde economia agricolă, să utilizeze cu maximă eficiență resursele neregenerabile și resursele exploatației agricole și să integreze, acolo unde este necesar, mijloace de control și cicluri biologice naturale, să susțină viabilitatea economică a activităților agricole și să amelioreze calitatea vieții agricultorilor și a societății în general.

Fermierii contribuie la construirea unui viitor sustenabil prin:

- adoptarea tehnologiilor și celor mai bune practici de creștere a productivității în vederea satisfacerii nevoilor viitoare, fiind în același timp protectori ai mediului înconjurător;
- îmbunătățirea sănătății umane prin acces la alimente sigure și bogate în nutrienți;
- ameliorarea situației sociale și economice a agricultorilor și a comunităților înconjurătoare.



QR 2.4.1

- 8 • Scrie un argument în favoarea afirmației: Biotehnologiile moderne utilizate în societate e necesar să fie reglementate juridic la nivel internațional. **Utilizează în acest scop informația stocată în codul de bare QR 2.4.1, cu titlul Perspective noi în științele din domeniul viului (bioinginerie, biotehnologie) și reflectarea acestora în societate prin reglementări juridice internaționale.**

- 9 • Elaborează un afiș publicitar în care să prezinți avantajele aplicării unei biotehnologii la nivel local și național.

Ingineria genetică reprezintă un compartiment al biotehnologiilor moderne, ce are drept scop valorificarea moleculelor recombinante de ADN. Moleculele recombinante de ADN sunt niște molecule autonome de ADN, care conțin fragmente străine. Aceste molecule de ADN pot fi transferate relativ ușor în celulele străine, unde au loc transcripția cu formarea ARN_m și translația cu formarea proteinelor specifice.

Ingineria genetică include trei etape principale:

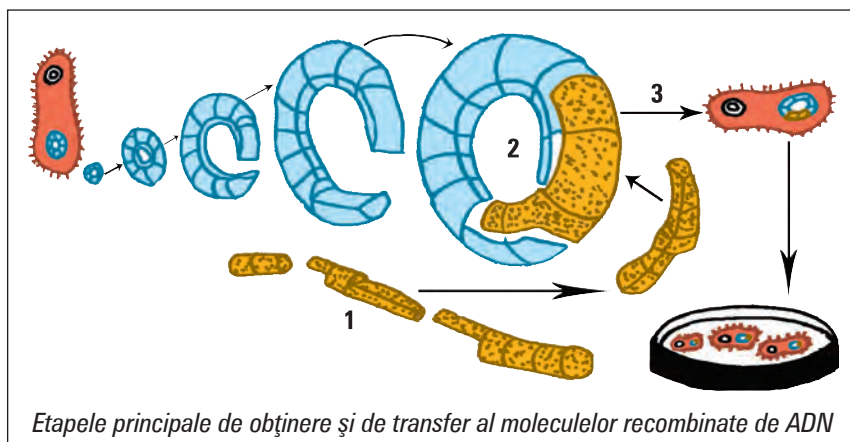
1. *Extragerea sau sinteza chimică a ADN-ului din diferite specii* – pentru obținerea fragmentelor de ADN (genelor) se utilizează enzimele de restricție (*restrictazele*), care posedă capacitatea de a tăia molecula de ADN într-un anumit loc (*situs de restricție*).

2. *Obținerea unei molecule recombinante de ADN* – pentru a uni fragmentele de ADN se utilizează ADN-ligaza.

3. *Transferul și manifestarea moleculei recombinante de ADN în celula (organismul) gazdă* – pentru a transfera moleculele hibride de ADN se utilizează *vectorii*, structuri genetice capabile de a se replica autonom în celula gazdă. În calitate de vectori pot fi utilizate plasmidele, virusurile, lipozomii etc.

Aceste etape ale ingineriei genice sunt prezentate în schema alăturată.

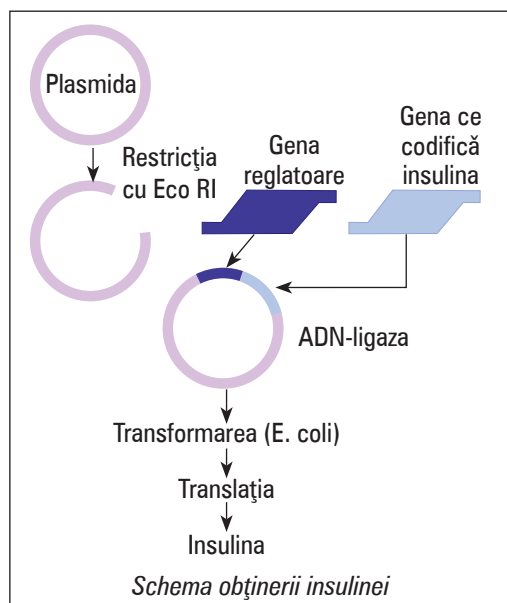
Cu ajutorul tehnicilor ingineriei genice s-au obținut cantități foarte mari de interferon, hormoni și plante transgenice.



Obținerea hormonilor și a interferonului

La începutul anilor 70 ai secolului XX se investigau noi metode de obținere a insulinei umane. Aceste investigații au fost determinate de faptul că insulina și alți hormoni peptidici de origine animală (bovină sau porcină) aveau o serie de neajunsuri, și anume:

- cantitatea relativ mică a produsului;
- riscul sporit de transmitere a unor boli;
- imposibilitatea obținerii unor hormoni specifici (somatotropina) etc.



Cu ajutorul enzimelor de restricție (Eco RI) și legare (ADN-ligaza) a fost obținută molecula recombinantă de ADN ce conține gena insulinei. Aceste molecule au fost transferate în corpul bacteriilor (*Escherichia coli*). Ca rezultat, concomitent cu proteinele specifice bacteriei, se sintetizează insulina.

Pentru a proteja insulina umană de degradarea provocată de enzimele bacteriene, în molecula recombinantă de ADN se inserează suplimentar o genă ce codifică o proteină specifică bacteriei (de exemplu, galactozidaza). Insulina se separă ulterior din catena polipeptidică hibridă.

Ingineria genică permite obținerea a circa 200 g de insulină de pe 1 m³ de mediu de cultură (pentru a obține această cantitate de insulină sunt necesare circa 1600 kg de pancreas de bovină sau de porcină).

Similar insulinei se obțin alți hormoni peptidici (somatotropina, timoproteina etc.) și interferonul.

Gena interferonului (peptid din circa 146–166 de aminoacizi) se include într-o plasmidă care se transferă în *E. coli*. Bacteriile pot sintetiza cantități considerabile de interferon: dintr-un litru de *E. coli* se pot obține până la 5 mg de interferon (de 5000 de ori mai mult decât dintr-un litru de sânge).

Obținerea plantelor transgenice

Tehnologiile ingineriei genice permit transferul genelor importante în celulele vegetale și obținerea plantelor genetic modificate (*transgenice*). Pentru acest transfer sunt utilizate bacteriile *Agrobacterium tumefaciens*, care conțin plasmidele Ti (*tumor inducing*).

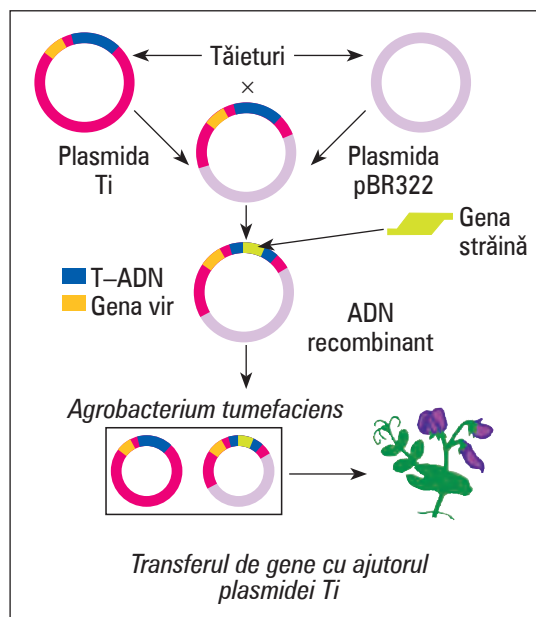
Obținerea plantelor transgenice include câteva etape:

- introducerea segmentului de ADN din plasmida Ti într-o plasmidă de *E. coli*;
- introducerea în plasmida formată a genei necesare (de exemplu, rezistența la patogeni) și a genei marker (rezistența la un antibiotic);
- introducerea plasmidei recombinante în *A. tumefaciens*;
- infecția cu *A. tumefaciens* a plantei respective;
- selectarea plantelor transformate (rezistente la patogeni, cu caractere economice valoroase etc.).

Pentru transferul informației ereditare străine, în afară de plasmide, mai pot fi utilizate virusurile, lipozomii, electroporarea etc.

Prin aceste metode s-au obținut deja plante de soia, cartof, tomate etc. Se presupune că în curând va fi posibilă și eliminarea anumitor gene mutante (defecte) din organismele ce suferă de anumite maladii ereditare (de exemplu, anemia falciformă).

Este important să se valorifice cu o deosebită atenție tehnologiile în baza ADN-ului recombinant, pentru a nu pune în pericol mediul înconjurător.



Extensiune:

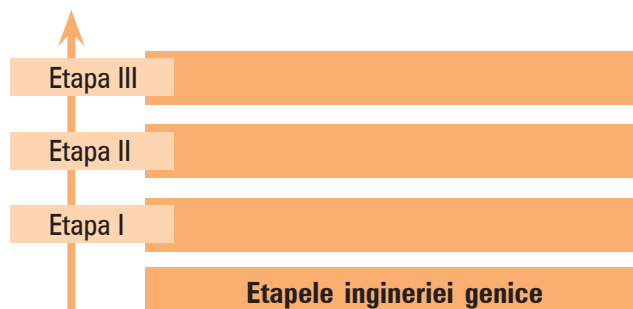
Editarea genomului (*Genome editing*) este un domeniu modern al ingineriei genice axat pe capacitatea de a face modificări foarte specifice în secvența ADN-ului unui organism viu, personalizând în esență structura sa genetică. Editarea genelor este efectuată folosind enzime, în special nucleaze care au fost proiectate pentru a ținti o anumită secvență de ADN, unde realizează tăieturi în catenele de ADN, permițând îndepărtarea ADN-ului existent și inserarea ADN-ului de înlocuire. Cheia dintre tehnologiile de editare genetică este un instrument molecular cunoscut sub numele de CRISPR-Cas9, o tehnologie puternică descoperită în 2012 de Jennifer Doudna, Emmanuelle Charpentier și Feng Zhang. CRISPR-Cas9 funcționează cu precizie, permițând cercetătorilor să elimine și să introducă ADN-ul în locațiile dorite.

CRISPR (*clustered regularly interspaced short palindromic repeats – grupuri de repetări scurte palindromice interspațiate sistematic*) reprezintă o familie de secvențe de ADN găsite în genomul organismelor procariote (bacteriile). Secvențele conțin fragmente din ADN-ul virusului care a atacat bacteria. Încorporând aceste fragmente „furate” de ADN în propriul ei ADN, bacteria reușește să se apere eficient de noi atacuri ale virusurilor similare. Prin urmare, aceste secvențe joacă un rol cheie în sistemul de apărare antiviral al procariotelor.

Cas9, sau „proteina 9 asociată CRISPR”, reprezintă o enzimă care folosește secvențele CRISPR ca pe un ghid pentru a recunoaște și tăia catenele specifice de ADN care completează secvența CRISPR. Acest proces de editare a genomului are o mare varietate de aplicații, inclusiv cercetarea biologică fundamentală, dezvoltarea produselor biotehnologice și tratamentul bolilor.



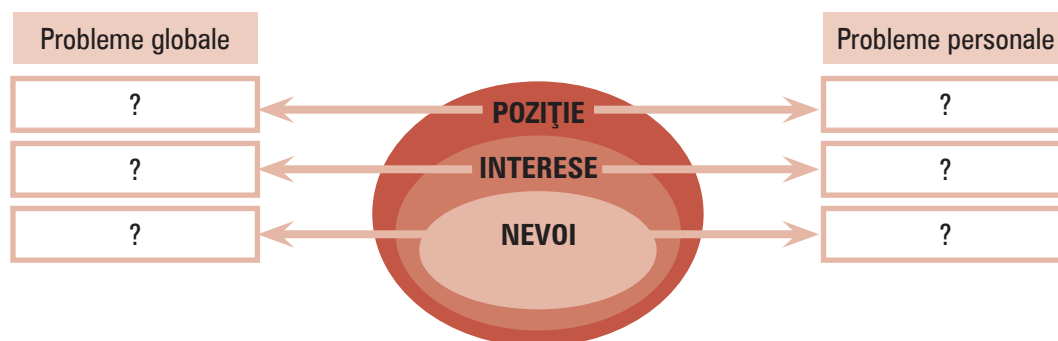
- 1 • Definește noțiunea *inginerie genetică*.
- 2 • Completează în caiet schema etapelor ingineriei genetice și descrie esența fiecărei etape.



- 3 • Elaborează, pe baza textului Obținerea plantelor transgenice, un poster în care să prezinți mecanismul ingineriei genetice și importanța acesteia în agricultură.
- 4 • Citește textul prezentat în codul de bare **QR 2.5.1**, Organismele modificate genetic – trasabilitate și etichetare, și notează motivele care au generat elaborarea Regulamentului (CE) nr. 1830/2003 privind trasabilitatea și etichetarea organismelor modificate genetic (OMG-uri) și trasabilitatea produselor destinate alimentației umane sau animale produse din OMG-uri.
- 5 • Redactează un text din 5–7 propoziții, pe baza textului Obținerea hormonilor și a interferonului, cu titlul Ingineria genetică în medicină.
- 6 • Argumentează prin schema „Ceapa”, prezentată mai jos, următoarea afirmație: Ingineria genetică rezolvă probleme atât globale, cât și personale. (Se realizează în caiet.)



QR 2.5.1



TEST SUMATIV (se realizează în caiet) la modulul „Ameliorarea organismelor. Biotehnologii” (profil real)

- 1** Scrie într-un enunț esența metodei Încrucișarea, utilizată în ameliorarea organismelor.
- 2** Scrie un rezumat din 3–5 propoziții în care să relevi esența heterozisului.
- 3** Formulează cel puțin două argumente care să evidențieze rolul geneticii în ameliorarea organismelor.
- 4** Scrie cel puțin două avantaje ale utilizării selecției prin hibridare sau cu ADN recombinant în ameliorarea microorganismelor.
- 5** Completează tabelul alăturat.
- 6** Propune o listă de sfaturi unui începător, în cazul în care ești consultant într-un birou de consulting pentru cei care doresc să obțină produse prin biotehnologii.

Tipuri de hibridare	Deosebiri	Asemănări
Hibridare in vivo		
Hibridare in vitro		

TEST SUMATIV (se realizează în caiet) la modulul „Ameliorarea organismelor. Biotehnologii” (profil umanistic)

- 1** Scrie într-un enunț esența metodei Selecția, utilizată în ameliorarea organismelor.
- 2** Scrie un rezumat din 3–5 propoziții în care să relevi esența mutagenzei experimentale.
- 3** Formulează cel puțin două avantaje ale utilizării crioconservării în ameliorarea animalelor.
- 4** Scrie cel puțin două argumente care să evidențieze rolul selectării formelor parentale în ameliorarea organismelor.
- 5** Completează tabelul alăturat.
- 6** Propune o listă de sfaturi unui începător, în cazul în care ești consultant într-un birou de consulting pentru cei care doresc să se ocupe cu ameliorarea unei rase de animale.

Tipuri de hibridare	Deosebiri	Asemănări
Încrucișare apropiată (imbriding)		
Încrucișare îndepărtată (autbriding)		

PROFIL REAL/PROFIL UMANISTIC

Barem de notare		
Punctaj acordat	S ₁ – 4 puncte	(4 puncte pentru răspuns complet)
	S ₂ – 6 puncte	(6 puncte pentru răspuns complet)
	S ₃ – 8 puncte	(câte 4 puncte pentru fiecare răspuns corect)
	S ₄ – 8 puncte	(câte 4 puncte pentru fiecare răspuns corect)
	S ₅ – 9 puncte	(câte 3 puncte pentru fiecare rubrică completată corect)
	S ₆ – 6 puncte	(6 puncte pentru răspuns complet)

Scală de notare

Punctaj	<15	16 – 19,99	20 – 23,99	24 – 27,99	28 – 32,99	33 – 36,99	37 – 41
Notă	4	5	6	7	8	9	10

Unități de competență

PROFIL REAL

- Interpretarea principiilor evoluției biologice și ipotezelor originii vieții;
- Descrierea etapelor principale posibile ale apariției omului;
- Determinarea factorilor biologici și sociali ai antropogenezei;
- Distingerea factorilor evoluției lumii organice;
- Estimarea acțiunii factorilor evolutivi asupra organismelor;
- Analiza dovezilor anatomiei comparate, embriologiei, paleontologiei și biologiei moleculare în evoluția lumii organice.

Abordare

Evoluția biologică este acceptată de unii și respinsă de alții. Însă, indiferent de convingerea fiecăruia, aceasta abordează un șir de probleme majore: cum a apărut viața, cum s-au dezvoltat viețuitoarele etc. După mulți ani de studiu al biologiei, al proceselor și fenomenelor biologice, este firesc să încerci și tu, stimate elev/stimată elevă, să răspunzi la aceste întrebări.

Unități de conținut

PROFIL REAL

- 3.1. Ipoteze de bază ale originii vieții
 - 3.2. Caracteristici ale evoluției biologice
 - 3.3. Argumentele anatomiei comparate și ale embriologiei în evoluția lumii vii
 - 3.4. Argumentele paleontologiei și ale biologiei moleculare în evoluția lumii vii
 - 3.5. Factorii evoluției: ereditatea și variabilitatea
 - 3.6. Factorii evoluției: interacțiunea organismelor cu factorii de mediu și selecția naturală
 - 3.7. Direcțiile evoluției
 - 3.8. Evoluția omului
- Test sumativ



„Nimic în domeniul biologiei nu are sens, dacă nu este interpretat prin prisma evoluționismului.”

Theodosius Dobzhansky, 1972

Modulul 3

EVOLUȚIA ORGANISMELOR PE TERRA. EVOLUȚIA OMULUI

Problema originii vieții este una dintre problemele centrale ale biologiei, generând permanent dispute între concepțiile idealiste și cele materialiste. Cum a apărut viața? Este o întrebare ce îi preocupă de multă vreme pe oameni, întrebare la care ei au încercat să dea răspuns. Astfel, au apărut mai multe ipoteze, bazate pe presupuneri, pe fapte cunoscute și pe date experimentale, care încearcă să explice originea vieții.



Teoria creaționistă

Conform acestei ipoteze, viața a fost creată o singură dată, într-o anumită perioadă, de către o forță supremă, care este imposibil de observat.

La baza acestei concepții se află adevărul teologic absolut, care, bineînțeles, nu necesită dovezi experimentale și trebuie acceptat întocmai. Această concepție depășește limitele cercetărilor științifice.

Teoria generației spontane (Democrit, Aristotel, W. Harvey, F. Bacon, R. Descartes, J.B. van Helmont ș.a.)

Teoria generației spontane a fost enunțată încă din Antichitate, dar nu s-a bucurat niciodată de încredere în gândirea științifică. Ea a fost pe rând îmbrățișată, abandonată, acceptată, dar niciodată ignorată.

Conform acestei ipoteze, viața a apărut din materie nevie, ca rezultat al acțiunii forțelor mecanice ale naturii, fie prin abiogeneză (din materia anorganică), fie prin heterogeneză (din materia organică moartă).

În Antichitate, a dominat reprezentarea naivă despre originea vieții care admitea că ființele vii apar gata formate din materialele nevie: pământ, apă, putregai. Se susținea că, prin geneză spontană, din pământ apar șerpini, cârțițele, șoarecii; din măr – racii, broaștele, peștii, crocodilii; din resturi organice în putrefacție – insectele, viermii etc.



J.B. van Helmont

J.B. van Helmont (1577–1644) descrie o experiență în care, după spusele lui, în decurs de 3 săptămâni, a creat șoareci din rufe murdare și semințe de graminee. Ca factor primordial în procesul de generare a șoarecilor el a considerat transpirația corpului uman.

În 1688, savantul italian F. Redi a efectuat o experiență prin care a contrazis teoria generației spontane. El constată, folosind vase cu carne fiartă și carne crudă, că larvele care apar în carnea putrezită nu iau naștere prin generație spontană, cum se considera anterior, ci se dezvoltă din ouăle de mușcă.

Odată cu descoperirea microorganismelor, ideea generației spontane apare din nou. Însă heterogeneza a fost definitiv respinsă în 1862, prin experiențele ingenioase ale microbiologului francez L. Pasteur. Folosind vase cu „gât de lebădă” în care a pus lichid nutritiv sterilizat, el a demonstrat că microorganismele nu apar spontan, ci sunt prezente pretutindeni în apă, sol, aer și se dezvoltă acolo unde au condiții prielnice.

În concluzie, viața nu poate apărea prin generație spontană în condiții obișnuite. Această precizare este obligatorie, deoarece, după cum a menționat biologul german E. Haeckel, „a nega generația spontană înseamnă a recunoaște minunea, creația divină a vieții”.

Teoria panspermiei (Anaxagoras, G. Buffon, S. Klæez, Ch. Lipman, M. Calvin, J. Hennessey, R. Pichet, S. Arrhenius, P. Becquerel, F. Crick, L. Orgel ș.a.)

Potrivit acestei teorii, viața este eternă ca și materia. Ea este de natură extraterestră și a apărut o dată sau de mai multe ori în diferite părți ale galaxiei. Germenii vieții au fost transportați pe Pământ de către meteorii pietroși (*ipoteza litopanspermiei*) sau de corpurile cerești dotate cu viață (*ipoteza radiopanspermiei*).

S. Arrhenius (1859–1927) afirma că în spațiul cosmic există viață pretutindeni. Aceasta se datorează presiunii razelor de lumină, care transportă germenii vieții de la alte corpuri cerești spre cele lipsite de viață, „fecundându-le”.

În meteorii analizați (Orgueil, Kabe) au fost descoperite hidrocarburi, acizi aromatici, acizi grași, aminoacizi (17 la număr), hidrați de carbon (manoză, glucoză), compuși azotați ciclici (adenina, guanina). Savanții au demonstrat experimental rezistența sporilor de până la zero absolut. S-a constatat că prin răcirea protoplasmei cu aer sau cu hidrogen lichid se evită fenomenul cristalizării, împiedicându-se astfel distrugerea structurii. În aceste condiții, viabilitatea protoplasmei se poate menține mii de ani.

În prezent însă, viața sub o formă oarecare nu a fost depistată în Univers, în afara Pământului, cu toate că, teoretic, nu poate fi exclusă existența ei, deoarece Pământul alcătuiește doar o mică parte din Univers, și dacă viața a apărut pe această parte mică, de ce nu ar putea exista și pe părțile cu mult mai mari?



S. Arrhenius

Teoria biogenezei sau a evoluției chimice (A.I. Oparin, J.B.S. Haldane, S.L. Miller, H.C. Urey, S. Fox, C. Ponnamperna ș.a.)

Această teorie a fost lansată de către A.I. Oparin (1922) și J.B.S. Haldane (1929) și susține că viața a apărut ca rezultat al sintezei abiogene a substanțelor organice în condiții speciale.

Conform acestei teorii, materia nevie este transformată în materie vie în trei etape:

1. *Etapa anorganică* – formarea abiogenă a celor mai simple substanțe organice, fără participarea organismelor vii.

După părerea lui A.I. Oparin, sinteza abiogenă a fost posibilă datorită condițiilor existente pe Terra cu 4,5–5 miliarde de ani în urmă. Se presupune că anumite gaze (heliul, hidrogenul, azotul, argonul, oxigenul) ieșeau din atmosferă,

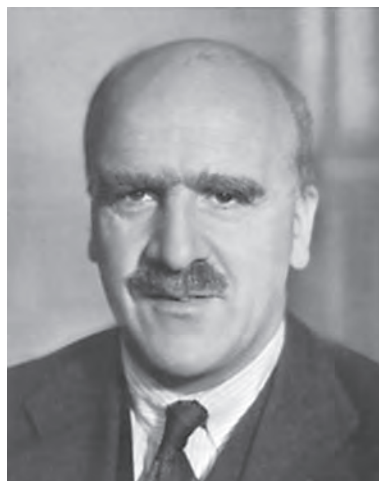
deoarece câmpul gravitațional al planetei nu le putea reține din cauza temperaturilor înalte (4 000–8 000 °C). În atmosferă însă pluteau compuși sub formă de vapori de apă, amoniac, metan etc. Cu timpul, temperatura a scăzut până la 100 °C, fapt care a permis realizarea sintezei organice.

2. *Etapa organică* – formarea compușilor organici complecși (aminoacizi, glucide, proteine, acizi nucleici).

Sub influența razelor ultraviolete (lipsea stratul de ozon), apa, având masa mică, se descompunea în hidrogen și oxigen. Hidrogenul s-a ridicat în spațiul cosmic, iar oxigenul a format compuși chimici: alcooli, cetone, acizi organici, aldehide. Compușii formați s-au ridicat în atmosfera umedă și rece fără a se descompune. Odată cu ploaia, aceștia cădeau în bazinele acvatice, unde intrau din nou în reacție, formând compuși organici complecși.



A.I. Oparin



J.B.S. Haldane

Viteza acestor reacții era mare, apa fiind o soluție concentrată. Astfel s-au format compuși polimerici de tipul hidraților de carbon, proteinelor, acizilor nucleici etc. Aceste presupuneri au fost dovedite experimental de către diferiți savanți, fapt prin care teoria evoluției biochimice devine mai atractivă.

S.L. Miller și H.C. Urey (1953) au reușit să obțină, dintr-un amestec de vapori de apă (35 %), amoniac (26 %), metan (26 %) și hidrogen (13 %), supus unor descărcări electrice într-un balon de sticlă la o temperatură de 60–80 °C, după câteva săptămâni, o serie de substanțe organice: alanină, acid aspargic, acid glutamic, acid uric, acid lactic, acid citric etc.

P. Abelson, C. Harada și S. Fox, de asemenea, au sintetizat puțin mai târziu aminoacizi și polipeptide (la o încălzire timp de 6–8 ore până la 170–180 °C).

A. Kornberg (1958) a sintetizat în condiții de laborator prima moleculă de ADN.

3. Etapa biologică – formarea primelor sisteme vii din substanțe proteice și din alți polimeri organici, capabili de metabolism.

La această etapă s-au format picăturile de coacervat, care reprezintă grupuri de polimeri complecși. În coacervate se acumulează proteine, hidrați de carbon, lipide, acizi nucleici. Coacervatele au proprietăți de a absorbi selectiv substanțele și de a crește. În coacervat, părțile hidrofile ale moleculelor sunt orientate spre exterior, iar cele hidrofobe, spre interior. Astfel coacervatul are o anumită structură și o proprietate selectivă, permițând trecerea substanțelor într-o anumită direcție. Această capacitate selectivă este caracteristică oricărei celule vii.

În interiorul picăturilor de coacervat, acizii nucleici intrau în corelație cu proteinele, astfel fiind posibilă transmiterea informației ereditare de la ADN la proteină. În paralel, au apărut membranele care au generat formarea structurilor filamentoase, ce se autoreproduc, și a primilor protobionți.

Apariția primelor organisme a avut loc pe calea evoluției primelor molecule cu o așezare întâmplătoare a monomerilor în sensul ordonării succesiunii lor, având la bază nucleoproteinele. De la celulele primare se presupune că au apărut celulele procariote și apoi cele eucariote.

Prezența datelor experimentale impune îmbrățișarea teoriei evoluției chimice de către majoritatea savanților, cu toate că și această teorie are unele puncte slabe. De exemplu, și la etapa actuală continuă disputa cu referire la eficacitatea biologică a substanțelor organice sintetizate abiogenic, conexiunea dintre acizii nucleici și substanțele proteice etc.

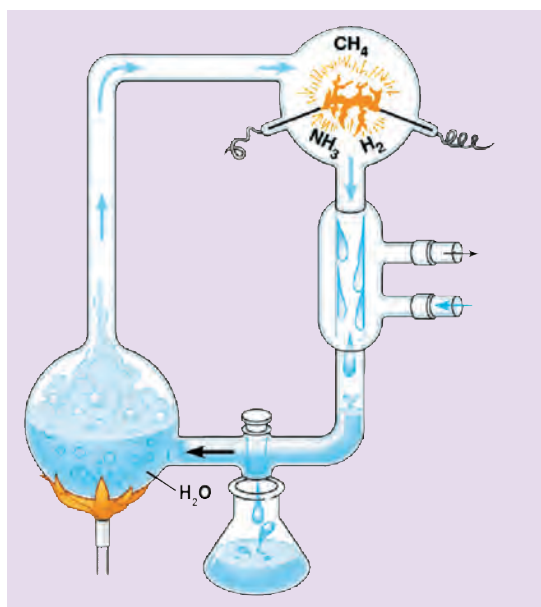
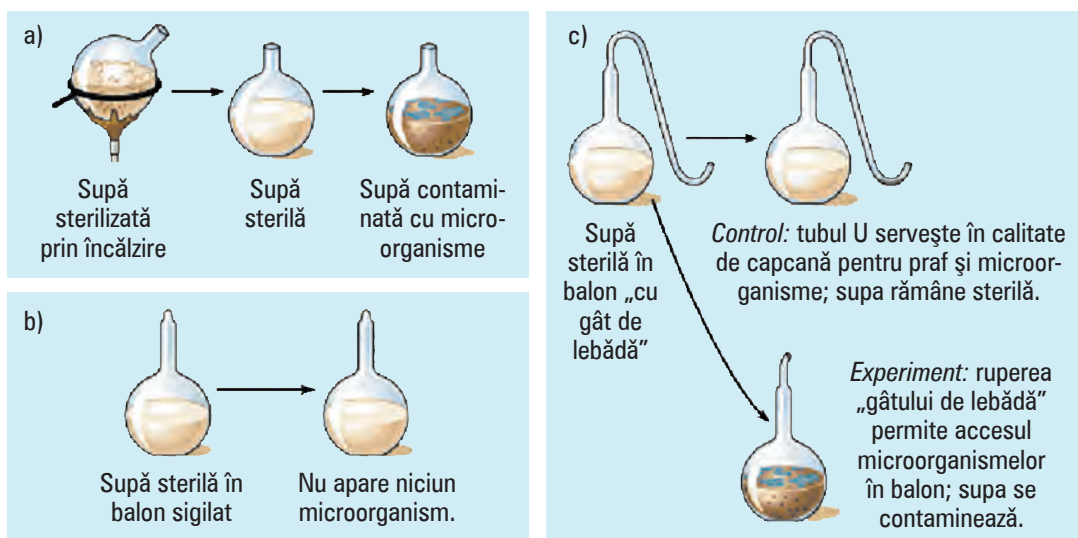
Actualmente, există și alte concepții și ipoteze care încearcă să răspundă la întrebarea originii vieții sau să le completeze pe cele deja existente. Spre exemplu, mulți savanți susțin ideea expusă de C.R. Woese și G.E. Fox (1977), conform căreia toate organismele actuale au o origine monoancestrală, ancestorul universal fiind progenotul – o structură ipotetică, cu o organizare primitivă, mai simplă decât celula procariotă actuală. În progenot, informația ereditară era determinată de acizii ribonucleici.

De la progenot au pornit două linii primare evolutive, ce au determinat apariția arhebacteriilor și eubacteriilor, la care mai apoi s-a alăturat linia evolutivă a eucariotelor.



- 1** • Enumeră ipotezele cu privire la originea vieții și descrie printr-o propoziție esența fiecăreia.
- 2** • Prezintă etapele teoriei biogenezei într-o schemă structurată logic.
- 3** • Compară două ipoteze (la alegere) despre originea vieții pe Pământ, în baza a cel puțin trei criterii, și prezintă informația într-un tabel.
- 4** • Propune un experiment care ar putea confirma sau infirma apariția vieții.

- 5** • Analizează schemele de mai jos, care reprezintă experiențele lui L. Pasteur, și scrie în caiet rezultatul celor trei experiențe, explicându-l printr-o propoziție.



- 6** • Prezintă 4–5 concluzii generale despre originea vieții pe Pământ, pe baza informației din codul de bare QR 3.1.1.



QR 3.1.1

- 7** • Explică în 3–4 propoziții cum au putut fi obținute primele substanțe organice în condiții extreme ale atmosferei primare. Vezi schema alăturată a experienței lui S. Miller și H. Urey.

- 8** • Explică în 5–7 propoziții următorul fenomen:

În condiții de laborator, în urma sintezei chimice se obține un amestec racemic de L- și D- forme de aminoacizi, atunci când pentru organismele vii sunt caracteristice formele L- de aminoacizi.

- 9** • Realizează o prezentare în Power Point pe tema Cum a apărut viața?, consultând surse electronice de informare.

- 10** • Expune într-o schemă logică posibilitatea apariției vieții pe Pământ în condițiile actuale.

Evoluția este un proces al dezvoltării continue, atât în natură, cât și în societate, care, prin schimbări cantitative, insesizabile la prima vedere, asigură transformări calitative radicale.

Raportată la lumea vie, evoluția poate fi determinată ca un proces de dezvoltare a organismelor simple ce devin complexe, prin diverse procese biologice care generează noi structuri sau elemente structurale în cadrul unui plan de organizare existent, într-un timp îndelungat. Astfel, ea influențează toate nivelurile de organizare supraindividuală – de la populație și specie până la încrângături și regn. În literatura de specialitate, evoluția grupelor mari taxonomice (de exemplu, ordin, clasă, încrângătură etc.) este desemnată, de obicei, prin termenul *macroevoluție*, iar evoluția grupelor mici (de exemplu, specie) – prin termenul *microevoluție*.

Microevoluția reprezintă procesul de reorganizare adaptivă a populațiilor, ce include apariția noilor variații sub acțiunea selecției naturale, până la formarea de noi specii. Apariția unei specii noi reprezintă procesul esențial al evoluției biologice.

Actualmente, prin noțiunea de specie se subînțelege totalitatea de indivizi genetic asemănători după caracterele morfologice, fiziologice, biochimice, ce se pot încrucișa liber și da urmași fecunzi, care sunt supuși aceluiași factori ai mediului și ocupă un anumit areal.

Unele specii se deosebesc de altele după o serie de caractere, care reprezintă **criteriile speciei**, spre exemplu:

- *criteriul morfologic* – presupune asemănarea morfologică a indivizilor unei specii;
- *criteriul fiziologic* – presupune asemănarea proceselor vitale (respirația, reproducerea etc.) la indivizii unei specii;
- *criteriul biochimic* – presupune asemănarea indivizilor unei specii după compoziția chimică și reacțiile biochimice;
- *criteriul genetic* – presupune asemănarea indivizilor unei specii după particularitățile organizării ereditare;
- *criteriul ecologic* – presupune asemănarea indivizilor unei specii după reacția la factorii de mediu;
- *criteriul geografic* – presupune asemănarea după arealul ocupat de indivizii unei specii.

Știința care se ocupă cu studiul evoluției lumii organice se numește **evoluționism**.

Bazele științifice ale mecanismelor evoluției biologice au fost puse de naturalistul englez **Charles Darwin**, în lucrarea sa *Originea speciilor*, publicată în 1859. Însă și în perioada predarwinistă omenirea era preocupată de mecanismele evoluției organismelor. Oamenii încercau să explice variabilitatea și asemănarea dintre organisme. Astfel, apăreau diverse teorii ale evoluției lumii organice.

Printre sarcinile evoluționismului pot fi menționate:

- definirea conceptului *viu* și identificarea nivelurilor de organizare și integrare a viului;
- determinarea particularităților evoluției principalelor grupe de plante, animale, microorganisme;
- investigarea proceselor de microevoluție și macroevoluție;
- elucidarea forțelor motrice ale evoluției lumii organice;
- determinarea poziției omului în natură și studiarea originii lui;
- identificarea mecanismelor de adaptare a sistemelor biologice;
- elaborarea teoriilor care ar explica procesele evolutive etc.

Evoluția biologică se poate desfășura în două direcții principale – *progresivă* și *de specializare*. Prin evoluție progresivă se înțelege formarea unui nou tip de organizare sau a unor structuri noi, care oferă o direcție inedită de evoluție. Aceste schimbări sunt caracteristice unităților taxonomice mari, fiind cunoscute cu denumirea *aromorfoze*. Drept exemple de aromorfoze pot servi apariția cavității interne a corpului, a sistemului circulator de tip închis, a coardei, a inimii cu patru camere etc. (la animale) sau apariția fotosintezei, diferențierea organelor vegetative, fecundația dublă (la plante).

Evoluția de specializare permite folosirea intensivă a resurselor deja existente, reprezentanții specializându-se pentru nișe ecologice diferite. În urma specializării la condițiile de trai, organismele dobândesc anumite *idoadaptări*: forma ciocului la păsări, structura membrilor la paracopitate etc. sau forma fructului, a seminței, a florii etc.

În condiții de parazitism, când organismul parazit trăiește și se hrănește pe seama organismului gazdă, specializarea se poate exprima prin reducerea anumitor organe sau chiar sisteme de organe. Acest proces se numește *degenerare* (de exemplu, reducerea sistemului circulator la tenia boului, reducerea rădăcinii la cuscută etc.).

Lumea vie funcționează după anumite principii care îi asigură existența și evoluția. Se evidențiază cinci principii de bază: al simplității, al economiei, al preformării, al restricției și al determinismului fizic.

Principiul simplității presupune că la baza tuturor fenomenelor și proceselor, în cele din urmă, se află lucruri simple. Se consideră că simplitatea este principiul dominant al organizării structurilor. Spre exemplu, toți atomii sunt constituiți din trei tipuri principale de particule: electroni, protoni și neutroni; marea diversitate de proteine este formată doar din 20 de tipuri de aminoacizi principali; acizii nucleici cu o semnificație deosebită în conservarea și perpetuarea speciilor sunt formați doar din patru tipuri de nucleotide.

Conform regulilor ei de bază, nici celula nu este exagerat de complexă, ceea ce îi permite funcționarea și supraviețuirea pe parcursul timpului. În linii generale, viața este copleșitor de simplă în imensitatea complexității sale.

Principiul economiei este strâns legat de principiul simplității în organizarea și funcționarea lumii vii. O structură care funcționează bine este folosită extensiv în loc de a fi create altele noi. În multe macromolecule (proteine, acizi nucleici), o singură unitate (aminoacizii, nucleotidele) este repetată de mai multe ori. Simetria atât de comună în lumea vie reprezintă un caz particular de economie. În celulă, aceeași unitate membranară participă la construirea tuturor organelor.

Regulile economiei însă pot avea și alte consecințe, limitând activitățile diferitor organisme. Spre exemplu, plantele sunt obligate să folosească în calitate de resurse chimice elementele din lumea minerală, iar animalele sunt obligate să obțină hrana fie de la plante (animalele erbivore), fie de la animale (animalele carnivore).

Principiul preformării presupune că fiecare specie, fiecare organism, fiecare structură, fiecare moleculă se formează în baza unui anumit program. La baza acestui program se află informația ereditară codificată în acizii nucleici.

Organizarea genelor și a cromozomilor la organismele eucariote este de așa natură încât ele pot experimenta soluții noi, păstrându-le și pe cele vechi. Însă prezența preformării asigură o garanție a continuității ordonate.

Principiul restricției asigură organizarea, funcționarea și evoluția sistemelor biologice prin limitarea posibilităților potențiale. Restricțiile sunt determinate de factorii de mediu care asigură o mai bună adaptare a organismelor. Spre exemplu, numărul de organe celulare este limitat de dimensiunile și tipul celulei, iar numărul de indivizi în populație este limitat de sursa de hrană și arealul ocupat.

Fiecare celulă-fică primește de la celula-mamă aceeași informație ereditară, însă realizarea ei este restricționată în cadrul dezvoltării individuale a organismului pluricelular.

Principiul determinismului fizic presupune dezvoltarea programată a organismelor. Schimbarea ordonată implică faptul că organismele au suferit modificări, așa cum atestă datele fosile, însă fără să se fi modificat apreciabil construcția lor internă. Restricțiile succesive sunt consecința faptului că fiecare cale nouă de dezvoltare a organismelor a generat limitări.

Determinismul fizic asigură menținerea organizării și ordinea interioară a indivizilor.



- 1 • Transcrie în caiet afirmațiile, completând spațiul cu informația omisă.
 - a) Evoluția grupelor mari taxonomice, precum _____, _____, _____, se numește _____, iar evoluția grupelor taxonomice mici, precum _____, se numește _____.
 - b) Știința care se ocupă cu studiul evoluției lumii se numește _____.
- 2 • Prezintă într-un tabel criteriile speciei, evidențiind trăsăturile distincte.
- 3 • Ilustrează sarcinile evoluționismului prin schema „Piramida”.
- 4 • Completează tabelul, indicând ideoadaptările la plantele și animalele din localitate. (Pentru completarea tabelului, utilizează date din surse informaționale: internet, literatură de specialitate, literatură artistică, precum și propriile observații. Se realizează în caiet.)

Exemple	Ideoadaptări		
	La lumină	La temperatură	La umiditate
La plante:			
La animale:			

- 5 • Explică în 5–7 propoziții de ce degenerarea unor sisteme vitale la viermii paraziți este considerată drept o cale a evoluției (progresului biologic).
- 6 • Prezintă consecințele evolutive ale apariției fotosintezei pentru diferite grupuri de organisme, utilizând informația din codul de bare QR 3.2.1.



QR 3.2.1

- 7 • Explică în 3–4 propoziții de ce informația ereditară în celule este restricționată pe parcursul dezvoltării individuale a organismului.
- 8 • Explică principiul comun de organizare membranară a organelor celulare.
- 9 Conform teoriei preformismului (teorie apărută în secolul XVIII), toate structurile unui organism sunt preexistente într-o formă miniaturală în gameți (ovule sau spermatozoizi) și se dezvoltă doar prin creștere, fără a implica formarea noilor structuri sau diferențierea celulară.
 - Prezintă un argument prin care să demonstrezi prioritatea principiului preformării față de teoria preformismului.

Argumentele anatomiei comparate și ale embriologiei în evoluția lumii vii

3.3

Biologul român Emil Racoviță a afirmat: „Evoluția biologică este un fapt, rămân în discuție căile pe care se realizează ea”.

Această afirmație se bazează pe diversitatea dovezilor (legi, date experimentale etc.), fie naturale, fie experimentale, oferite de multiple discipline.

Argumente ale anatomiei comparate

Morfologia și anatomia comparată oferă dovezi ale evoluției după structura externă și internă a organismelor.

Printre argumentele anatomiei comparate pot fi menționate:

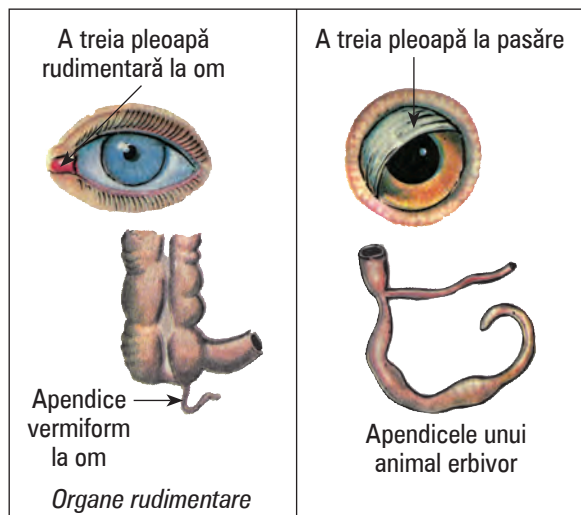
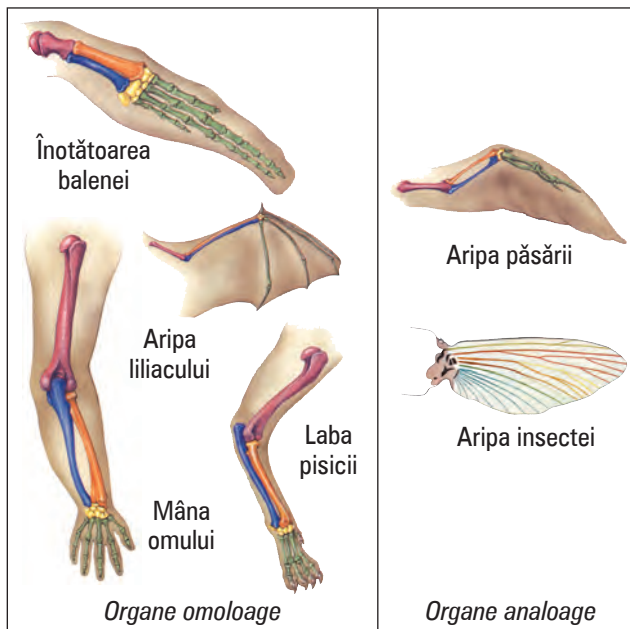
• Prezența organelor omoloage

- organele omoloage au origine comună și un plan unic de organizare, dar îndeplinesc funcții diferite;
- ele indică o evoluție divergentă (tulpina și floarea la plante; paleta delfinului, aripa liliacului, piciorul calului, mâna omului).

Organele omoloage prezintă un argument puternic pentru o origine evolutivă comună, deși fiecare organ este adaptat pentru îndeplinirea unei anumite funcții.

• Prezența organelor analoage

- organele analoage au origine diferită și un plan de organizare distinct, dar îndeplinesc aceeași funcție;
- ele indică o evoluție convergentă (asemănarea organizării diferitor organisme care locuiesc în condiții similare – înotătoarea peștelui și paleta delfinului, aripile insectelor și aripile mamiferelor zburătoare, spinii la cactus și la păducel, tuberculii de cartof și de gherghină).



Existența organelor analoage reprezintă un argument al evoluției biologice. Aceste organe, evoluând în același mediu și îndeplinind aceeași funcție, prezintă o formă asemănătoare, dar neidentică.

• Prezența organelor rudimentare

- organele rudimentare sunt organe care și-au pierdut semnificația biologică anterioară;
- ele indică asemănarea dintre diferite grupe de organisme (apendicele vermiform la om, măseaua de minte, membrana nictitantă a ochiului, mușchii urechii etc.).

Organele rudimentare atestate astăzi dovedesc faptul că la strămoșii organismelor actuale ele erau bine dezvoltate și funcționau. Omul are peste 100 de asemenea organe.

Din cauza schimbării mediului și a modului de viață al speciei, unele organe au devenit inutile pentru supraviețuire și treptat au dispărut, devenind rudimentare.

Aceste observații au fost prezentate de J.B. Lamarck în sprijinul concepției sale referitoare la rolul „folosirii și nefolosirii” organelor în evoluție. Apariția mutațiilor constante reduc dimensiunile și funcțiile unui sau altui organ. Dacă aceste organe sunt necesare pentru supraviețuire, organismele ce cunosc asemenea mutații nu vor fi supuse riscului de a dispărea. Dacă organele nu sunt necesare pentru supraviețuire, ele se vor reduce dimensional progresiv, vor deveni „inutile” și, eventual, vor fi eliminate.



• Prezența atavismelor

- atavismele reprezintă niște organe care au fost caracteristice (probabil) strămoșilor și au dispărut;
- ele indică asemănarea dintre diferite grupe de organisme (prezența cozii externe și a mai multor mameloane la om etc.).

Argumente ale embriologiei

Embriologia ne oferă un șir de dovezi în baza legităților dezvoltării embrionare, și anume:

• **Legea embriologică** (C. Ber, 1828)

- embrionii animalelor diferitor grupe de organisme se aseamănă între ei;
- embrionii animalelor superioare se aseamănă cu embrionii animalelor inferioare, dar nu cu formele adulte.

În etapele timpurii de dezvoltare, embrionii animalelor vertebrate se aseamănă foarte mult între ei după forma și regiunile corpului, prezența fantelor branhiale etc. La această etapă este foarte dificilă diferențierea unui embrion uman de un embrion de maimuță, de gâină, de șopârlă, de broască-țestoasă sau de pește.

Cu timpul, la embrioni apar unele caracteristici care pun în evidență trăsăturile generale ale claselor de vertebrate (forma capului, închiderea fantelor branhiale, evidențierea regiunii craniene etc.). Spre sfârșitul embriogenezei, fiecare embrion capătă însușirile caracteristice speciei.

Particularitățile dezvoltării embrionare a organismelor și diferențierea succesivă a caracterelor indică o origine comună a acestor organisme.

• **Legea recapitulării** (E. Haeckel, 1866)

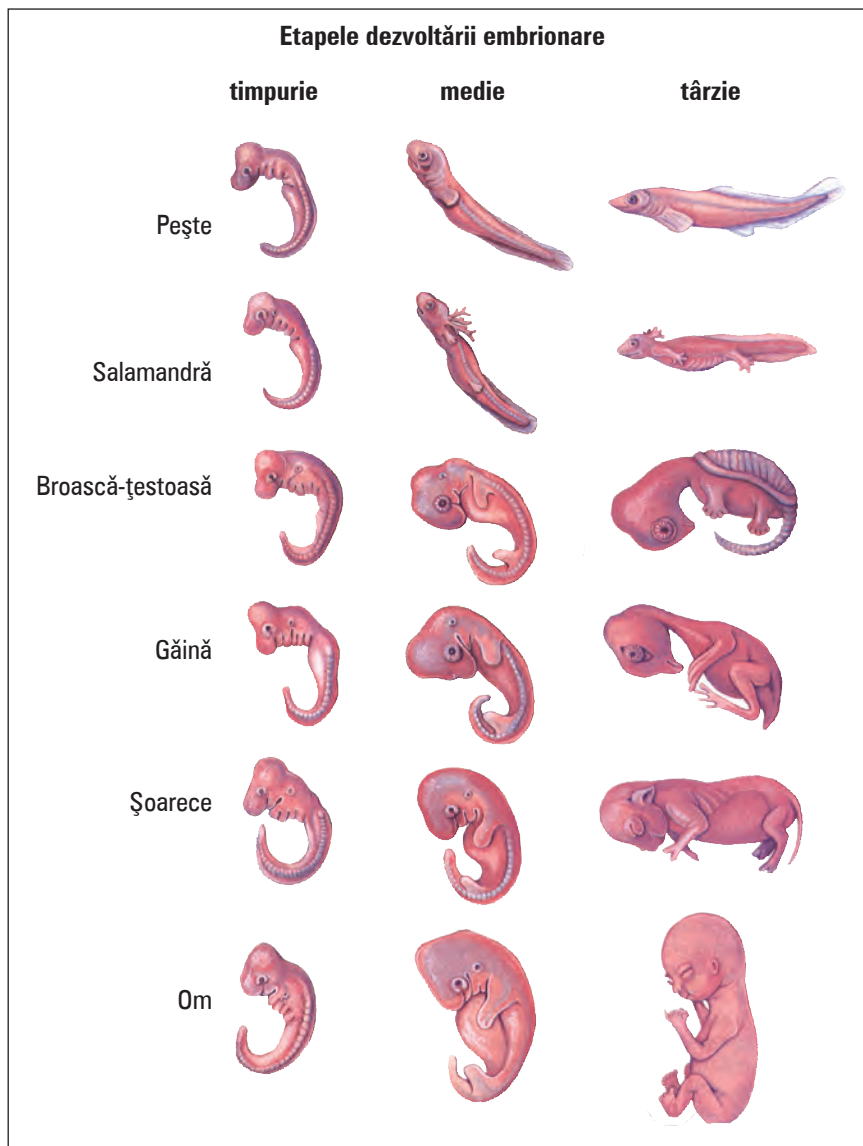
- dezvoltarea individuală a organismului (ontogeneza) reprezintă o succintă recapitulare a dezvoltării istorice a speciei (filogenezei) (mormolocul la amfibieni, larvele la fluturi, protalul la ferigi etc.).

Embrionul uman inițial se aseamănă cu embrionul unui pește (prezența fantelor branhiale, a cozii, a inimii cu un atriu și un ventricul etc.). Mai târziu, el se aseamănă cu embrionul unei reptile (închiderea fantelor branhiale, dividerea atriului în două etc.). Spre a șaptea lună de dezvoltare intrauterină, acest embrion se aseamănă cu un embrion de maimuță și numai la naștere prezintă caracteristicile sale specifice.

• **Legea filembriogenezei** (A.N. Severțov, 1935)

- ontogeneza, fiind o succintă recapitulare a filogenezei, poate influența particularitățile dezvoltării filogenezei, ca urmare a modificărilor în structura și funcția organelor (diferențierea solzilor la pești și la reptile: inițial, solzii se dezvoltă din celulele ectodermului, iar mai apoi se diferențiază în solzi osoși [la pești] și solzi cornoși [la reptile]).

Cunoașterea interacțiunii dintre ontogeneză și filogeneză ne permite să obținem o imagine generală a dezvoltării organismelor. *Oul fecundat* poate fi comparat cu strămoșul flagelat unicelular al tuturor animalelor, *blastula* – cu un protozoar colonial sau cu unele forme sferice pluricelulare, care probabil a fost strămoșul celenteratelor și al tuturor animalelor superioare, *gastrula* – cu un animal ancestral (numit *Gastrea*), care, în funcție de particularitățile de dezvoltare, a evoluat în animale nevertebrate și vertebrate.



1 • Scrie câte 3 exemple de organe omoloage, organe analoage, rudimente și atavisme.

2 • Alege varianta corectă.

1 Organe omoloage sunt:
a) spinii la cactus și țepii la trandafir;
b) aripile la fluturi și aripile la liliac;
c) înotătoarea la rechin și înotătoarea la delfin;
d) mâna omului și laba pisicii.

2 Organe rudimentare la om sunt:
a) apendicele vermiform;
b) a treia pleopă a ochiului;
c) prezența mai multor mameloane;
d) a) și b).

- 3** • Elaborează o fișă instructivă cu tema Atavismele la om și semnificația acestora în evoluția omului.
- Prezintă fișa colegilor.
- 4** • Citește afirmațiile de mai jos, constituite din două părți, și încercuiește DA, dacă partea a doua explică prima parte, și NU, dacă partea a doua nu o explică.
- Scrie afirmația corectă. (Se realizează în caiet.)

A DA NU Organele omoloage reprezintă dovezi ale evoluției organismelor, deoarece ele indică prezența principiului divergenței.

B DA NU Laba pisicii și piciorul omului sunt organe omoloage, deoarece ambele organe îndeplinesc funcția de alergare.

- 5** • Explică în 3–4 propoziții semnificația fenomenului recapitulării, în baza informației din codul de bare QR 3.3.1.



QR 3.3.1

- 6** • Determină asemănările și deosebirile dintre rudimente și atavisme, folosind modelul propus. (Se realizează în caiet.)

Asemănări

1. _____
2. _____
3. _____

Deosebiri



Rudimente

Criterii

Atavisme

_____	← _____ →	_____
_____	← _____ →	_____
_____	← _____ →	_____

- 7** • Ce consecințe pot apărea în cazul dezvoltării excesive a unui organ rudimentar la om?
- 8** • Prezintă în cercurile Euler corelațiile dintre termenii:
- a) organe omoloage, organe analoage, anatomie comparată; b) rudiment, atavism, evoluție.
- 9** • Scrie un argument în favoarea afirmației: Ontogeneza este o succintă recapitulare a filogenezei.

Argumentele paleontologiei și ale biologiei moleculare în evoluția lumii vii

3.4

Argumente ale paleontologiei

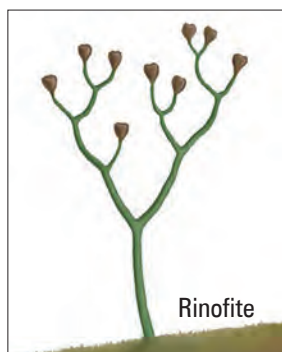
Paleontologia se ocupă cu studierea organismelor străvechi (fosile). Ea ne oferă un șir de argumente despre evoluția biologică, printre care:

• Resturile fosile

- sunt reprezentate prin diverse oase (ale animalelor vertebrate) sau amprente în piatră (ale animalelor nevertebrate și plante), găsite în rocile Pământului;
- particularitățile resturilor fosile indică legăturile de rudenie dintre diferite grupe sistematice de organisme.

• Formele fosile de trecere

- sunt reprezentate de organisme care posedă trăsături distincte pentru diferite grupe sistematice (*arheopterixul* – formă de trecere de la reptile la păsări; *tereodontul* – formă de trecere de la reptile la mamifere; *psilofitele* (rinofitele) – formă de trecere de la plantele acvatice la cele de uscat);
- indică legăturile de rudenie dintre diferite grupe sistematice de organisme.



Forme fosile de trecere

• Seriile filogenetice

- reprezintă diferite grupe de organisme fosile, care au menirea să elucideze evoluția unei specii actuale (de exemplu, a calului);
- arată calea evolutivă posibilă a unei specii.

Datele paleontologiei, ale anatomiei comparate și ale embriologiei ne oferă dovezi privind desfășurarea evoluției biologice a Pământului, în trecut și în prezent.

Scoarța Pământului este alcătuită din cinci straturi majore de roci, fiecare fiind împărțit, la rândul său, în straturi minore. Aceste straturi de roci conțin fosile caracteristice pentru diferite părți ale lumii.

3 mil. de ani în urmă	Calul contemporan
10 mil. de ani în urmă	Pliohipus
25 mil. de ani în urmă	Merhipus
40 mil. de ani în urmă	Mezohipus
60 mil. de ani în urmă	Hiracoterium

Evoluția calului

Era	Perioada	Epoca	Milioane de ani în urmă		Prezența organismelor
Cainozoică	Cuaternar	Holocen	0.01	 	Epoca civilizației umane
		Pleistocen	2.5		Apariția culturii umane
	Terțiar	Pliocen	7		Dominarea mamiferelor, păsărilor, insectelor Diversificarea mamiferelor Apariția hominidelor
		Miocen	25		
		Oligocen	38		
Mezozoică	Cretacic	Eocen	54	Apogeul și dispariția dinozaurilor Diversificarea secundară a insectelor Apariția primelor primate	
		Paleocen	65		
	Jurasic	195	Diversificarea și specializarea dinozaurilor Apariția primelor mamifere Apariția primelor păsări		
Triasic	225	Apariția dinozaurilor			
Paleozoică	Permian	280	Expansiunea reptilelor; declinul amfibienilor		
	Carbonifer	Pennsylvaniană	321	Epoca amfibienilor Diversificarea insectelor Apariția reptilelor	
		Mississippiană	345		
	Devonian	395	Epoca peștilor Apariția vertebratelor de uscat (amfibienii)		
	Silurian	435	Apariția primelor animale cu respirație pulmonară (scorpionii); diversificarea peștilor		
	Ordovician	500	Dezvoltarea nevertebratelor marine Apariția primelor vertebrate (peștii)		
	Cambrian	570	Apariția nevertebratelor marine primitive, a trilobiților, a animalelor cu schelet		
Proterozoică	Precambrian	1500	Apariția primelor eucariote și a organismelor pluricelulare		
		2500	Apariția organismelor procariote		

Potrivit succesiunii straturilor de roci, timpul geologic a fost împărțit în ere, perioade și epoci. Durata fiecărei perioade poate fi estimată după grosimea stratului rocii și rata descompunerii elementelor radioactive (vezi schema de la pagina 104).

Mișcări geologice extinse, numite revoluții geologice, au ridicat sau au coborât vaste regiuni ale suprafeței Pământului, determinând apariția unor noi ere majore.

Cea mai veche eră, arhaică, a durat circa 2 miliarde de ani și s-a caracterizat printr-o activitate vulcanică foarte intensă și mișcări enorme de straturi geologice. Căldura, presiunea și mișcările tectonice au distrus cele mai multe dintre fosilele care ar fi putut fi prezente. Totuși, au fost depistate urme de viață, fapt despre care ne vorbește cantitatea de grafit din aceste roci.

Era proterozoică a fost, din punct de vedere geologic, mai liniștită, cu o activitate vulcanică mai redusă, un proces de sedimentare extins și o mare perioadă de glaciație. Fosilele identificate arată că viața a fost prezentă și că evoluția s-a desfășurat foarte rapid.

Spre sfârșitul erei paleozoice, au apărut deja toate încrengăturile și clasele de plante și animale, cu excepția păsărilor și mamiferelor. Atât plantele, cât și animalele din perioada Cambrian trăiau în mare. Uscatul era un pustiu ciudat, lipsit de viață până în perioada Ordovician, când plantele au colonizat uscatul.

Era mezozoică a început cu circa 225 de milioane de ani în urmă. Această eră se caracterizează printr-o enormă evoluție, diversificare și specializare a reptilelor. Însă, la sfârșitul perioadei Cretacic, cea mai mare parte a reptilelor a dispărut, aparent din cauza că nu au fost capabile să se adapteze la schimbările geologice și de climă.

Era cainozoică se subdivide în perioada timpurie – Terțiar, care a durat 65 de milioane de ani, și perioada prezentă – Cuaternar, care a început acum 2,5 milioane de ani. În această perioadă a apărut omul primitiv.

Argumente ale biologiei moleculare și celulare

Viața pare foarte diversă la nivel macroscopic, în schimb, la nivel molecular, organismele prezintă un șir de similitudini. Printre ele pot fi menționate:

• Fundamentul molecular

- ATP-ul este o moleculă unică, având capacitatea de a conserva și de a transforma energia în organismele vii;
- proteinele sunt alcătuite din 20 de tipuri de aminoacizi la toate organismele vii;
- acizii nucleici (ADN și ARN) sunt alcătuiți din 4 tipuri de nucleotide la toate organismele vii;
- codul genetic este universal, adică același codon (triplet de nucleotide) determină același aminoacid, indiferent de natura organismului (plantă, animal etc.);
- prezența în ADN-ul diferitor grupe sistematice de organisme a unor secvențe polinucleotidice similare;
- universalitatea realizării informației ereditare la diferite tipuri de organisme eucariote.

Complexitatea și diversitatea organismelor vii sunt determinate de diversitatea proceselor biochimice, dar, pe de altă parte, cele mai multe proprietăți fiziologice de bază ale tuturor celulelor sunt determinate de funcții chimice comune. Atât plantele, cât și animalele utilizează aceleași substanțe în cadrul respirației și depozitează rezerve chimice similare.

• Fundamentul celular

Citoplasma este, de asemenea, alcătuită din aceleași structuri și include aceleași organite celulare la plante și la animale, cu excepția unor organite specifice anumitor tipuri de celule. Reticulul endoplasmatic, mitocondriile, aparatul Golgi, ribozomii, anvelopa nucleară etc. sunt, în esență, asemănătoare la plante și la animale.

Fără dificultăți majore se poate realiza fuziunea dintre celulele animale și protoplastii vegetali (celule vegetale al căror perete celular a fost îndepărtat prin tratament enzimatic), ceea ce demonstrează asemănarea celulelor animale cu cele vegetale.



1 • Enumeră argumentele paleontologiei în evoluția lumii vii.

2 • Alege varianta corectă.

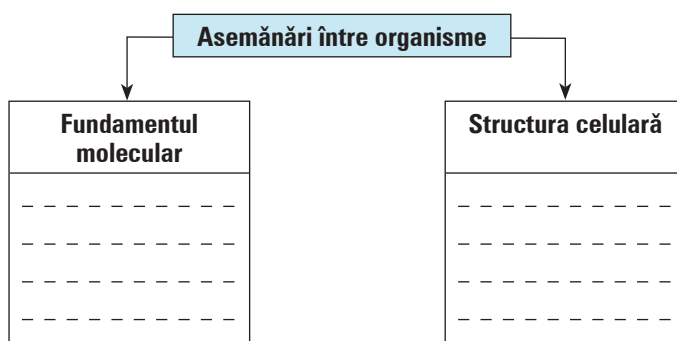
1 Forme fosile de trecere ale organismelor vegetale sunt:
a) arheopterixul;
b) psilofitele;
c) tereodontul;
d) toate.

2 Argumente ale paleontologiei sunt:
a) resturile fosile;
b) seriile filogenetice;
c) universalitatea codului genetic;
d) a) și b).



QR 3.4.1

3 • Elaborează o schemă a dispariției mamuților în baza informației din codul de bare QR 3.4.1.



4 • Completează în caiet schema alăturată și prezintă două concluzii generale.

5 • Explică în 5–7 propoziții de ce organismele sunt atât de diferite la nivel macroscopic și atât de asemănătoare la nivel microscopic.

6 • Reflectă prin cercurile Euler corelațiile dintre următoarele noțiuni:
a) merhipus – pliohipus; b) codoni – aminoacizi.

7 • Redactează pentru frățiorul/surioara ta o scurtă poveste (1700 de semne), pe baza textului și a imaginilor din lecție, și intituleaz-o.

8 • Alcătuiește un ghid pentru colegii/colegele de clasă în care să prezinți exponatele paleontologice ale Muzeului de Etnografie și Istorie Naturală, consultând linkul www.muzeu.md.

9 • Consultă surse informaționale electronice și prezintă 3–4 concluzii cu referire la cauzele dispariției dinozaurilor.

10 • Explică în 7–8 propoziții prezența unui număr restrâns de forme de trecere fosile și lipsa lor pentru majoritatea absolută a organismelor.

Evoluția lumii organice este determinată de diferiți factori, numărul lor fiind foarte variat. Însă problema factorilor evoluției este mult mai complicată decât pare. Aceasta se poate observa după modul în care sunt clasificați acești factori și după cum este interpretat rolul și modul lor de acțiune. Majoritatea savanților disting:

1. **ereditatea** – asigură conservarea speciei;
2. **variabilitatea** – asigură prezența materialului pentru selecție;
3. **lupta pentru existență** – asigură interacțiunea organismelor cu mediul înconjurător;
4. **selecția naturală** – asigură supraviețuirea și reproducerea diferențiată a celor mai adaptați indivizi.

Ereditatea reprezintă proprietatea tuturor organismelor de a păstra și de a transmite caracterele ereditare de la părinți la descendenți. Prin ereditate se realizează reproducerea identică a organismelor, ceea ce asigură existența lor ca specie.

Unitatea genetică fundamentală purtătoare a informației genetice este gena. În concepția geneticii clasice, gena era considerată indivizibilă. Astăzi, ea este percepută ca o unitate complexă, divizibilă, cu subunități, având structuri și roluri diferite. În același timp, aceasta reprezintă o unitate integrală ce asigură trei funcții majore: mutația (modificarea unei gene), recombinarea (regruparea genelor între cromozomii omologi în cadrul meiozei) și funcția fiziologică (asigurarea manifestării caracterelor fenotipului).

Genele funcționează în interdependență. Activitatea genelor structurale, care codifică informația despre proteinele structurale sau anumite enzime, este controlată de diferite tipuri de gene reglatoare. Caracterele fenotipice sunt determinate mai rar de o singură genă. De regulă, o genă contribuie la realizarea mai multor caractere fenotipice (*pleiotropism*), după cum mai multe gene pot contribui la realizarea unui singur caracter (*poligenism*).

Manifestarea unei gene structurale depinde atât de mediul genetic (prezența genelor reglatoare și interacțiunea genelor), cât și de mediul extern în care se află organismul (factorii abiotici și biotici).

Cercetările de ultimă oră relevă rolul evolutiv al genelor reglatoare care influențează amplasarea și acțiunea genelor structurale. Activitatea genelor este diferențiată, ele fiind activate sau represate în funcție de etapa ontogenezei organismului, natura organului sau a țesutului, starea fiziologică a celulei, factorii de mediu.

Modificarea frecvenței alelelor într-o populație ca rezultat al întâmplării se definește ca **drift genetic**. Cu cât populația este mai redusă numeric, cu atât este mai susceptibilă unor modificări întâmplătoare. Pentru populațiile mari driftul genetic nu are efect vizibil, deoarece natura randomică de selectare a gameților tinde să păstreze frecvența alelică în jurul unei valori medii, care rămâne constantă în timp. Mecanismul care stă la baza driftului genetic este reprezentat de alegerea întâmplătoare a gameților în procesul de reproducere.

Driftul genetic determină modificarea frecvenței alelice în cadrul populațiilor prin două mecanisme:

1. **Efectul „gâtului de sticlă”** (*bottleneck*) – se observă în populațiile naturale supuse fluctuațiilor în ceea ce privește mărimea efectivului.



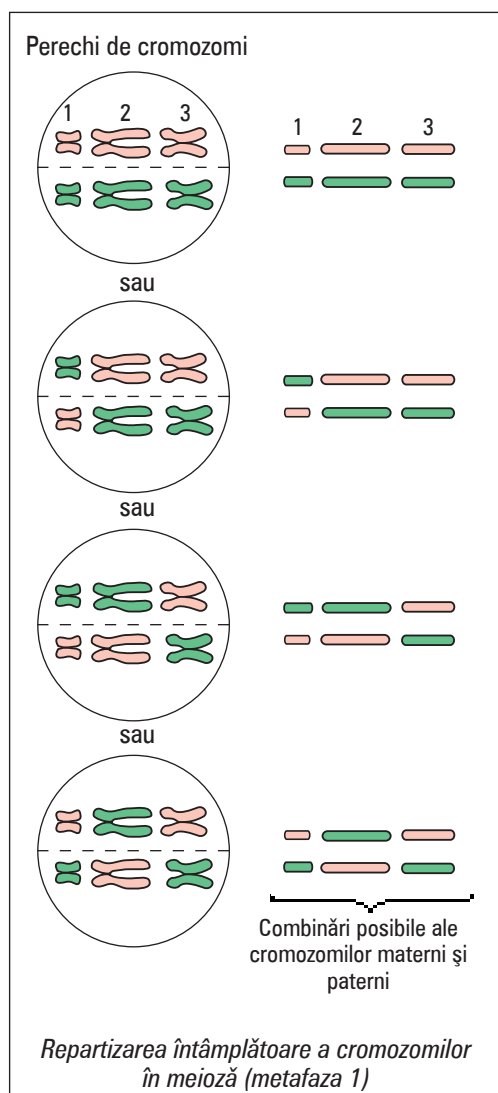
2. **Efectul fondatorului** – se observă când un grup mic de indivizi se desprinde dintr-o populație mai mare și întemeiază o populație nouă.

Driftul genetic asigură fixarea mutațiilor neutre în populațiile naturale. El nu este direcționat, iar efectele lui se cumulează în timp. În consecință, driftul genetic determină creșterea diferențelor genetice între populațiile naturale și scăderea variabilității genetice în cadrul acestora.

Variabilitatea reprezintă proprietatea generală a organismelor de a obține caractere noi sub acțiunea factorilor variabili ai mediului. Ea poate fi:

- a) **neereditară**
 - decurge fără a afecta materialul ereditar;
 - este cauzată de mediul de trai (hrană, temperatură, lumină etc.);
 - asigură adaptarea organismului la condițiile de mediu;
 - are o semnificație evolutivă mai puțin pronunțată;
- b) **ereditară**
 - afectează materialul ereditar;
 - este cauzată de factori mutageni (fizici, chimici, biologici);
 - asigură adaptarea speciei;
 - are o semnificație evolutivă pronunțată.

Variațiile ereditare includ *mutațiile* și *recombinările genetice*. Mutațiile reprezintă modificări ce se produc la nivelul genelor, cromozomilor sau al altor constituenți celulari purtători ai eredității.



Mutațiile constituie o sursă importantă de variații, care nu numai că îmbogățește populația cu noi forme, dar și sporește eterogenitatea acesteia, asigurându-i adaptabilitatea. Aceste variații reprezintă un factor important al evoluției, deoarece constituie materialul de bază asupra căruia acționează selecția naturală în vederea realizării unor populații sau specii. Însă mutațiile nu dirijează cursul evoluției, astfel, majoritatea mutațiilor sunt neutre.

Recombinarea genetică reprezintă un proces care este legat de formarea gameților în cadrul meiozei. Ea nu determină schimbări ale genelor, ci doar modificarea modului lor de combinare în genotipul dat. În acest caz, recombinațiile genetice reprezintă sursa cea mai bogată de variații ereditare (vezi schema).

Mutațiile și recombinațiile genetice contribuie la apariția în cadrul populației a unui polimorfism genetic, care asigură o mai bună adaptare și selectare a organismelor.

Polimorfismul presupune existența a trei sau a mai multor forme distincte în cadrul unei specii vegetale sau animale.

Există mai multe tipuri de polimorfism:

- **Polimorfism echilibrat**, determinat de echilibrul dintre formele homozigote și heterozigote, dintre combinațiile de gene alele, dintre diferite sexe etc. În cazul polimorfismului echilibrat, două sau mai multe forme de organisme coexistă într-un raport stabil în cadrul populației, fiecare dintre forme prezentând atât avantaje, cât și dezavantaje. De exemplu, la gândacul *Adalia bipunctata*, în timpul primăverii, predomină forma de culoare roșie, iar în timpul toamnei – cea de culoare neagră, care este mai sensibilă la iernare.

În rândul populației de culoare din Africa Centrală se întâlnesc trei tipuri de indivizi după structura hematiilor: indivizi ce au hemoglobina normală, indivizi cu o formă atenuată a anemiei falciforme (au hemoglobina anormală) și indivizi cu anemie cronică letală. Indivizii cu forma atenuată a anemiei falciforme sunt mai rezistenți la malarie, menținând astfel concentrația genei respective.

- *Polimorfism efemer*, determinat de capacitatea unei alele cu o valoare adaptativă superioară de a substitui o altă alelă. Drept exemplu poate servi melanismul industrial întâlnit la fluturile *Biston betularia*, care a permis adaptarea unor forme de o culoare mai închisă la condițiile de mediu poluat cu deșeurile manufacturilor.



*Melanismul industrial la cotarul-de-mesteacăn (*Biston betularia*)*



Diversitatea de culori ale cochiliilor melcilor din regiunea insulelor Caraibe

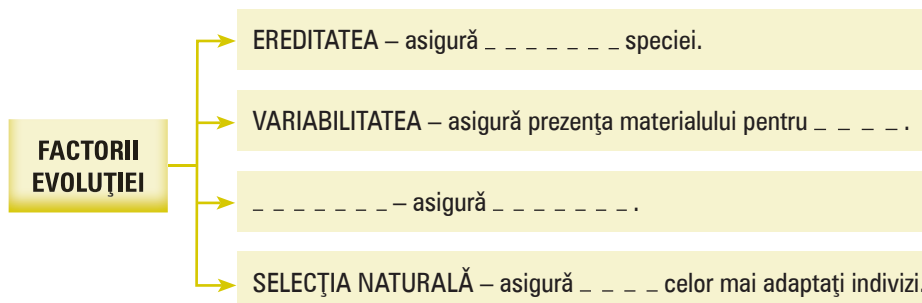
- *Polimorfism neutral*, determinat de acțiunea genelor neutre asupra capacității de supraviețuire a organismelor. De exemplu, diferite combinații ale alelelor ce determină culoarea benzilor pe cochiliile melcilor asigură o varietate enormă în populațiile acestor organisme și, ca rezultat, supraviețuirea lor în anumite condiții de trai.
- *Polimorfism ecologic*, determinat de capacitatea de adaptare a anumitor organisme în cadrul populației la diferite subnișe ecologice.
- *Polimorfism criptic*, determinat de modificările care nu se exprimă la nivelul fenotipului.

Polimorfismul genetic este caracteristic majorității grupelor de organisme și constituie un factor important de protecție și de conservare a speciei în decursul evoluției. Totodată, polimorfismul genetic poate constitui un factor important în expansiunea speciilor.

Recombinările genetice și mutațiile pot modifica structura genetică a populațiilor. Rata mutațiilor poate modifica frecvența alelică în populații dacă nu intervin alți factori care să elimine modificările cauzate de mutații. Aceasta se realizează prin reproducerea alelelor pe care selecția naturală le-a îndepărtat, mutațiile furnizând alele alternative asupra cărora poate acționa selecția.



1 • Completează schema în caiet.

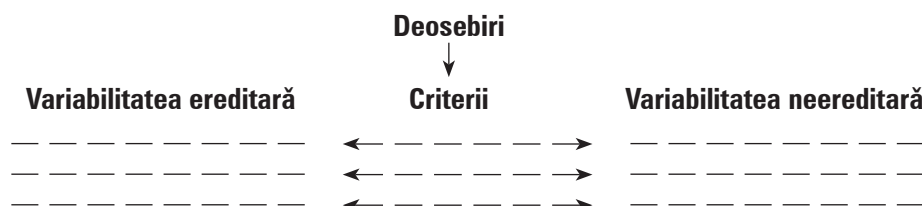


- 2 • Prezintă un exemplu de moștenire a 3 caractere în baza imaginii de la pagina 108. În calitate de obiect de studiu poți utiliza mazărea.
- 3 • Alcătuiește o integramă în baza cuvântului *variabilitate*, formulând întrebări ce reflectă adaptările în lumea vegetală și în lumea animală.

- 4 • Excludă intrusul și argumentează de ce l-ai exclus.

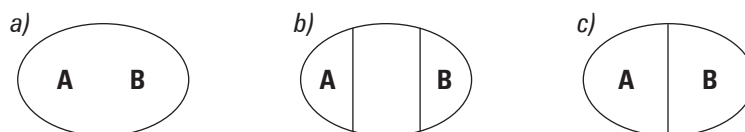
polimorfism echilibrat, polimorfism efemer,
polimorfism neutral, polimorfism criptic

- 5 • Completează schema în caiet, propunând cel puțin 3 criterii de comparație.



- 6 • Întocmește un plan pe baza căruia să descrii esența eredității ca factor al evoluției.

- 7 • Scrie în caiet câte două noțiuni din tema dată care ar reflecta următoarele tipuri de corelații exprimate prin cercurile Euler:



- 8 • Prezintă, utilizând metoda „Tabelul”, consecințele pentru organisme ale lipsei recombinărilor genetice.

- 9 • Demonstrează rolul evolutiv al eredității și variabilității, aplicând metoda grafurilor.

- 10 • Evaluează semnificația evolutivă a polimorfismului organismelor în baza informației din codul de bare QR 3.5.1.



QR 3.5.1

Factorii evoluției: interacțiunea organismelor cu factorii de mediu și selecția naturală

3.6

Evoluția organismelor este determinată de interacțiunea lor cu factorii de mediu. Interacțiunea individului în cadrul populației cu factorii mediului a fost definită de Charles Darwin ca **luptă pentru existență**. Cercetătorul utiliza acest termen în sens metaforic, semnificând, de fapt, totalitatea relațiilor organismelor cu mediul.

Lupta pentru existență caracterizează interacțiunea organismelor cu natura. De aceea, aceasta include nu numai relațiile concurente (cum ar sugera termenul), ci și relațiile neutre și neconcurente (simbiotice).

Lupta pentru existență depinde de un șir de factori, printre care:

- *prolificitatea organismelor* – cu cât individul este mai prolific, cu atât fluctuațiile numerice în populație sunt mai frecvente și concurența este mai aprigă;
- *viteza de eliminare* a organismelor din populație – eliminarea organismelor generează o luptă mai aprigă pentru existență în populație;
- *densitatea populației* – suprapopularea reprezintă una dintre cauzele principale ale luptei pentru existență;
- *vârsta organismelor* – cei mai tineri indivizi, de regulă, pier mai repede, generând o concurență mai aprigă;
- *adaptabilitatea relativă* a organismelor – orice adaptare îi este convenabilă organismului în anumite condiții (invariabile) ale mediului.

Lupta pentru existență reprezintă *cauza* principală a *selecției naturale*, deoarece determină direcția selecției în cadrul evoluției biologice.

În funcție de factorii mediului cu care interacționează un organism, se pot defini:

1. *relații cu factorii abiotici* (mecanici, fizici, chimici);

2. *relații cu factorii biotici* (alte organisme):

2.1. *relații intraspecifice* – interacțiunea cu alte organisme în cadrul aceleiași populații (specii);

2.2. *relații interspecifice* – interacțiunea cu organismele ce aparțin populațiilor diferitor specii.

În condiții naturale, factorii mediului acționează concomitent și nu pot fi separați.

Sub acțiunea factorilor abiotici ai mediului de trai, atât organismele animale, cât și cele vegetale au obținut diferite adaptări (vezi tabelul).

Adaptările plantelor și ale animalelor la factorii abiotici

Factori abiotici	Adaptări ale plantelor	Adaptări ale animalelor
Temperatură înaltă	Modificarea frunzelor (spini) și a tulpinilor (au devenit succulente), xeromorfismul, reducerea intensității transpirației etc.	Izolarea termică prin dezvoltarea unor cavități sub elitrele insectelor, alungirea picioarelor, culoarea deschisă, îngroparea în nisip, modul de viață nocturn etc.
Temperatură scăzută	Dimensiuni mici, deshidratarea țesuturilor, acumularea de substanțe crioprotectoare, căderea frunzelor, încetinirea proceselor metabolice etc.	Deshidratarea țesuturilor, creșterea presiunii osmotice în țesuturi, acumularea de substanțe crioprotectoare, hibernarea, stratul gros de grăsime la mamifere etc.
Umiditate scăzută	Alungirea puternică a rădăcinii, reducerea transpirației, acoperirea frunzelor cu un strat de ceară, transformarea frunzelor (în spini), creșterea presiunii osmotice în celule, dezvoltarea unor tulpini succulente etc.	Impermeabilitatea tegumentului, reducerea glandelor sudoripare, reducerea cantității de apă eliminată cu urina, utilizarea apei metabolice, mediul nocturn de viață, ascunderea în nisip, repausul de vară etc.
Lumină	Specializarea în plante de zi lungă și de zi scurtă, specializarea aparatului fotosintetic, ritmicitatea stomatelor etc.	Dezvoltarea unor organe luminescente speciale, pigmentație diversă, comportament diferit la animalele diurne și nocturne etc.

Factorii biotici sunt reprezentați de relațiile dintre diferite organisme. Aceste relații pot fi neutre (0), pozitive (+) sau negative (–). Se pot evidenția următoarele tipuri de relații interspecifice:

- *neutralismul* (0 0) – relațiile nu afectează în mod direct niciuna dintre speciile vecine (veverițele și păsările dintr-o pădure);
- *competiția* (– –) – relația dintre două populații diferite, care necesită aceeași nișă ecologică sau aceeași sursă de hrană (lupul și vulpea);
- *amensalismul* (0 –) – relația nu este obligatorie pentru nicio specie de organisme, dar în cadrul interacțiunii produsele metabolice ale uneia pot inhiba dezvoltarea alteia (ciupercile de mușcăi și bacteriile de putrefacție);
- *parazitismul* (+ –) – relația prezintă efect pozitiv pentru organismul parazit și efect negativ pentru organismul gazdă (ascarida și omul);
- *predatorismul* (+ –) – relația este similară parazitismului, cu diferența că organismul parazit își omoară, de obicei, prada (lupul și iepurele);
- *comensalismul* (+ 0) – relație obligatorie pentru organismul comensal și neutră pentru organismul gazdă (unii pești și corali);
- *protocooperarea* (+ +) – relație între două specii diferite, profitabilă pentru ambele, dar nefiind obligatorie pentru niciuna dintre ele (crabii și actiniile de pe spatulele lor);
- *mutualismul* (+ +) – relație în urma căreia profită ambele specii de organisme (ciupercile de micoriză și rădăcinile arborilor, bacteriile fixatoare de azot și plantele leguminoase, plantele cu flori și insectele ce le polenizează).

Adaptarea organismelor în cadrul relațiilor cu factorii abiotici și biotici este dirijată de selecția naturală.

Selecția naturală reprezintă procesul în care se păstrează organismele care s-au adaptat la condițiile de trai. Se consideră că anume ea determină direcția evoluției organismelor.

Selecția naturală acționează asupra genotipurilor organismelor prin intermediul fenotipului lor. Astfel:

- apar organisme cu noi caractere adaptive, determinate de factorii mediului;
- sunt eliminate din populații organismele posesoare de caractere care și-au pierdut valoarea adaptivă în noile condiții de trai;
- sunt valorificate organismele care și-au confirmat adaptabilitatea în condițiile respective de trai.

Eficacitatea selecției naturale poate fi determinată după **coeficientul de selecție (s)**:

$$s = \frac{p_1 - p}{p_1 - pp_1},$$

unde p este frecvența alelei în prima generație, iar p_1 – frecvența alelei în a doua generație.

Coeficientul de selecție indică avantajul selectiv al genei ce determină un anumit caracter.

Selecția naturală se bazează pe trei premize:

1. Majoritatea organismelor produc mai mulți descendenți decât pot supraviețui și se pot reproduce.
2. În fiecare generație, genotipurile care favorizează reproducerea și supraviețuirea se găsesc în exces printre genotipurile de vârstă reproductivă.
3. Organismele diferă între ele după capacitatea de supraviețuire și de reproducere.

Succesul reproductiv al organismului și valoarea adaptivă a genotipului față de modificările mediului de viață reprezintă **fitnessul genotipului**, care reflectă capacitatea indivizilor de a supraviețui. Valoarea fitnessului este corelată cu tipul de selecție care acționează asupra genotipurilor.

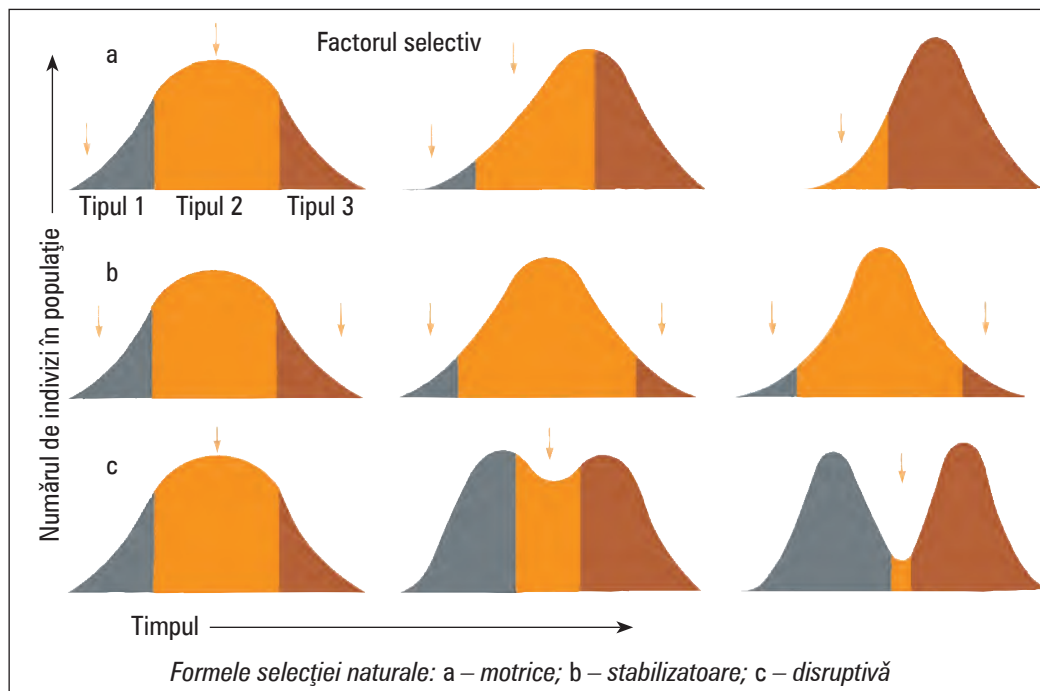
Există mai multe forme de selecție naturală (vezi schema de la pagina 113):

1. **Selecția naturală motrice (direcțională)**

- decurge în condiții variabile ale mediului;
- se evidențiază organismele mai adaptive sub acțiunea factorului selectiv;
- din populații sunt eliminate formele care nu sunt adaptate la condițiile variabile ale mediului;
- sub acțiunea selecției motrice, se modifică structura genetică a populației.

Drept exemplu de selecție naturală motrice poate servi melanismul industrial la fluturile *Biston betularia*. Sub acțiunea poluării mediului, populația inițială a fluturilor de culoare albă a fost substituită cu o populație alcătuită din fluturi de culoare închisă.

Fumul produs de uzinele din zona industrială a orașului englez Manchester a modificat esențial mediul de trai al acestei specii. Tulpina înnegrită a arborilor de mesteacăn a avantajat formele fluturilor de culoare închisă. Dacă în anul 1848 fluturii de culoare închisă reprezentau doar 1% din populații, atunci în 1898 ei constituiau deja 99%. Forma modificată (*Biston carbonaria*), fiind mai rezistentă la praful mineral și avantajată de culoare, s-a dovedit mai bine adaptată în zonele industriale poluate.



2. Selecția naturală stabilizatoare

- decurge în condiții mai mult sau mai puțin stabile ale mediului ambiant;
- nu exclude prezența eterogenității în cadrul populației;
- asigură conservarea caracterelor care și-au adevărit semnificația adaptivă;
- în cadrul selecției stabilizatoare, formele extreme sunt eliminate din populații;
- eliminarea poate fi condiționată sau necondiționată.

Exemplu de selecție naturală stabilizatoare poate servi greutatea medie a fătului la om. Majoritatea absolută a nou-născuților au o greutate de circa 3,4–3,6 kg. Investigațiile, realizate pe un număr mare de copii nou-născuți, arată că, în prima lună a vieții, mortalitatea maximă se înregistrează, pe de o parte, la copiii cei mai grei, iar pe de altă parte, la cei mai ușori.

Selecția stabilizatoare poate fi de *normalizare*, care asigură păstrarea formelor deja existente, și de *canalizare*, care determină evoluția proceselor ontogenetice.

3. Selecția naturală disruptivă

- decurge în cadrul populațiilor eterogene;
- asigură păstrarea formelor extreme și eliminarea celor intermediare;
- favorizează două sau mai multe fenotipuri din populații;
- determină prezența unui polimorfism echilibrat în cadrul populației.

Exemplu de selecție disruptivă poate servi apariția unor forme diverse de drosofilă în condiții de laborator sau a unor forme diverse de fluturi în populația inițială a speciei *Papilio dardanus*.

În Africa există diferite specii de fluturi mimetici, la care femelele sunt de mai multe tipuri, imitând diferite specii necomestibile. Fiecare tip de femelă imită câte o specie de fluturi necomestibili din familia *Danaide*. În acest caz, selecția disruptivă a diferențiat dintr-un grup comun de origine mai multe forme, deși între ele nu a existat și nu există izolare geografică.

Extensiune:

Procese de selecție sunt nemijlocit legate de fenomenul izolării.

Izolarea reprezintă procesul de limitare sau blocare a schimbului de gene dintre diferite populații prin intermediul diverselor mecanisme. În funcție de mecanismul dominant, se disting următoarele tipuri de izolare:

- *izolare spațială* – este determinată de factorii geografici care asigură ocuparea diverselor teritorii în cadrul unui areal de către diferite organisme (specii);
- *izolare ecologică* – este determinată de condițiile speciale ale mediului de trai;
- *izolare reproductivă* – este determinată de particularitățile biologice ale organismelor până la fecundare (izolare prezigotică: izolare comportamentală, sezonieră, mecanică etc.) sau după fecundare (izolare postzigotică: neviabilitatea hibrizilor, sterilitatea hibrizilor etc.).

În condiții naturale, asupra organismelor acționează, de regulă, simultan mai multe mecanisme de izolare. Ca rezultat al izolării se creează diferite combinații de gene ce determină adaptabilitatea organismelor la anumite condiții de trai.



- 1** • Transcrie în caiet propozițiile și completează-le cu informațiile corespunzătoare.

Evoluția organismelor este determinată de _____ organismelor cu _____ .

Acest proces a fost definit de Ch. Darwin ca _____ .

- 2** • Descrie esența particularităților luptei pentru existență.
- 3** • Reprezintă într-un tabel tipurile de relații ale organismelor cu factorii de mediu, oferind câte un exemplu.
- 4** • Ilustrează, prin schema „Cluster”, adaptările la factorii de mediu:
a) ale unei plante din zona temperată;
b) ale unui animal de pustiu.
- 5** • Prezintă într-un tabel cel puțin 3 adaptări ale două plante din zone geografice diferite.
- 6** • Explică în 5–7 propoziții următoarele fapte: anghila trăiește în râu, dar depune icrele în mare; somonul trăiește în mare, dar depune icrele în râu.
- 7** • Enumeră deosebiri dintre două forme de selecție naturală prin schema „Pește”, utilizând pentru fiecare argument câte 3–5 unități informaționale.
- 8** • Prezintă într-un tabel tipuri de relații interspecifice caracteristice: unui ecosistem terestru; unui ecosistem acvatic.
• Prezintă câte un exemplu pentru fiecare tip de relație.
- 9** • Realizează o analiză comparativă a factorilor evolutivi și prezintă 3–4 argumente în susținerea afirmației: Selecția naturală – factor evolutiv principal al evoluției organismelor.
- 10** • Evaluează consecințele selecției naturale motrice asupra unui ecosistem natural din localitate, utilizând metoda SWOT.

Se susține că evoluția biologică reprezintă un fapt. Dar care este rezultatul final al evoluției biologice?

J.B. Lamarck era de părerea că drept urmare a evoluției are loc sporirea nivelului de organizare a organismelor (*gradația*) și apariția divergenței tipurilor de organizare. După Ch. Darwin, rezultatul evoluției este apariția adaptabilității la organisme. Savantul rus A.N. Severtov, în baza rezultatelor comparative, susținea că efectul evoluției este **progresul biologic**, care poate fi limitat (de grup) sau nelimitat (evoluția omului).

Pentru a determina dacă o specie se află în progres biologic, aceasta trebuie să corespundă anumitor cerințe, și anume:

- mărirea numărului de indivizi în cadrul populațiilor deja existente;
- extinderea arealului inițial caracteristic speciei;
- diferențierea progresivă și sporirea numărului de grupe taxonomice.

Progresul biologic al unei specii poate fi atins pe diferite căi:

1. **Aromorfoza** – progres morfofiziologic ce duce la sporirea nivelului general de organizare a unei grupe mari de organisme.

Aromorfozele sunt caracteristice unităților taxonomice mari (familie, ordin, clasă, regn), fiind tipice pentru mai multe organisme. Drept exemple de aromorfoze pot servi: apariția fotosintezei la plante, ieșirea plantelor pe uscat, apariția florii și seminței la angiosperme, înmulțirea sexuată la plante și/sau animale, apariția simetriei bilaterale la animale, diferențierea inimii cu patru camere la păsări și mamifere etc.

2. **Idioadaptarea** – progres morfofiziologic ce duce la formarea adaptărilor specifice în cadrul grupelor sistematice mici, ca rezultat al acțiunii nemijlocite a factorilor mediului ambiant.

Idioadaptarea poate fi rezultatul schimbării nivelului de organizare odată cu păstrarea legăturilor tipice cu mediul sau rezultatul adaptărilor la condițiile înguste de viață. Organismelor vii le sunt caracteristice diferite tipuri de specializare:

– specializarea după tipul de nutriție;



– specializarea prin superdezvoltare și obținerea mărimilor gigante (dinozaurii, insectele din Carbonifer, cu diametrul aripilor de 1,5 m, amfibiile din Permian, de 5–7 m, unele nematode contemporane de la fundul oceanelor, de circa 8 m);

– specializarea prin pierderea aromorfozelor strămoșilor (viermii paraziți la care lipsesc unele sisteme vitale);

– specializarea după condițiile specifice de trai (structura rădăcinii, florii, semințelor la plante; structura membrelor la animale).

3. **Degenerarea** – regres morfofiziologic ce duce la simplificarea organizării organismelor, ca rezultat al condițiilor specifice de trai.

Reducerea unor organe sau chiar a unor sisteme vitale, de regulă, este rezultatul modului de viață parazit. De exemplu, la cuscută sunt reduse frunzele, la unii viermi paraziți sunt reduse sistemele digestiv, respirator și circulator.

De menționat că regresul morfofiziologic și simplificările în organizarea organismelor nu exclud progresul biologic al acestor organisme.

- Căile progresului biologic se află într-o interdependență reciprocă, deoarece:
- fiecare specie, în limitele ei de existență, determinată de factorii mediului înconjurător, se adaptează la anumite condiții de trai;
 - reorganizarea formelor deja existente poate fi rezultatul atât al progreselor, cât și al regreselor morfofiziologice;
 - organismele, odată ce s-au pornit pe o cale nouă de dezvoltare, de asemenea se adaptează la noile condiții de viață.

Apariția și diferențierea de noi grupe sistematice (taxoni) poate fi realizată prin:

a) *divergență* – apariția unei mari diversități de forme de la un strămoș comun.

Printre cauzele principale ale divergenței pot fi deosebirea după nișele ecologice, concurența dintre diferite grupe de organisme etc.

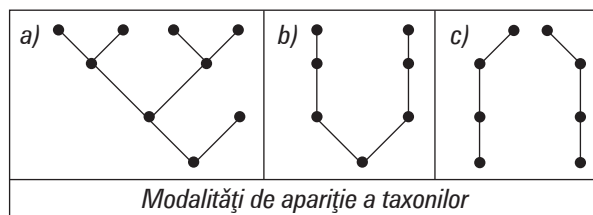
b) *parallelism* – apariția caracterelor asemănătoare pe baza unei organizări comune.

Parallelismul se instalează în cazul finalizării divergenței și adaptării la anumite condiții stabile de trai.

c) *convergență* – apariția de forme asemănătoare între grupele neînrudite ca rezultat al adaptării la condiții similare de viață. (Vezi schemele de mai sus.)

Convergența se bazează pe mecanisme similare de adaptare (în special la factorii abiotici), dar nu poate să ducă în cele din urmă la suprapunerea sau unirea grupelor sistematice diferite (de exemplu, convergența formei corpului la rechin și la delfin).

Evoluția biologică este foarte diversă și depinde de anumiți factori. Totuși, ea este ireversibilă, adică fiecare organism nu se poate întoarce la starea parcursă cândva de strămoșii lui. Trebuie să ținem cont de acest fapt, dacă dorim să valorificăm bogățiile naturale.



1 • Definește noțiunile: *aromorfoză*, *ideoadaptare*, *degenerare*.

2 • Corelează căile evoluției biologice din coloana **A** cu caracteristicile respective din coloana **B**.

A

- 1 – aromorfoză
- 2 – ideoadaptare
- 3 – degenerare

B

- a – forma ciocului la păsări
- b – specializări la modul de viață parazitar
- c – schimbări esențiale la nivelul organelor sau la nivelul sistemelor de organe

3 • Enumeră 3 condiții care determină regresul biologic.

4 • Prezintă într-o schemă căile progresului biologic, reflectând interacțiunea lor.

5 • Explică în 3–5 propoziții de ce nu se pot suprapune căile evolutive ale rechinului și ale delfinului.

6 • Descrie în 5–7 propoziții rolul fotosintezei în evoluția organismelor.

7 • Argumentează afirmația: Gigantismul nu prezintă o cale a succesului în evoluția organismelor.

8 • Enumeră adaptările organismelor reflectate în informația din codul de bare **QR 3.7.1**.

9 • Realizează o analiză pe tema Evoluția divergentă a plantelor, prezentând răspunsul în schema „Cartografie”.

10 • Evidențiază rolul evolutiv al convergenței în lumea vegetală și cea animală.



QR 3.7.1

Evoluția omului (antropogeneza) se deosebește esențial de celelalte linii evolutive. Problema originii omului există de milenii și nu cunoaște încă rezolvare. Conform concepției creaționiste, omul a fost creat de o forță divină din „argilă roșie”, prin insuflarea „spiritului nemuritor”. Încă în Antichitate se încerca a pune la originea omului anumite structuri materiale sau organisme (pământul, peștii etc.). De exemplu, Anaximandros și Empedocles susțineau că oamenii au apărut din pământul cu fertilitate înaltă. Aristotel, studiind corpul omenesc, l-a inclus pe om în sistemul regnului animal, determinându-l ca *zoon politicon*. Odată cu descoperirea analogiei dintre structura corpului omului și al maimuței, de către medicul și anatomistul roman C. Galenus, și descrierile minuțioase ale structurii cimpanzeului, de către anatomistul englez E. Tyson (1699), a fost posibilă clasificarea omului în cadrul regnului animal.

C. Linné, naturalist suedez renumit, autorul primului sistem artificial al naturii, clasifică omul alături de maimuțele antropomorfe, rezervându-i un gen aparte – genul *Homo*.

Conform clasificării moderne, omul ocupă următoarea poziție sistematică:

Regnul: *Animalia* – organisme heterotrofe cu nutriție holozoică.

Subregnul: *Eumetazoa* – animale pluricelulare.

Încrângătura: *Chordata* – animale cu coardă.

Subîncrângătura: *Vertebrata* – animale ce au coloană vertebrală.

Supraclasa: *Tetrapoda* – animale cu patru membre.

Clasa: *Mammalia* – animale care își hrănesc puii cu lapte.

Infraclasa: *Placentalia* – mamifere placentare.

Ordinul: *Primates* – mamifere cu creier bine dezvoltat și mâini ce pot apuca.

Familia: *Hominidae* – organisme cu creier mare și locomoție bipedă.

Genul: *Homo* – oameni ce prezintă față plată, bărbie cu proeminență.

Specia: *Homo sapiens* – om înțelept.

Factorii care au asigurat evoluția omului pot fi divizați în:

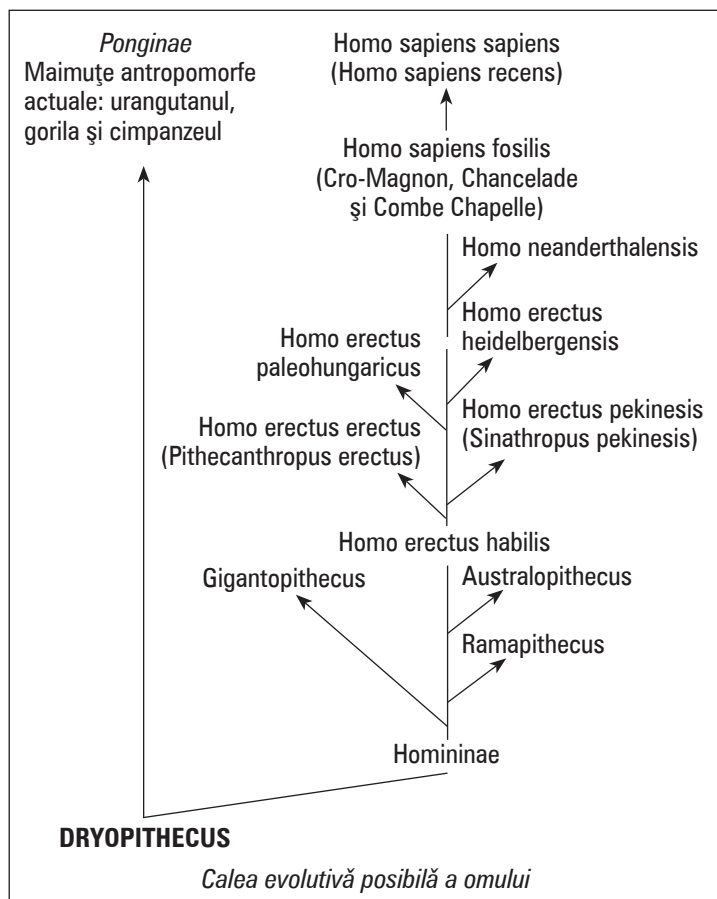
1. Factori biologici:

- *ereditatea* – asigură conservarea caracterelor ereditare și transmiterea lor urmașilor; determină existența omului ca specie;
- *variabilitatea* – asigură obținerea noilor caractere în condițiile variabile de trai; determină adaptarea omului la condițiile de trai;
- *selecția naturală* – asigură selectarea celor mai adaptați indivizi la condițiile variabile ale mediului; determină supraviețuirea celor mai adaptați indivizi;
- *lupta pentru existență* – asigură existența omului în relația lui cu alte organisme, care poate fi concurență, neutră sau neconcurență; determină adaptabilitatea omului;
- *selecția sexuală* – asigură dimorfismul sexual în populația umană; determină păstrarea unui anumit raport (1:1) de sexe;
- *exercițiul* – asigură dezvoltarea sau reducerea anumitor organe în funcție de utilizarea sau neutilizarea lor; determină avantajarea anumitor organe în lupta pentru existență;
- *înmulțirea* – asigură transmiterea caracterelor urmașilor și obținerea noilor caractere în urma noilor combinații de gene.

2. Factori sociali:

- *capacitatea de a produce unelte de muncă* – asigură perfecționarea continuă a omului;
- *organizarea socială* – asigură perfecționarea omului pe seama realizărilor celor din jur (ale societății);
- *limbajul articulat* – asigură acumularea experienței în urma comunicării;
- *conștiința* – asigură reflectarea realității și prognozarea comportamentului adecvat.

Din cele menționate, se desprinde concluzia că omul este o ființă biosocială. Astăzi, evoluția speciei umane are un curs stabilizator, evoluția fizică fiind în linii mari încheiată, dar mai este posibilă evoluția pe plan social, economic și cultural, datorită nivelului de inteligență.



Conform concepției evolutive, ponginele (mămuțele antropomorfe) și hominidele (oamenii) au provenit de la un strămoș comun (driopitec), cu circa 30 de milioane de ani în urmă.

Se presupune că în cadrul evoluției hominidelor au existat ramuri nereușite:

- *Ramapitecii*, *gigantopitecii* și *australopitecii*, cu circa 1,5–5 milioane de ani în urmă.

Se susține că australopitecii trăiau în regiuni despădurite, cu vegetație predominant ierboasă, în apropierea nemijlocită a apelor. După dentiție, regimul lor de hrană trebuia să fi fost predominant omnivor. Posibil că ei practicau vânătoria în grup.

Majoritatea antropologilor susțin că australopitecii nu reprezintă încă oameni, ci o treaptă intermediară între maimuțele antropoide și ființele umane.

- *Pitecantropii* și *sinantropii*, cu circa 550 de mii de ani în urmă.

Pitecantropii și sinantropii aparțin unui grup de fosile care reprezintă prima etapă în evoluția umană – *arheantropii*. Din acest grup mai fac parte Omul abil și Omul Heidelberg.

Arheantropii se caracterizau prin poziție verticală și mers biped mai evoluat decât al australopitecilor. Neurocraniul lor era lung și îngust. Se evidențiază fruntea, care era îngustă și teșită.

Lărgimea maximă a cutiei craniene era caracteristică regiunii temporale (ca la pongine). Fosele nazale ale arheantropilor erau largi. Ei aveau dentiția foarte asemănătoare cu cea a omului modern. Volumul cerebral varia între 680 cm³ (la Omul abil), 860 cm³ (la pitecantrop) și 1050 cm³ (la sinantrop).

Însă factorul principal care a determinat desprinderea arheantropilor de la maimuțele antropomorfe și inițierea liniei evolutive a hominidelor a fost capacitatea lor de a confecționa unelte de muncă, la început simple, apoi mult mai complexe și mai variate.

Arheantropii au avut o răspândire foarte largă în aproape toată Lumea Veche. Ei au apărut cu aproximativ două milioane de ani în urmă și au existat, probabil, ca grup aparte până acum 300 de mii de ani.

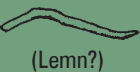
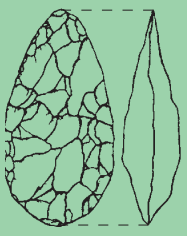
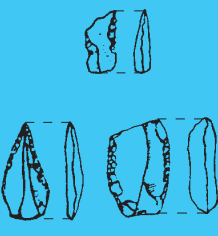
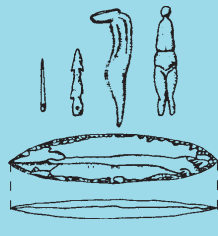
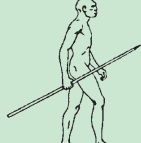
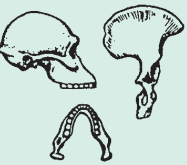
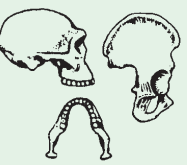
- *Neanderthalienii*, cu circa 20–40 de mii de ani în urmă.

Neanderthalienii alcătuiesc grupul de oameni *paleantropi*. Ei se caracterizau printr-un corp masiv, puțin înclinat înainte, statură moderată (circa 155 cm), craniu alungit și robust, cu o capacitate craniană de 1300–1600 cm³. Aveau fruntea încă destul de teșită. Masivul facial era voluminos. Lipseau fosele canine. Orbitale erau mari și circulare. Bolta palatină era lungă și largă. Dinții neanderthalienilor erau mai voluminoși decât dinții neantropilor.

După T. Edinger, creierul neanderthalienilor, din punct de vedere structural, este deja un creier uman, dar mai păstrează încă numeroase caracteristici arhaice. El este mai îngust în partea anterioară (lobul frontal este îngustat, în formă de cioc) și mai larg în partea posterioară. Marginea superioară a emisferelor cerebrale este mai puțin înaltă decât la omul modern, dar mai ridicată decât la arheantropi. O particularitate importantă reprezintă dezvoltarea inegală a emisferelor cerebrale. Această particularitate îi apropie mult de neantropi (*Homo sapiens fosilis* și *Homo sapiens recens*). Circumvoluțiunile sunt mai slab dezvoltate și într-un număr mai redus.

Neantropii au apărut în Europa acum aproximativ 35 de mii de ani. Se presupune că, odată cu apariția lor, forma umană a atins deplina sa dezvoltare. Descoperirea *Omului de Cro-Magnon* (Franța, Les Eyzies, 1868) a relevat caracteristicile generale ale acestuia, ce corespund întocmai cu cele ale lui *Homo sapiens*.

Transformările esențiale în cadrul evoluției hominidelor sunt reprezentate în schema de mai jos.

	Driopiteci	Australopiteci	Arheantropi	Paleantropi	Neantropi
Utilizarea unor obiecte (din piatră sau din alte materiale)	 (Lemn?)				
Volumul creierului	(350 cm ³) 	450 cm ³ 750 cm ³ 	1100 cm ³ 850 cm ³ 	1400 cm ³ 	Modificări neesențiale
Modul de deplasare				Modificări neesențiale	Modificări neesențiale
Particularități anatomice	?			Modificări neesențiale 	Modificări neesențiale 
	Peste 4 000 000 de ani	3 000 000 de ani	1 500 000 de ani	90 000 de ani	35 000 de ani

Transformările esențiale în cadrul evoluției hominidelor

Deoarece marea majoritate a formelor de trecere în evoluția omului au fost depistate în Africa Centrală, se presupune că anume aici s-a aflat centrul de origine a omenirii. Din această zonă omul s-a răspândit prin Asia pe restul Terrei (conform *teoriei monocentrice* a originii omului).

În diferite regiuni ale globului pământesc au existat totuși, pe parcursul dezvoltării omenirii, diferite civilizații cu o cultură foarte înaltă. Pentru a explica existența lor, mulți savanți antropologi susțin că omenirea putea fi inițiată simultan în diferite centre de origine (*teoria policentrică* a originii omului).

Majoritatea savanților sunt de părere că astăzi, pe Terra, există diferite populații ale unei singure specii – *Homo sapiens*. Specia umană este o specie politică, alcătuită dintr-o serie de tipuri secundare, care formează rasele de oameni, răspândite pe teritorii geografice mai mult sau mai puțin distincte:

1. **Rasa albă (leucodermă)**, care se caracterizează prin piele de culoare deschisă, barbă și mustață puternic dezvoltate, părul drept sau ondulat, de culoare deschisă sau închisă, nasul drept și proeminent cu sept nazal înalt. Unghiul facial nu depășește 70°. Cuta pleoapei superioare este puternic dezvoltată. Buzele au grosime medie, barba este proeminentă. Rasa albă este subdivizată după o serie de caractere (culoarea părului și ochilor etc.) în subrase: nordicii, est-europenii, mediteraneenii, alpinii, dinarii ș.a.

2. **Rasa galbenă (xantodermă)**, care se caracterizează prin piele de culoare galbenă până la brun, părul drept, rigid și cilindric, barbă și mustață slab dezvoltate, nasul, de regulă, turtit și puțin proeminent. Rasa galbenă ocupă o mare parte din continentul asiatic, iar în America ea a pătruns prin strâmtoarea Bering la sfârșitul epocii glaciare.

3. **Rasa neagră (melanodermă)**, care se caracterizează prin piele de culoare neagră sau brună, părul creț sau lănos, fața puțin păroasă, nas turtit și larg, buze groase, bărbia moderat dezvoltată. Femeile au sânii conici. Rasa este subdivizată în subrase (etiopienii, pigmeii ș.a.).

Rasele umane au apărut ca rezultat al izolării geografice și socioculturale (limbajul, religia) a populațiilor. Din timpuri străvechi, populațiile și grupurile sociale de oameni s-au răspândit în întreaga lume, venind în

contact unele cu altele. Dar din punctul de vedere al caracteristicilor și capacităților, rasele umane sunt identice și sunt supuse evoluției în aceeași măsură. Reprezentanții diferitor rase se pot încrucișa nelimitat, au aceleași boli. Actualmente s-a produs un amestec masiv al raselor, cauzat de migrațiile imense ale populațiilor și de procesul de globalizare.

Extensiune:

În anul 2022, Premiul Nobel pentru Fiziologie sau Medicină a fost atribuit suedezului Svante Pääbo, cel care a efectuat secvențierea genomului Omului de Neanderthal. Lucrările cercetătorului despre evoluția umană au dus la apariția unei noi discipline, *paleogenomica*.

Grație secvențierii ADN-ului unui os descoperit în Siberia, în 2008, cercetătorul a relevat și existența altui hominid distinct, necunoscut până atunci, Omul de Denisova (*Homo denisovensis*). Savantul susține că a avut loc un transfer de gene de 2 % între acești hominizi dispăruți (rude apropiate cu neanderthalienii) și *Homo sapiens*.



1 • Definește noțiunile: *antropogeneză*, *centru de origine*, *neantropi*.

2 • Completează spațiul din tabel cu informația omisă. (Se realizează în caiet.)

Taxoni	Denumirea grupelor taxonomice	Caracteristici
Regnul	Animalia	Organisme eucariote heterotrofe cu nutriție holozoică
Încregătura	Chordata	-----
Subîncregătura	-----	Coloană vertebrală
-----	-----	Glande mamare, păr
-----	Primate	Creier bine dezvoltat, mâini ce pot apuca
Familia	-----	Creier mare, locomoție bipedă
-----	-----	Față turtită (plată), bărbie cu proeminență (proeminență mentoniană), nări situate în partea inferioară a nasului

3 • Alcătuiește un material didactic ilustrativ pe baza unei hărți geografice, în care să prezinți căile evolutive posibile ale omului.

4 • Reprezintă într-un tabel factorii care au contribuit la evoluția omului.

- 5** • Completează schema de mai jos cu asemănările și deosebirile dintre factorii biologici și factorii sociali ai evoluției omului. (Se realizează în caiet.)

Asemănări

1. _____
2. _____
3. _____

Deosebiri



Factori biologici

Criterii

Factori sociali

_____	← _____ →	_____
_____	← _____ →	_____
_____	← _____ →	_____

- 6** • Prezintă într-un tabel dovezi despre originea animală a omului.
- 7** • Elaborează, consultând diferite surse informaționale, o prezentare Power Point cu tema Originea omului.
- 8** • Realizează o schemă cu etapele dezvoltării civilizației.
- 9** • Prezintă argumente pro și contra cu referire la originea monocentrică și policentrică a omului.
- 10** • Scrie un argument în favoarea afirmației lui F. Engels: Munca l-a creat pe om.

TEST SUMATIV (se realizează în caiet)

la modulul „Evoluția organismelor pe Terra. Evoluția omului”

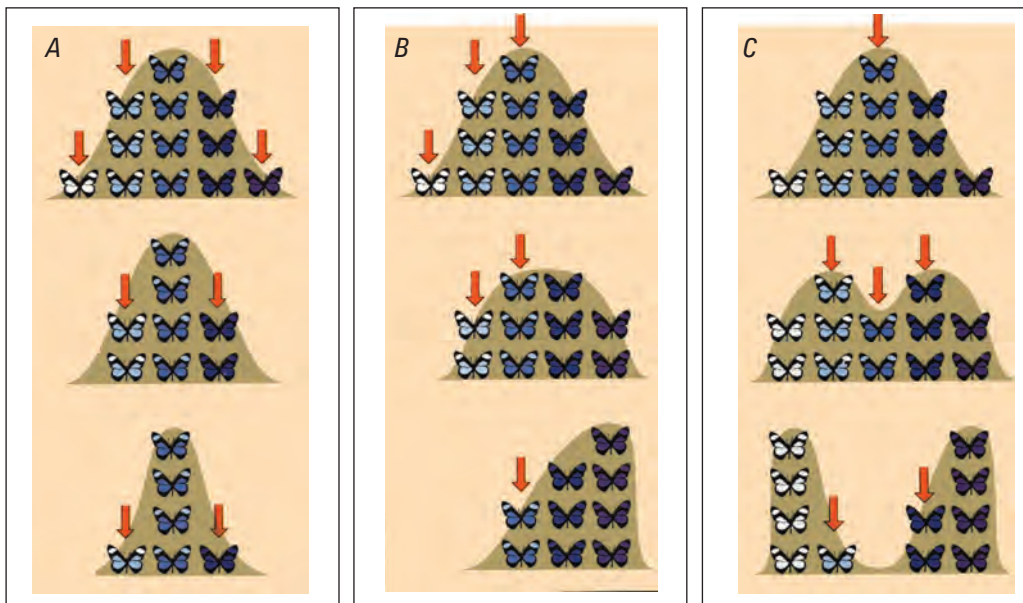
(profil real)

1 Scrie definițiile pentru următoarele noțiuni: *evoluție, rudimente, atavisme, selecție naturală, antropogeneză.*

2 Reprodu tabelul ce reprezintă poziția sistematică a omului și completează-l cu cel puțin 4 unități taxonomice în ordine ierarhică.

Taxoni	Denumirea grupelor taxonomice	Caracteristici

3 Denumeste formele selecției naturale prezentate în schemele de mai jos și scrie caracteristicile fiecărei forme.



4 Prezintă într-un tabel câte 3 exemple de adaptări la factorii de mediu (temperatură) ale plantelor și animalelor din localitatea ta.

5 Completează schema.

Asemănări

1. _____
2. _____
3. _____

Deosebiri



Organe analoage

Criterii

Organe omoloage

_____	← _____ →	_____
_____	← _____ →	_____
_____	← _____ →	_____

6 Indică cel puțin 3 condiții, după părerea ta, care sunt necesare pentru apariția și menținerea vieții, argumentând răspunsul prin metoda SWOT.

PROFIL REAL

Barem de notare		
Punctaj acordat	S ₁ – 5 puncte	(câte 1 punct pentru fiecare noțiune corectă)
	S ₂ – 12 puncte	(câte 1 punct pentru fiecare taxon, denumirea taxonului și caracteristica lui principală)
	S ₃ – 9 puncte	(câte 1 punct pentru fiecare denumire corectă; câte 2 puncte pentru fiecare caracteristică completă sau câte 1 punct pentru fiecare caracteristică incompletă)
	S ₄ – 6 puncte	(câte 1 punct pentru fiecare adaptare corectă; sunt necesare 3 adaptări pentru plante și 3 adaptări pentru animale)
	S ₅ – 9 puncte	(câte 1 punct pentru fiecare criteriu de asemănare; câte 2 puncte pentru fiecare pereche de deosebiri ale organelor analoage și omoloage; câte 1 punct pentru fiecare pereche de deosebiri, fără evidențierea criteriului de comparație)
	S ₆ – 9 puncte	(câte 1 punct pentru fiecare argument; câte 2 puncte pentru fiecare argumentare corectă completă; câte 1 punct pentru fiecare argumentare corectă incompletă)

Scală de notare

Punctaj	15,1 – 19,99	20 – 24,99	25 – 29,99	30 – 34,99	35 – 39,99	40 – 44,99	45 – 50
Notă	4	5	6	7	8	9	10

Unități de competență

PROFIL REAL

Abordare

Conservarea biodiversității și asigurarea unei dezvoltări durabile reprezintă o problemă majoră a contemporaneității. De soluționarea lor depinde în ce măsură generațiile următoare vor putea beneficia de bogățiile naturii. Din aceste considerente, este bine să cunoști particularitățile interacțiunii organismelor cu mediul înconjurător, rolul omului în protecția ecosistemelor terestre și acvatice. De atitudinea fiecăruia dintre noi depinde menținerea echilibrului dinamic în natură.

- Distingerea nivelurilor de integrare și organizare a viului;
- Definirea noțiunilor de populație, biocenoză, biosferă, ecosistem, lanț trofic, rețea trofică, piramidă ecologică;
- Descrierea organizării materiei vii la diferite niveluri;
- Analiza lanțurilor trofice din diverse ecosisteme;
- Stabilirea legăturilor dintre diferite grupe de organisme în cadrul unor ecosisteme;
- Identificarea ecosistemelor naturale și artificiale;
- Compararea diferitor tipuri de ecosisteme;
- Recunoașterea factorilor poluanți ai mediului;
- Argumentarea necesității protecției mediului ambiant;
- Estimarea rolului organismelor în circuitul substanțelor în natură;
- Estimarea consecințelor încălzirii globale a planetei;
- Planificarea acțiunilor de conservare a biodiversității vegetale și animale.

Unități de conținut

PROFIL REAL

- 4.1. Niveluri de integrare și organizare a materiei vii
- 4.2. Organizarea materiei vii
- 4.3. Ecosisteme naturale. Ecosistemul terestru-aerian
- 4.4. Ecosisteme naturale. Ecosistemul acvatic
- 4.5. Ecosisteme artificiale. Agroecosisteme
- 4.6. Relații trofice și piramide ecologice
- 4.7. Echilibrul dinamic în cadrul ecosistemului
- 4.8. Poluarea ecosistemului terestru-aerian și protecția lui
- 4.9. Poluarea ecosistemului acvatic și protecția lui

Test sumativ

Unități de competență

PROFIL UMANISTIC

- Distingerea nivelurilor de integrare și organizare a viului;
- Definirea noțiunilor de populație, biocenoză, biosferă, ecosistem, lanț trofic, rețea trofică, piramidă ecologică;
- Analiza lanțurilor trofice din diverse ecosisteme;
- Stabilirea legăturilor dintre diferite grupe de organisme în cadrul unor ecosisteme;
- Identificarea ecosistemelor naturale și artificiale;
- Compararea diferitor tipuri de ecosisteme;
- Planificarea acțiunilor de conservare a biodiversității vegetale și animale.

Modulul 4

ECOLOGIA ȘI PROTECȚIA MEDIULUI

Unități de conținut

PROFIL UMANISTIC

- 4.1. Niveluri de integrare și organizare a materiei vii
 - 4.2. Organizarea materiei vii
 - 4.3. Ecosisteme naturale. Ecosistemul terestru-aerian
 - 4.4. Ecosisteme naturale. Ecosistemul acvatic
 - 4.5. Ecosisteme artificiale. Agroecosisteme
 - 4.6. Relații trofice și piramide ecologice
 - 4.7. Echilibrul dinamic în cadrul ecosistemului
- Test sumativ

Materia în natură nu este distribuită la întâmplare, ci este organizată în corpuri materiale. Materia vie se caracterizează prin anumite particularități, printre care:

- **organizare** – construirea unui ansamblu de elemente și fenomene care se află în strânsă interacțiune și se subordonează întregului (totalitatea organelor care participă la digestia produselor alimentare formează sistemul digestiv; totalitatea sistemelor vitale alcătuiesc organismul);
- **structură** – mod de organizare internă, de alcătuire a sistemului, în care se stabilesc relații spațiale interdependente între componentii săi (de exemplu, fiecare parte componentă a sistemului digestiv [cavitatea bucală, stomacul, intestinul, ficatul etc.] are o anumită structură, determinată de funcțiile exercitate în cadrul acestui sistem; fiecare organism se caracterizează printr-o anumită structură, determinată de nivelul său de organizare);
- **funcție** – activitatea desfășurată de un element care duce la menținerea întregului (fiecare organ în cadrul sistemului digestiv are una sau mai multe funcții, care asigură prelucrarea complexă și valorificarea produselor alimentare; fiecare sistem de organe exercită o anumită funcție [sau mai multe funcții], care asigură existența organismului).

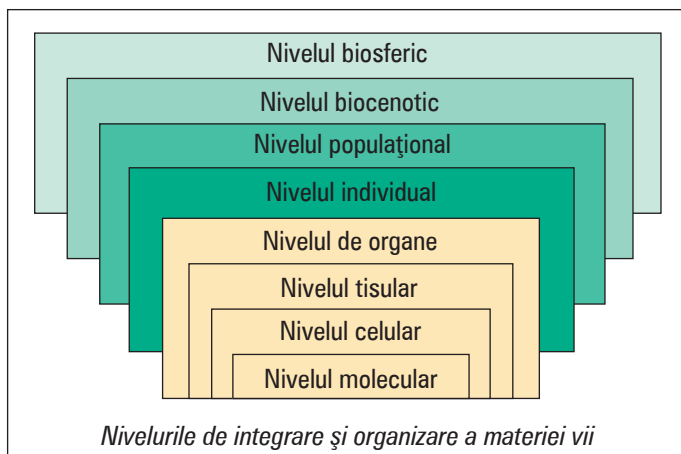
Materia vie cunoaște niveluri de integrare și niveluri de organizare.

Nivelurile de integrare reflectă o anumită calitate a materiei. Ele pot include atât sisteme nevii (particule elementare, atomi, molecule), cât și sisteme vii (celule, țesuturi, organe). La aceste niveluri, viața poate fi investigată, dar nu poate exista propriu-zis, deoarece nu sunt valide toate însușirile viului. Printre aceste niveluri pot fi menționate:

- *nivelul molecular* – reprezentat prin molecule de ADN și proteine în cadrul unei anumite celule;
- *nivelul celular* – reprezentat prin diferite tipuri de celule în cadrul unui țesut;
- *nivelul tisular* – reprezentat prin diferite tipuri de țesuturi în cadrul unui organ;
- *nivelul de organe* – reprezentat prin diferite organe în cadrul unui organism.

Culturile izolate de celule, țesuturi sau organe pot fi menținute în afara organismului (*in vitro*) timp îndelungat. Însă aceste sisteme nu se pot dezvolta independent, deoarece nu posedă toate însușirile viului (de exemplu, autoreglarea, autoreproducerea etc.).

Nivelurile de integrare contribuie la organizarea vieții. Însă doar acele niveluri care posedă un caracter de universalitate alcătuiesc **nivelurile de organizare**. Ele au o organizare specifică, proprie numai sistemelor biologice, în cadrul cărora se realizează toate însușirile viului. Printre aceste tipuri de niveluri pot fi menționate:



- *nivelul individual* – reprezentat prin anumiți indivizi, fie monocelulari (amiba, parameciul, clorela etc.), fie pluricelulari (mazărea, cartoful, lupul, maimuța etc.);
- *nivelul populațional* (sau al speciei) – reprezentat prin populații de indivizi sau prin alte forme de existență a speciei (familia de lei, bancul de pești, herghelia de cai etc.);
- *nivelul biocenotic* – reprezentat prin diferite biocenoze (acvatică, de uscat etc.);
- *nivelul biosferic* – reprezentat prin biosfera Terrei, care există grație circuitelor biogeochemice ale materiei și energiei.

Materia vie este organizată astfel încât realizează funcții ce reprezintă esența vieții. Viața, fiind foarte complexă, se caracterizează prin:

1. Programul genetic

Programul genetic reprezintă totalitatea informației ereditare, acumulată pe parcursul evoluției istorice, ce determină existența speciei în anumite condiții ale mediului înconjurător. Această informație este stocată și mai apoi valorificată prin intermediul acizilor nucleici (ADN și ARN). Mecanismele foarte precise de realizare a programului genetic asigură supraviețuirea fiecărui individ, perpetuarea speciei etc.

Programele pot fi divizate în:

a) *programe pentru sine*, care asigură existența vietuitoarelor (asimilarea hranei, apărarea organismului de dușmani, adaptarea la factorii climatici etc.);

b) *programe inferioare*, care asigură existența elementelor constitutive în cadrul unei structuri mai complexe (programele organelor celulare pentru celulă, ale celulelor pentru țesuturi, ale țesuturilor pentru organe etc.);

c) *programe superioare*, care asigură existența unui nivel de organizare superior, chiar și în defavoarea anumitor organisme (reproducerea organismelor: unii pești, după ce au migrat la distanțe foarte mari și au depus icre, pier, servind ca hrană pentru puietii lor).

2. Autoreproducerea

Autoreproducerea reprezintă capacitatea organismelor vii de a forma copii mai mult sau mai puțin identice cu formele parentale. Ea se realizează pe diferite căi – fie *asexuată* (fragmente de tal sau miceliu, înmugurire, spori, rădăcini sau tulpini modificate etc.), fie *sexuată* (prin contopirea a două celule specializate – gameți). În procesul reproducerii asexuate, descendența este mai omogenă, pe când în urma reproducerii sexuate, se poate depista o mai mare diversitate de organisme. Aceste organisme îmbină caracterele ambelor forme parentale.

Tipul de reproducere depinde de mai mulți factori: gradul de dezvoltare a organismului, durata ciclului vital, prolificitatea, adaptarea la condițiile mediului etc.

3. Integralitatea

Această însușire a materiei vii asigură comportamentul unui sistem integral în relația sa cu mediul înconjurător, păstrând totodată individualitatea fiecărui element care constituie acest sistem. De exemplu, organismul uman reprezintă un organism integral, însușirea aceasta fiind asigurată de organele ce exercită diferite funcții. Biocenoza, de asemenea, funcționează ca un sistem integral doar grație elementelor sale principale: producătorii, consumatorii și descompunătorii.

4. Eterogenitatea

Eterogenitatea asigură diversitatea structurală și funcțională a sistemelor biologice. Fiind un întreg, fiecare sistem biologic este alcătuit din numeroase elemente identice sau diferite, care, prin diverse conexiuni, îi asigură existența. Eterogenitatea asigură adaptabilitatea sistemului, indiferent de nivelul lui de organizare (diversitatea organelor în cadrul organismului vegetal sau animal; diversitatea organismelor după vârstă sau sex în cadrul populației).

Eterogenitatea determină instalarea echilibrului dinamic. Din aceste considerente, eterogenitatea nu poate fi nelimitată.

5. Echilibrul dinamic

Echilibrul dinamic reprezintă însușirea viului de a se afla într-un permanent schimb de materie și de energie cu mediul înconjurător, ca urmare asigurându-se autoreînnoirea continuă. El îmbină în sine două caracteristici aparent incompatibile: stabilitatea și variabilitatea.

Această însușire asigură organizarea sistemelor biologice prin micșorarea entropiei.

6. Autoreglarea

Sistemele biologice își mențin echilibrul dinamic cu propriile posibilități, asigurând controlul și coordonarea automată. La diferite niveluri de organizare a materiei vii există diverse mecanisme de autoreglare, la baza cărora se află principiul conexiunii inverse (*feedback*): la nivel individual, autoreglarea se realizează sub controlul nemijlocit al sistemului nervos și al celui umoral; la nivel de biocenoză, capacitatea de autoreglare este determinată de rețelele trofice etc.

7. Caracterul informațional

Materia vie are un caracter informațional, care reprezintă capacitatea de a recepționa, de a stoca și de a transmite informația în cadrul sistemului. Informația poate fi transmisă pe diferite căi:

a) *fizică* – prin intermediul sunetelor (de exemplu, la delfini, chiroptere), al culorii (de exemplu, la pești, reptile);

b) *chimică* – prin intermediul substanțelor atractive și/sau repelente (de exemplu, la insecte, reptile, mamifere);

c) *biologică* – prin comportament (în special, în perioada nupțială, dar nu numai) (de exemplu, la mamifere, păsări, pești, insecte).

Recepționarea informației depinde de nivelul de organizare a organismelor.

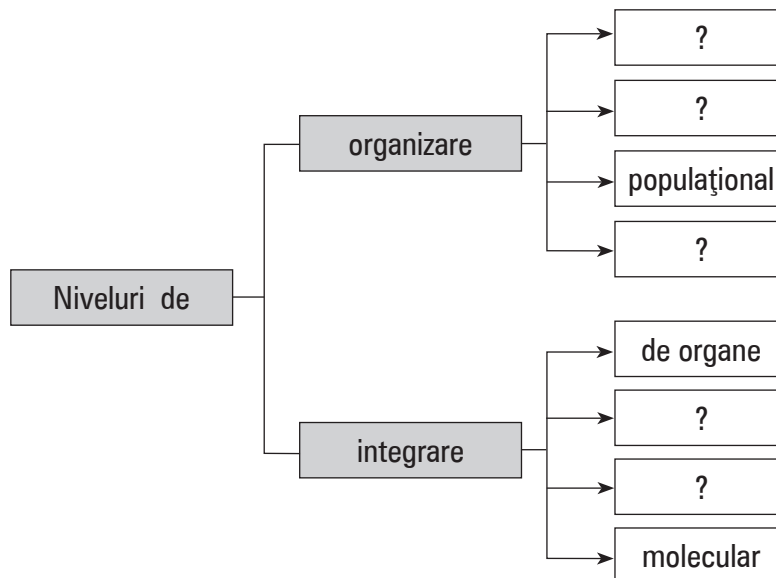
Informația se transmite în exces, deoarece nu toată informația ajunge la destinație.

8. Finalitatea răspunsurilor

Finalitatea răspunsurilor presupune capacitatea organismelor de a răspunde de fiecare dată adecvat la condițiile variabile ale mediului. Având această capacitate, organisme se adaptează la condițiile de mediu.



1 • Reprodu în caiet schema și completează-o cu informația omisă.



2 • Enumeră caracteristicile vieții și descrie esența lor, prezentând informația în schema „Păianjen”.

- 3** • Elaborează o hartă sistemică cu niveluri de integrare și organizare a lumii vii pentru un exemplu concret.
- 4** • Completează în caiet tabelul ce reflectă căile de comunicare între organisme, utilizând date din surse informaționale: internet, literatură de specialitate, literatură artistică, observații proprii.

Organisme \ Calea de comunicare	Chimică	Fizică	Biologică
Căprioare			
Albine			
Lupi			

- 5** • Exclde intrusul și explică printr-o frază de ce l-ai exclus.

a

celulă, individ, populație,
biocenoză, biosferă

b

molecular, celular, tisular,
de organe, individual

- 6** • Citește afirmațiile de mai jos, care sunt constituite din două părți, ambele adevărate.
• Încercuiește DA, dacă partea a doua explică prima parte, și NU, dacă partea a doua nu o explică pe prima.
• Scrie afirmația corectă. (Se realizează în caiet.)

A

DA NU Nivelul individual reprezintă un nivel de organizare a viului, deoarece în cadrul lui se manifestă toate însușirile viului.

B

DA NU În cadrul sistemelor biologice, informația se transmite, de fiecare dată, în exces, deoarece informația transmisă contribuie la adaptarea organismelor la factorii de mediu.

- 7** • Prezintă cel puțin 2–3 argumente care ar justifica înmulțirea vegetativă pentru reproducerea indivizilor valoroși, evidențiind avantajele și dezavantajele acestui proces.
- 8** • Alcătuieste câte un rebus în care să prezinți:
a) cel mai înalt nivel de organizare a lumii vii;
b) nivelul inferior de organizare a lumii vii.
- 9** • Prezintă consecințele dereglării echilibrului dinamic dintr-un ecosistem terestru sau acvatic din localitate, utilizând metoda SWOT.

După cum s-a menționat anterior, viața poate exista la diferite niveluri de organizare. Nivelul inferior de organizare este reprezentat de individ (organism). Diversitatea relațiilor organismului cu mediul înconjurător îi asigură existența. Niciun individ nu poate exista independent de factorii de mediu. Spațiul fizic în care trăiește organismul și complexul de factori ecologici care acționează asupra lui constituie **habitatul** acestui organism. Astfel, habitatul reprezintă locul în care își desfășoară activitatea un anumit organism.

În cadrul nivelurilor superioare de organizare a materiei vii, cum ar fi populația, biocenoza și biosfera, organismele manifestă capacități avansate de adaptare. În acest caz, pe lângă adaptările individuale, organismele își formează și adaptări de grup.

Totalitatea indivizilor unei specii care se aseamănă prin trăsături morfologice și fiziologice, determinate genetic, ocupă un anumit teritoriu în cadrul arealului speciei și există relativ izolați de grupurile similare de indivizi se numește **populație**.

Particularitățile fiecărei populații sunt determinate de natura speciei, mobilitatea indivizilor, sursele de hrană, factorii climatici, relațiile intraspecifice și interspecifice, gradul de adaptabilitate a organismelor etc. În același timp, fiecare populație poate fi caracterizată după anumite trăsături distincte, și anume:

1. **Arealul** – arie specifică ocupată de indivizii populației.

În cadrul arealului, mărimea numerică a populației este determinată de mai mulți factori, printre care gradul de mobilitate a organismelor, sursa lor de hrană etc. De exemplu, unele animale (renii, bizonii, rațele sălbatice), în anumite perioade ale anului, se pot deplasa pe sute și mii de kilometri, pe când alte organisme (majoritatea plantelor, corali, actiniile) nu-și modifică arealul inițial.

Populațiile își aleg teritoriul în funcție de anumiți factori geografici (râuri, lanțuri muntoase, mlaștini), sursa de hrană, specializarea organismelor etc.

2. **Efectivul** – numărul total de indivizi de pe un teritoriu.

Efectivul unei populații depinde de diferiți factori, printre care: particularitățile speciei, sursa de hrană, îngrijirea urmașilor, adaptabilitatea indivizilor, schimbările sezoniere, prolificitatea organismelor etc. Populațiile unor specii pot fi alcătuite din zeci de indivizi (de exemplu, populațiile leilor), iar altele – din zeci de mii (de exemplu, populațiile peștilor, ale insectelor).

3. **Densitatea populației** – numărul de indivizi pe o unitate de suprafață sau volum.

Ea reprezintă raportul dintre efectivul populației și arealul ocupat de indivizii ei. Se poate măsura în unități (numărul de indivizi) sau biomasă, exprimată la o unitate de suprafață (km^2 , ha) sau volum (m^3).

4. **Natalitatea** – numărul de indivizi care au apărut în urma reproducerii într-o anumită perioadă de timp.

Natalitatea este influențată de o serie de factori, printre care: raportul dintre sexe, numărul de indivizi maturi, durata ciclului vital, raportul dintre perioada de reproducere și durata vieții, prolificitatea organismelor (o scrumbie depune circa 40 de mii de icre, un somon – circa 1500, iar un rechin – câteva unități), îngrijirea urmașilor, clima, prezența răpitorilor etc.

5. **Mortalitatea** – numărul de indivizi ai populației care au pierit într-o anumită perioadă de timp.

Ea reprezintă latura opusă a natalității, fiind determinată, de altfel, de aceiași factori ai mediului înconjurător. Piereea în masă a indivizilor este provocată mai ales de răpitori, paraziți și diverse boli infecțioase. Rata mortalității diferă la diverse etape ale ontogenezei. Cea mai afectată etapă este stadiul de pui, în timpul căreia indivizii sunt expuși celui mai mare pericol. Organismele adulte sunt mai rezistente și mai bine adaptate la mediul înconjurător.

6. **Creșterea numerică a populației** – diferența dintre natalitate și mortalitate.

Ea poate fi pozitivă sau negativă.

7. **Ritmul de creștere** – adaosul numeric mediu într-o unitate de timp.

Modificările ritmurilor de creștere a populațiilor diferă de la o specie la alta. Schematic, ritmul de creștere ar putea fi redat printr-o curbă ce include o perioadă de adaptare, o creștere exponențială și o perioadă staționară. Dacă natalitatea nu depășește mortalitatea, poate urma un declin, existența populației fiind pusă în pericol.

8. **Structura de sex** – raportul dintre numărul de femele și numărul de masculi în cadrul populației.

În general, raportul dintre sexe este de 1:1. În natură însă, acest raport în populație se stabilește nu numai după legile genetice, ci și sub acțiunea mediului înconjurător. El poate să difere fie în favoarea femelelor (de exemplu, la ondatre, fazani, pițigoii), fie în favoarea masculilor (de exemplu, la pinguini, lilieci).

9. **Structura de vârstă** – raportul dintre indivizii de diferite vârste.

Structura de vârstă a populației este determinată de proprietățile biologice ale speciei și de acțiunea factorilor mediului înconjurător.

Dacă populația conține indivizi de toate vârstele, ea se numește *completă*, iar în cazul lipsei indivizilor de o anumită vârstă – *populație incompletă*. Populațiile complete se caracterizează prin stabilitate, independență și autoreglare sporită. Un rol deosebit în populații le revine indivizilor care au atins maturitatea sexuală și sunt capabili de reproducere. Prin reproducere se asigură restabilirea și menținerea efectivului populației.

10. **Structura etologică** reflectă relațiile dintre indivizii unei populații.

Unele dintre modurile de viață ale organismelor sunt prezentate în imaginile de mai jos.



Mod de viață solitar



Mod de viață familial



Mod de viață
colonial



Mod de viață în grup



Mod de viață
în turmă

Moduri de viață ale animalelor

Organismele vii care populează un anumit teritoriu nu reprezintă o totalitate de elemente autonome, ci un întreg, alcătuit în baza relațiilor interdependente. Totalitatea plantelor, animalelor, ciupercilor și microorganismelor, unite prin conexiuni într-un întreg, formează o **biocenoză** (din lat. *bios* – „viață”; *koinos* – „în comun”), iar teritoriul populat de o biocenoză formează **biotopul** (din lat. *bios* – „viață”; *topos* – „loc”).

Biocenoza reprezintă un nivel de organizare a lumii vii superior populațiilor. Ea este alcătuită dintr-un număr diferit de specii. Toate aceste specii, direct sau indirect, asigură existența biocenozei. În funcție de speciile caracteristice biocenozelor, ele pot avea dimensiuni diferite. Dimensiunile biocenozelor variază în limite foarte mari, de exemplu, de la un trunchi de copac până la pădure; de la o baltă până la mare etc.

Fiecare biocenoză, indiferent de natura sa (*naturală* – bazin acvatic, pădure etc.; *artificială* – livadă, lan de grâu etc.) și dimensiuni, se caracterizează printr-o organizare generală comună.



Exemple de biocenoze



Structura unei biocenoze

• Elementele structurale principale

1. *Producători* – organisme care asigură sinteza substanței necesare pentru existența biocenozelor. În majoritatea biocenozelor naturale, în calitate de producători principali sunt organisme fotosintetizante: plantele vasculare în biocenozele terestre sau algele în biocenozele acvatice.

2. *Consumatori* – organismele care asigură transformarea succesivă a substanțelor organice. Consumatorii biocenozelor sunt reprezentați de diferite grupuri de animale, inclusiv de om. Diversitatea consumatorilor este foarte mare, drept urmare a adaptării la condițiile de trai. Aceștia se pot clasifica în:



2.1. *consumatori primari* – animale care se hrănesc cu țesuturi vegetale (fitofagi);

2.2. *consumatori secundari* – animale care se hrănesc cu alte animale fitofage (carnivori);

2.3. *consumatori terțiari* (consumatori de vârf) – animale care se hrănesc cu consumatorii primari și/sau secundari (de exemplu, păsările răpitoare).

În funcție de sursa de hrană utilizată, se deosebesc două tipuri principale de consumatori: *biofagi* (consumatori de hrană vie; de exemplu, larvele unor insecte) și *saprofagi* (consumatori de substanță organică moartă; de exemplu, unele ciuperci).

3. *Reducători* – organisme care cauzează degradarea (mineralizarea) substanțelor organice. De regulă, microorganismele (ciupercile de mușci, bacteriile) și anumite animale și plante cauzează descompunerea resturilor organice ale plantelor și animalelor.



• Grupele principale de organisme

1. *Organisme autotrofe*. Aceste organisme își asigură sinteza substanțelor organice cu forțele proprii. Principalele organisme autotrofe sunt plantele verzi, care, pe contul energiei solare și al substanțelor anorganice (CO_2 , H_2O), contribuie la formarea unei biomase organice enorme și, în cele din urmă, asigură existența biocenozei. Aceste organisme se numesc fotoautotrofe (în afară de plantele verzi, din această grupă fac parte și algele care realizează o fotosinteză similară plantelor vasculare, dar și bacteriile fotosintetizante care utilizează CO_2 și H_2S pentru sinteza substanțelor organice).

Organisme autotrofe sunt și un grup de bacterii caracteristice solului, care utilizează pentru sinteza substanțelor organice din cele anorganice energia produsă de reacțiile chimice (oxidarea sulfului, fierului, azotului). Aceste bacterii (chemoautotrofe) au fost descoperite de savantul rus A.N. Vinogradski.

În condițiile lipsei de lumină și concentrației reduse sau lipsei totale de oxigen, bacteriile sunt unicele organisme care au capacitatea de a sintetiza substanțe organice, sinteză atât de necesară pentru existența biocenozei.

2. *Organisme heterotrofe*. Aceste organisme consumă substanțe organice deja sintetizate de alte organisme. Din această grupă fac parte animalele, ciupercile și majoritatea bacteriilor.

Organismele heterotrofe pot utiliza substanța organică a altor organisme, fie parazitând pe ele (organismele parazite), fie degradând resturile lor (organisme saprofite).

Marea diversitate a organismelor heterotrofe se explică prin adaptabilitatea înaltă a organismelor la diferite surse de hrană și ocuparea anumitor nișe ecologice.

• Indicii principali ai biocenozei

1. *Valoarea numerică* – totalitatea indivizilor (a speciilor) caracteristică unui biotop. Ea depinde de tipul speciilor din biocenoză, de gradul lor de adaptabilitate, de specializarea organismelor, de aria teritoriului ocupat etc. Valoarea numerică poate fi determinată după numărul de indivizi (specii) la o unitate de suprafață ce coincide cu arealul biocenozei.

Acest indice poate să reflecte neomogenitatea habitatului, determinată de condițiile favorabile de trai.

2. *Biomasa* – cantitatea de substanță organică a indivizilor (speciilor) care formează biocenoza. Ea se exprimă în unități de greutate (kg, tone) la o unitate de suprafață (m^2 , ha). Partea considerabilă din biomasa biocenzelor terestre revine plantelor superioare.

3. *Productivitatea* – biomasa organică ce se formează într-o unitate de timp. Evident, ea este determinată de activitatea plantelor ca producători principali.

Productivitatea biocenozei asigură reînnoirea biomasei organice. Această reînnoire este mult mai rapidă în biocenozele acvatice decât în cele terestre.

Partea globului pământesc (litosfera, hidrosfera și atmosfera) care este populată de organismele vii formează **biosfera**. În biosferă, grație circuitului biogeochimic global, reînnoirea biomasei se produce la fiecare 8 ani. Biomasa vegetală a uscatului se reînnoiește mai lent (în circa 14 ani), iar biomasa oceanului – cu mult mai repede. Masa organică în oceane se reînnoiește timp de 33 de zile, iar masa vegetală – în fiecare zi.



- 1 • Scrie definiția noțiunilor: *habitat, populație, biocenoză, biosferă*.
- 2 • Enumeră 4–5 caracteristici ale populației, reflectând esența lor printr-o propoziție.
- 3 • Citește afirmațiile de mai jos și încercuiește A, dacă afirmația este adevărată, sau F, dacă este falsă.
• Dacă ai încercuit F, scrie afirmația corectă. (Se realizează în caiet.)

A A F Populațiile ciclice reflectă repartizarea animalelor în cadrul arealului în funcție de sursa de hrană sau de adăpost.

B A F Populațiile ecologice reprezintă populațiile ce se reproduc sexuat în urma încrucișării libere a indivizilor.

- 4 • Scrie în fața literelor din coloana A, ce indică nivelurile nutriționale într-o fâneauță, cifrele corespunzătoare din coloana B, ce indică organismele acestor niveluri. (Se realizează în caiet.)

A

_____ a) consumatori primari
_____ b) consumatori secundari de ordinul II
_____ c) consumatori terțiari
_____ d) consumatori secundari de ordinul I
_____ e) producători primari

B

1. ulii
2. plante ierboase
3. pițigoi
4. ploșnițe
5. păianjeni
6. bondari
7. rândunele

- 5 • Alcătuieste o schemă în care să redai diversitatea organizării populaționale a indivizilor.
- 6 • Completează schema de mai jos cu deosebirile dintre organismele autotrofe și organismele heterotrofe, evidențiind criteriile de comparație. (Se realizează în caiet.)

Deosebiri		
Organisme autotrofe		Organisme heterotrofe
Criterii		
_____	← _____ →	_____
_____	← _____ →	_____
_____	← _____ →	_____

- 7 • Explică în 5–7 propoziții de ce pentru protejarea biosferei este necesară menținerea biodiversității.
- 8 • Redactează un raport despre aclimatizarea cerbului pătat sau a zimbrului în pădurile Moldovei, evidențiind beneficiile și riscurile acestei aclimatizări.
- 9 • Citește următoarea afirmație:
În multe zone agricole, arderea miriștii după recoltarea culturilor agricole reprezintă o practică obișnuită de eliberare a terenului de resturile vegetale, având consecințe negative asupra populațiilor de organisme din ecosistem.
• Propune cel puțin 3 soluții sustenabile pentru gestionarea resturilor vegetale pe terenurile agricole.

Ecosistemul reprezintă un complex ecologic unitar, rezultat din interacțiunea organismelor vii și a factorilor abiotici (temperatura, precipitațiile atmosferice, radiațiile naturale, vântul, solul etc.). Astfel, ecosistemul este alcătuit din totalitatea speciilor (*biocenoză*) ce populează un anumit teritoriu (*biotop*): $\text{ecosistem} = \text{biotop} + \text{biocenoză}$.

Termenul **biotop** a fost propus de savantul german F. Dahl, în 1908, pentru a denumi locul de viață al unei biocenoze. Termenul **biocenoză** a fost propus, în 1877, de zoologul german K. Möbius, pentru definirea asocierii speciilor de plante și de animale care interacționează și populează un anumit teritoriu (mediu delimitat).

Savantul englez A. Tansley a propus, în 1935, termenul **ecosistem**, pentru a desemna unitatea elementară fundamentală a biosferei, formată din biotop (mediul ambiant în care trăiesc organismele) și biocenoză (totalitatea organismelor animale și vegetale care populează biotopul). Între biotop și biocenoză există un schimb permanent de substanță și energie.

Fiecare ecosistem se caracterizează prin elemente constitutive (faună, floră, precum și factori fizico-chimici), structură (distribuire spațială), mărime (limite de răspândire), funcționalitate (relații interdependente între componentele sale).

Ecosistemele pot fi diferențiate după mai multe criterii:

- **Mărime:**

- microecosistem (un arbore);
- mezoecosistem (o pădure);
- macroecosistem (un ocean);
- ecosferă (planeta Pământ).

- **Mediu:**

- terestre (se formează pe uscat);
- acvatic (se formează în bazinele acvatice);
- cavernicole (se formează în peșteri).

- **Origine:**

- naturale (păduri tropicale, deșerturi, râuri etc.);
- seminaturale (rezervații naturale pentru aclimatizarea animalelor aflate pe cale de dispariție, parcuri);
- artificiale (lanuri de cereale, livezi, iazuri etc.).

Distribuția spațială și temporală a elementelor ecosistemului asigură structura acestuia. Ecosistemul se caracterizează prin:

- structură de biotop – reflectă diversitatea speciilor în funcție de mediul fizic;
- structură spațială – reflectă configurația ecosistemului în funcție de repartizarea elementelor în spațiu fizic;
- structură biocenotică – reflectă relația dintre organisme în funcție de specie;
- structură biochimică – reflectă interacțiunea dintre organisme (specii) prin intermediul produselor metabolice;
- structură trofodinamică – reflectă migrarea fluxului de materie și energie etc.

Ecosistemele terestre-aeriane sunt considerate cele mai diverse după componentele lor ecologice. Viața pe uscat a determinat formarea unor adaptări ale plantelor și animalelor. La baza diferențierii ecosistemelor terestre se află diversitatea vegetației și prezența speciilor dominante.

Componentele principale ale structurii orizontale a ecosistemelor terestre sunt **consortțiile** și **sinuziile**.

Consortțiile reprezintă o parte structurală a ecosistemului de dimensiuni mici, care reunește indivizi de diferite specii. Acești indivizi nu pot exista unii fără alții.

Sinuziile reprezintă un complex de consorții ce întrunește mai multe populații.

Structura verticală a ecosistemelor terestre prezintă o stratificare (etajare) pronunțată. Ea este determinată de natura vegetației, dar include și particularitățile solului și ale faunei. Fiecare strat reprezintă doar o parte componentă a întregului sistem și nu poate funcționa autonom. În cadrul fiecărui strat (orizont), atât plantele, cât și animalele se adaptează la condițiile de trai. Divizarea ecosistemelor în straturi este în mare măsură convențională, deoarece între ele există un schimb permanent de materie și energie (căderea frunzelor sau fructelor, migrarea insectelor sau păsărilor etc.).



Stratificarea poate fi observată ușor într-o pădure de foioase, caracteristică teritoriului nostru. În aceste păduri se pot distinge trei straturi principale:

1. *stratul subteran* – format din rădăcinile plantelor, numeroase artropode, microorganisme etc.;
2. *stratul de la suprafața solului* – format din covorul de iarbă, ciuperci, artropode, reptile, mamifere etc.;
3. *stratul suprateran* – format din diferiți arbori și arbuști, păsări, unele mamifere etc.

În cadrul ecosistemului terestru există o anumită distribuție a organismelor.

Această distribuție poate fi:

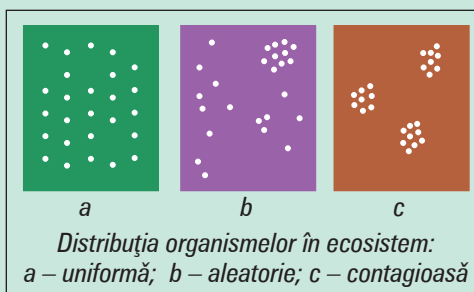
- *uniformă* – organismele sunt repartizate la o distanță egală unele față de altele (se întâlnesc rar în ecosistemele naturale);

- *aleatorie* – organismele sunt repartizate la întâmplare unele față de altele;

- *contagioasă* – organismele sunt grupate în comunități.

Particularitățile ecosistemelor terestre sunt determinate, în mare măsură, de tipul vegetației și de animalele ce exercită o acțiune considerabilă asupra acesteia prin intermediul *pășunatului, distrugerii semințelor și transformării solului*.

Starea covorului vegetal poate fi influențată de animalele fitofage, anumite insecte și unele rozătoare. Diferite specii de animale care se hrănesc cu semințe (animale granivore) asigură răspândirea acestora, dar, totodată, irosesc fondul de semințe necesar pentru restabilirea vegetației. În acest proces distructiv sunt implicate și numeroase ciuperci de mucegai, care provoacă distrugerea semințelor.



Animalele participă activ la transformarea solului prin săparea galeriilor subterane, depozitarea substanțelor organice, deplasarea substanțelor organice și minerale, descompunerea resturilor vegetale și animale etc.

Fiecare ecosistem este format din două componente: *producția primară* și *producția secundară*. Producția primară este asigurată de plante, datorită sintezei substanțelor organice din cele anorganice, iar producția secundară reprezintă biomasa obținută de organisme heterotrofe în procesul consumării substanței organice.

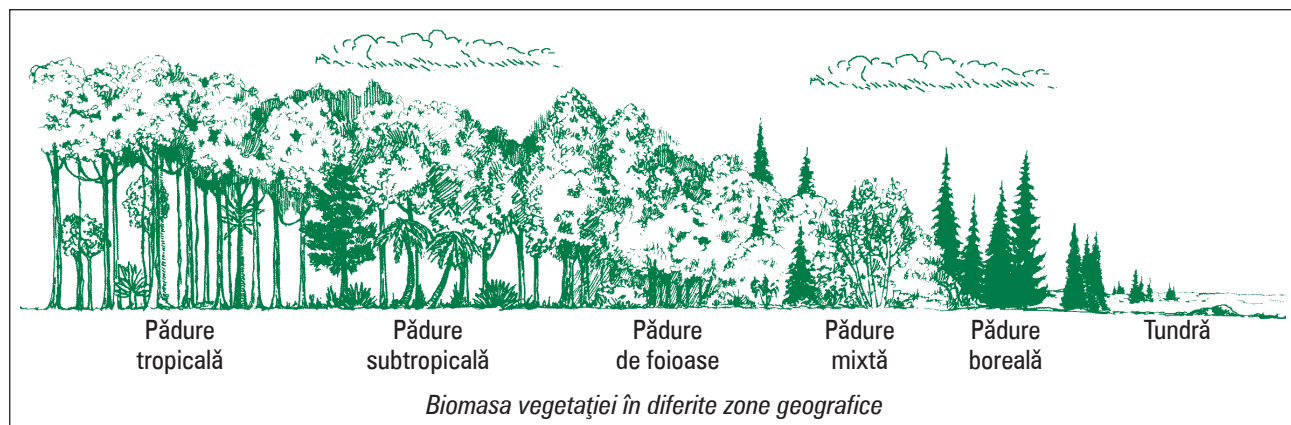
Producția primară netă (cantitatea de biomasă vegetală obținută în cadrul fotosintezei, cu excepția pierderilor pentru întreținere) variază de la un ecosistem la altul (vezi tabelul).

Producția primară netă a unor ecosisteme naturale terestre

Tipul ecosistemului	Producția primară netă (grame de substanță uscată/m ² /an)
Deșert cald	3
Desiș de arbuști în deșert cald	70
Tundră	140
Pădure boreală de conifere	520
Pajiște temperată	560
Pajiște tropicală	700
Pădure mixtă cu climă temperată	1000
Pădure de conifere	1500
Pădure tropicală	2000

Producția primară a ecosistemelor terestre, spre deosebire de a celor acvatice, depinde de numărul de specii vegetale și de o gamă de factori, printre care: cantitatea de precipitații atmosferice, temperatura mediului înconjurător, relațiile intraspecifice și interspecifice, capacitatea de autoreglare etc.

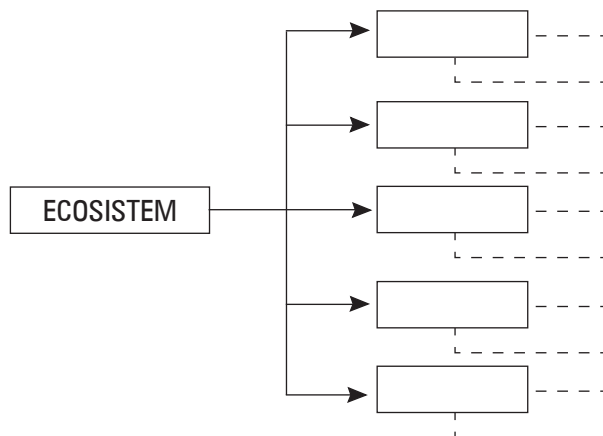
Cantitatea de biomasă și diversitatea speciilor în ecosistemele terestre crește de la polii Terrei spre ecuator. Spre exemplu, în tundră există circa 500 de specii de plante, în zona de stepă – până la 2000 de specii, iar în pădurile tropicale – peste 8000 de specii (vezi schema).



În cadrul ecosistemelor terestre, fiecare organism ocupă *nișa sa ecologică* – complexul factorilor de mediu (biotici și abiotici) cu care interacționează. Datorită acestui fapt, în ecosistemele terestre există diverse plante și animale ce posedă un grad înalt de adaptabilitate la condițiile mediului înconjurător. În urma conviețuirii, organismele (vegetale și/sau animale) s-au obișnuit să utilizeze rațional posibilitățile biotopului lor. Astfel au apărut diverse adaptări la sursa de hrană, umiditatea mediului, durata zilei, temperatură etc., care le ajută să supraviețuiască în condițiile respective de trai.



- 1 • **Definește termenii:** *ecosistem, biotop, biocenoză*.
- 2 • **Prezintă într-o schemă structurată logic tipurile de ecosistem pe baza a cel puțin 3 criterii.**
- 3 • **Completează în caiet schema de mai jos, notând:**
 - a) în dreptunghiurile prezentate cu linii continue – tipul structurilor ecosistemului;
 - b) în dreptunghiurile prezentate cu linii întrerupte – esența structurii corespunzătoare.



- 4 • **Prezintă grafic elementele componente ale straturilor verticale ale unui ecosistem terestru-aerian.**
- 5 • **Prezintă în cercurile Euler corelația dintre următoarele noțiuni:** *ecosistem, conșorții, sinuzii*. (În acest scop, utilizează exemple de ecosisteme din localitatea ta.)
- 6 • **Schițează tipurile de distribuție a organismelor într-un ecosistem din apropierea școlii sau a localității.** Notează cauzele care au determinat fiecare tip de distribuție a organismelor.
- 7 • **Elaborează un plan de acțiuni pentru ameliorarea stării unui ecosistem terestru-aerian din localitatea ta.**
- 8 • **Citește următoarea afirmație:**

Defrișarea pădurilor are consecințe negative la nivel local, regional și global.

 - **Propune soluții pentru rezolvarea acestei probleme la nivel local.**

Apa acoperă circa 70% din suprafața Pământului. Astfel, ecosistemele acvatice ocupă o suprafață cu mult mai mare decât ecosistemele terestre.

Ecosistemele acvatice se caracterizează printr-un șir de particularități, și anume:

- **Densitatea înaltă a apei și variațiile considerabile de presiune**

Densitatea apei determină deplasarea organismelor acvatice și variațiile de presiune. Pe măsură ce crește adâncimea bazinului, se mărește și presiunea (la fiecare 10 m cu circa 1 atm). Animalele acvatice (hidrobionții) pot suporta presiuni de până la 400–500 atm (peștii, crustaceele, moluștele).

- **Conținutul redus de oxigen (în comparație cu ecosistemele terestre)**

În fiecare bazin acvatic există molecule de oxigen sub formă de gaz (O_2) dizolvat în apă. Animalele acvatice (peștii, zooplanctonul) necesită oxigen pentru respirație. În cazul în care cantitatea oxigenului dizolvat în apă este insuficientă, animalele se sufocă și pier. Reducerea concentrației de oxigen dizolvat în apă până la mai puțin de 3 mg/l reprezintă un factor de pericol pentru majoritatea animalelor acvatice.

Deoarece apa caldă reține mai puțin oxigen decât apa rece, perioada caniculară reprezintă un pericol critic pentru pești și zooplancton, deoarece concentrația oxigenului dizolvat în apă scade considerabil. De exemplu, la temperatura de 25 °C, cantitatea maximă de oxigen dizolvat în apă constituie 8,3 mg/l, iar la o temperatură de 4 °C – 13,1 mg/l.

- **Repartizarea diferențiată a luminii în straturile de apă**

În mediul acvatic este cu mult mai puțină lumină decât în aer. O parte din razele solare se reflectă în mediul aerian. Apa absoarbe lumina. Cantitatea de lumină se reduce rapid odată cu creșterea adâncimii. De aceea, majoritatea viețuitoarelor acvatice sunt concentrate la suprafață ori sunt suspendate la mici adâncimi (*planctonul*).

- **Regimul salin specific**

Organismele acvatice s-au adaptat la un anumit regim salin. Formele de apă dulce nu pot exista în mări, iar cele marine nu suportă apa dulce. Speciile capabile să trăiască atât în apă salină, cât și în apă dulce sunt rare. Ele se pot întâlni în special în estuarele râurilor.

- **Variațiile temperaturii**

Temperatura apei depinde în mare măsură de cantitatea de energie solară absorbită de apă, de litoral și de aer. O cantitate mai mare de energie solară determină creșterea temperaturii apei. Temperatura apei crește, de asemenea, datorită scurgerilor apelor reziduale. În urma evaporării apei de la suprafața bazinului, temperatura apei în stratul superficial scade.

Temperatura influențează diversitatea animalelor și plantelor care populează bazinul acvatic. În decursul iernii, lacurile relativ reci sunt foarte sărace în vegetație, iar primăvara și vara, când temperatura apei crește și la suprafață se ridică straturile bentonice, bogate în elemente nutritive, aceste bazine „înfloresc” datorită dezvoltării vegetației. Suprapunerea straturilor de apă poate fi observată și toamna. Ca rezultat al creșterii temperaturii apei, primăvara se dezvoltă rapid protistele. Mulți pești depun icre și se înmulțesc în această perioadă a anului, când temperatura apei crește, iar cantitatea de substanțe nutritive sporește. Aceasta însă nu se observă în lacurile mici, deoarece apa în ele se amestecă pe parcursul anului. Creșterea bruscă a temperaturii poate fi fatală pentru unele specii de pești (păstrăv), care preferă apa rece cu o concentrație mare de oxigen.

- **Aciditatea mediului (pH-ul)**

Bazinele acvatice se caracterizează printr-o valoare specifică a pH-ului. Apa naturală nepoluată are un pH ce variază între 5 și 6. Pe Terra, apa cea mai puțin poluată se consideră apa de ploaie, dar și ea se caracterizează printr-o anumită aciditate naturală. Această aciditate naturală este determinată de dizolvarea

dioxidului de carbon din aer în picăturile de apă. Ploile acide au o valoare a pH-ului egală cu 4, iar pH-ul ceții din regiunile urbane poate atinge o valoare mai mică de 2. Valoarea pH-ului apei din majoritatea lacurilor și râurilor oscilează între 6,5 și 8,5. În regiunile unde solurile conțin anumite minerale (de exemplu, sulfide) se întâlnesc bazine acvatice cu o aciditate naturală sporită. Explorarea minelor, de asemenea, poate spori aciditatea bazinelor acvatice prin deșeuri.

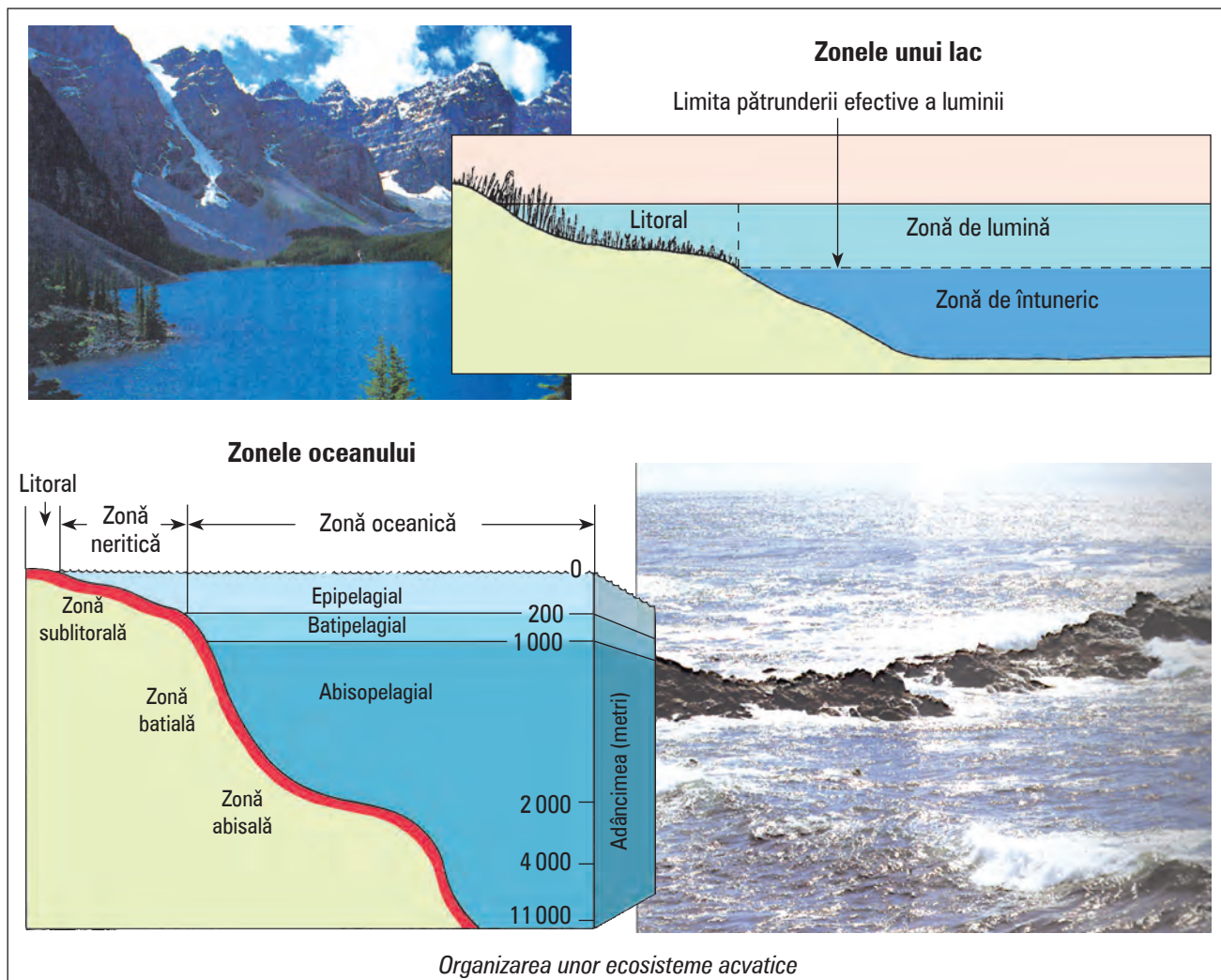
PH-ul apei exercită o influență deosebită asupra organismelor vii care trăiesc în apă. Salamandrele, broaștele și alți amfibieni sunt foarte sensibili la sporirea pH-ului. Majoritatea insectelor, amfibienilor și peștilor nu se dezvoltă în bazinele acvatice cu un pH mai mic de 4.

• Concentrația particulelor suspendate și transparența apei

Transparența apei scade odată cu mărirea concentrației de substanțe care o colorează, a particulelor suspendate și a densității algelor. Ea depinde și de prezența diferitor bacterii, a fitoplanctonului și a altor organisme, a substanțelor chimice spălate din sol și a resturilor vegetale supuse descompunerii.

Transparența apei în condiții naturale, de regulă, este de la un metru până la câțiva metri. Transparența redusă a apei (mai puțin de un metru) este determinată de prezența unei activități biologice înalte în bazin, precum și de concentrația sporită a particulelor solide suspendate. În apele foarte curate (de exemplu, în apropierea recifelor de coralieri), transparența poate să atingă 30–40 de metri.

În linii generale, în cadrul ecosistemelor acvatice se pot distinge stratul de apă (**pelagiul**) și fundul bazinului (**bentalul**).



Pelagiul se divizează în straturi verticale:

- epipelagial – stratul de apă cu o adâncime de până la 200 m;
- batipelagial – stratul de apă semiobscur (lipsit de plante verzi);
- abisopelagial – stratul întunecos de apă (lipsit de plante verzi).

Bentalul se divizează în:

- litoral – marginea malului inundată în timpul fluxului;
- zona sublitorală – regiunea coborârii uscatului până la o adâncime de 200 m (în ecosistemele marine);
- zona batială – regiunea pantelor abrupte;
- zona abisală – regiunea lojii bazinului.

Ecosistemele acvatice se pot diviza în *ecosisteme acvatice marine* și *ecosisteme acvatice interioare* (lacurile, fluviile, estuarele fluviilor). Aceste ecosisteme posedă o organizare specifică.

Biomasa acestor ecosisteme este determinată de stratul superficial de apă în care se realizează fotosinteza cu ajutorul fitoplanctonului. Producția primară netă a unor ecosisteme acvatice este prezentată în tabel.

Producția primară netă în unele ecosisteme acvatice

Ecosisteme marine	Substanță uscată, g/m ²	Ecosisteme acvatice interioare	Substanță uscată, g/m ²
Recife de coralieri, Hawaii	70,4	Fluvii și lacuri (în medie)	3,01
Ape adiacente cu recife de coralieri	0,127–0,22	Lacul Ciad, Sahara	4,62
Ape litorale, Marea Nordului	0,33–4,4	Lacul Marion, Canada	0,05
Pelagial, Marea Mediterană	0,132–0,11	Lac oligotrof, Belarus	0,22–0,66

În ecosistemele acvatice marine diversitatea organismelor este limitată de anumiți factori: temperatură, salinitate, compoziția sărurilor minerale, presiune, lumină (pentru plante). Organismele au un grad diferit de adaptabilitate la variația acestor factori.

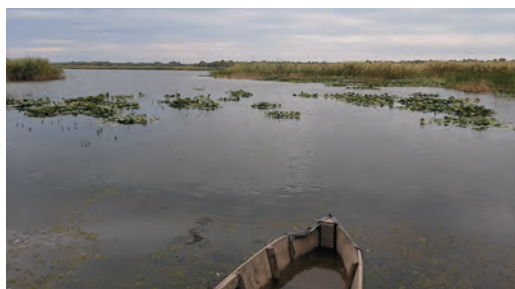
În ecosistemele acvatice interioare, în calitate de factori limitatori pot servi: temperatura aerului, temperatura apei, viteza curenților de apă, concentrația de oxigen, dioxid de carbon și săruri, presiunea osmotică. Majoritatea organismelor (în special plantele) sunt concentrate în regiunea litoralului.

Ecosistemele acvatice interioare cu apă curgătoare se caracterizează printr-o serie de particularități:

- curenții de apă reglează și limitează răspândirea anumitor organisme;
- datorită adâncimii mici, se asigură un schimb permanent de substanțe între pelagiu și bental;
- în lipsa surselor de poluare, apa, de regulă, este bine oxigenată.

În funcție de caracteristicile mediului de viață (apa), ecosistemele acvatice se împart în ecosisteme de ape stătătoare (*ecosisteme lentice* – A) și ecosisteme de ape curgătoare (*ecosisteme lotice* – B).

În cadrul fiecărui ecosistem acvatic se stabilesc diverse relații trofice între organisme.



A – lacul Beleu



B – râul Nistru

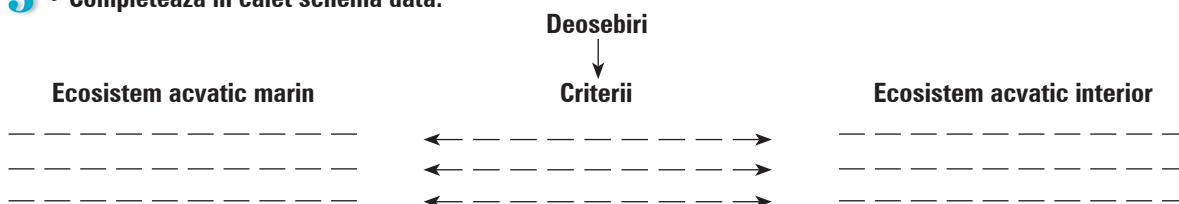


- 1 • Enumeră particularitățile ecosistemului acvatic.
- 2 • Prezintă grafic stratificarea verticală a bazinului acvatic.
- 3 • Desenează în caiet schema unui ecosistem acvatic din localitate și indică pentru fiecare regiune a ecosistemului reprezentanții producătorilor și consumatorilor.
- 4 • Citește afirmațiile de mai jos, constituite din două părți, ambele adevărate.
 - Încercuiește DA, dacă partea a doua explică prima parte, și NU, dacă partea a doua nu o explică pe prima.
 - Scrie afirmația corectă. (Se realizează în caiet.)

A DA NU În ecosistemele acvatice, diversitatea animalelor este limitată, deoarece ele ocupă circa 70 % din suprafața Terrei.

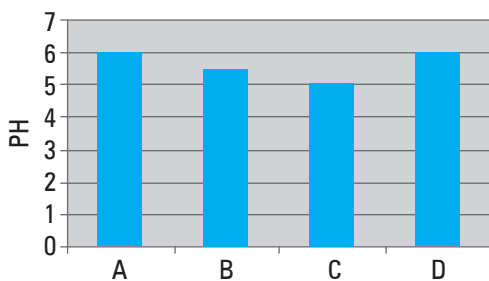
B DA NU Majoritatea absolută a plantelor sunt concentrate în epipelagial, deoarece la suprafața bazinelor acvatice apa este mai caldă.

- 5 • Completează în caiet schema dată.



- 6 • Analizează graficul propus și răspunde la întrebări.

Multe specii de pești nu pot trăi în apa cu pH-ul mai mic de 3. Graficul de mai jos indică efectul acidității asupra supraviețuirii unor specii de pești de apă dulce.



Legendă:

A – păstrăv-curcubeu; C – păstrăv-fântânel;
B – păstrăv de munte; D – biban cu gura mică.

- Care este nivelul limită al pH-ului în care păstrăvul de munte poate trăi?
- Ce specie de pește (păstrăv-curcubeu sau păstrăv-fântânel) poate trăi mai bine în apa acidă? (Argumentează răspunsul printr-o propoziție.)
- Care specie tolerează cel mai mult condițiile acide?
- Icrele multor specii de pești sunt mai sensibile la pH-ul scăzut decât formele adulte. Ce efect poate avea acest fapt asupra populațiilor de pești de apă dulce? (Argumentează răspunsul în 2–3 propoziții.)

- 7 • Prezintă 4–5 reguli de întreținere a ariei acvatice în baza informației din codul de bare QR 4.4.1.
- 8 • Argumentează adaptările necesare pentru supraviețuirea unui pește de mare care a fost transferat într-un bazin cu apă dulce.
- 9 • Elaborează un plan de acțiuni în dezvoltarea unei afaceri bazate pe creșterea anumitor specii de pești.
- 10 • Estimează consecințele posibile pe termen mediu și lung ale construcției unui baraj hidroelectric pe râul Nistru, consultând surse electronice de informare.



QR 4.4.1

Modul de viață sedentar al omului, domesticirea animalelor și necesitatea lucrării solului pentru culturile agricole au determinat substituirea ecosistemelor naturale, care se caracterizau printr-o capacitate de autoreglare sporită, cu ecosistemele artificiale (agroecosisteme). În prezent, terenurile cultivate de om ocupă circa 30 % din suprafața uscatului. Acestea satisfac necesitățile oamenilor în privința alimentației.

Agroecosistemele (lanurile de cereale, livezile, ogoarele, serele etc.) sunt create și menținute de om. Aceste ecosisteme se caracterizează printr-un șir de particularități, și anume:

1. Omogenitatea sporită

Pe terenurile agricole sunt cultivate puține specii (soiuri) de organisme (una sau cel mult două). Aceasta se explică prin faptul că omul intenționează să obțină o roadă cât mai bogată. Cultivarea anumitor soiuri permite valorificarea diferitor măsuri agrotehnice. În consecință, se reduce la maximum diversitatea de animale și microorganisme din aceste ecosisteme, deoarece ele nu se pot acomoda la o asemenea specializare îngustă.

2. Capacitatea de autoreglare scăzută

Din cauza numărului redus de specii, a relațiilor trofice relativ simple și a intervenției permanente a omului, agroecosistemele nu-și pot menține cu forțele proprii starea de echilibru dinamic. În aceste ecosisteme se poate depista destul de frecvent reproducerea în masă a dăunătorilor și a diferitor boli (epizootii). Reproducerea în masă a ciupercilor patogene sau a insectelor dăunătoare (lăcustele, gândacul-de-Colorado) poate provoca distrugerea unei cantități esențiale de roadă (până la pierderea în întregime).

3. Intervenția activă a omului

În vederea supraviețuirii plantelor cultivate în condițiile mediului de trai, omul este nevoit să intervină permanent prin lucrarea mecanică a terenurilor agricole, tratarea plantelor cu pesticide, utilizarea metodelor biologice de combatere a dăunătorilor, îngrășarea și irigarea solului. Așadar, aceste ecosisteme, în afară de energie solară, mai primesc o energie suplimentară ce se datorează activității omului, care le ajută să supraviețuiască.

4. Simplitatea relativă a lanțurilor trofice

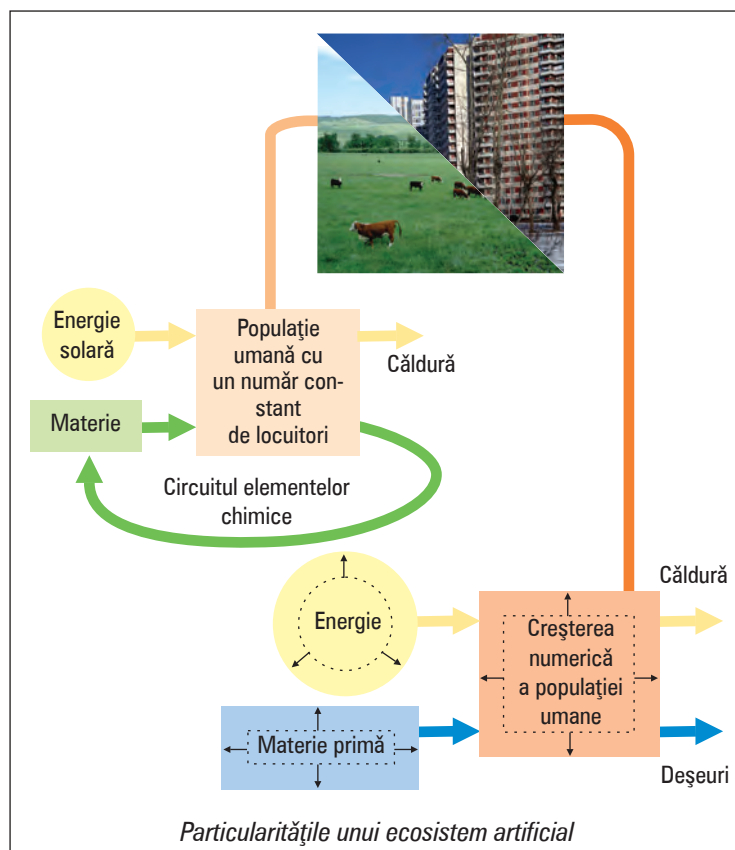
Numărul de specii în agroecosisteme este redus, de aceea ele nu posedă rețele trofice complexe. Totuși, în aceste sisteme se instalează un lanț trofic alcătuit din trei verigi: planta cultivată, dăunătorul și paraziții dăunătorului.

5. Selecția naturală

Deși agroecosistemele sunt create de om, care intervine permanent în activitatea lor, nu se exclude acțiunea paralelă a factorilor naturali (temperatura, umiditatea etc.), care sunt dirijați de selecția naturală. Astfel, ecosistemul continuă să se dezvolte conform legilor naturii.

Spre deosebire de biocenozele naturale, agroecosistemele sunt mult mai deschise. În consecință, materia organică și anorganică este retrasă din circuitul biogeochimic odată cu culturile agricole și produsele zootehnice, determinând distrugerea solului.

În urma recoltării constante a plantelor și cultivării pe termen lung a monoculturilor, scade fertilitatea solului. Pentru asigurarea dezvoltării



unei agriculturi durabile se solicită utilizarea tehnologiilor ecologice, inclusiv rotația rațională a culturilor, valorificarea îngrășămintelor bioorganice, aplicarea preparatelor biologice de combatere a dăunătorilor etc.

Strategia principală în crearea și valorificarea ecosistemelor artificiale constă în asigurarea dezvoltării unei agriculturi durabile (vezi schema de la pagina 143). Exploatarea agroecosistemelor, se urmărește obținerea unor recolte mari. Dar nu trebuie neglijată protecția ecosistemelor naturale și, implicit, conservarea biodiversității naturale. Exploatarea ecosistemelor naturale de către om nu trebuie să influențeze capacitatea lor de autoreglare, iar agroecosistemele trebuie să fie variate, pentru a exclude formarea deșerturilor, solurilor saline sau acide, eroziunea solului etc.

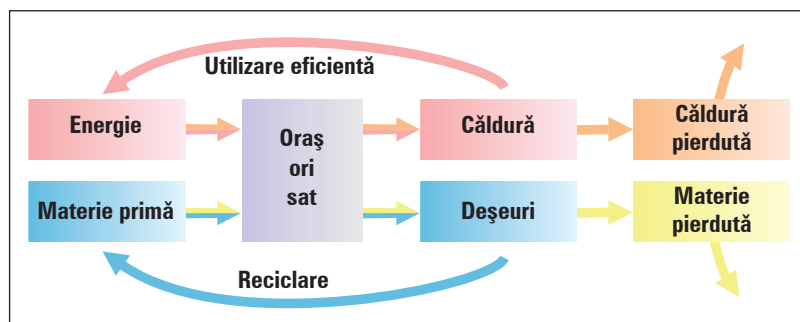


1 • Descrie particularitățile agroecozelor.

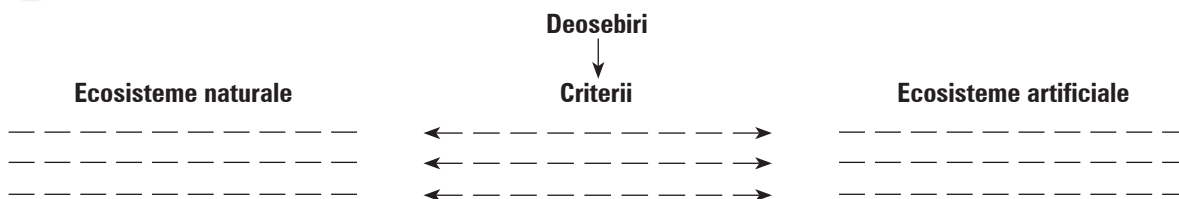
2 • Scrie un enunț despre ecosistemele artificiale, folosind îmbinarea de cuvinte corectă din cele propuse:

- a) conțin un număr mic de specii – conțin un număr mare de specii;
- b) capacitatea de autoreglare este mică – capacitatea de autoreglare este mare;
- c) rețelele trofice sunt simple – rețelele trofice sunt complexe.

3 • Elaborează o schemă, pe baza celei alăturată, care să ilustreze un exemplu concret.



4 • Completează în caiet schema de mai jos.



5 • Exclde intrusul și explică printr-o frază de ce l-ai exclus.

a pădure de foioase, râu, rezervație naturală, deșert, stepă

b lac, râu, estuarul râului, mare

c livadă, podgorie, rezervație naturală, iaz, lan de grâu

6 • Selectează verigile trofice din agroecosistemul prezentat în codul de bare QR 4.5.1.

7 • Alcătuieste un rebus care să conțină exemple de agroecoză.

8 • Prezintă avantajele și dezavantajele unui agroecosistem din localitate.

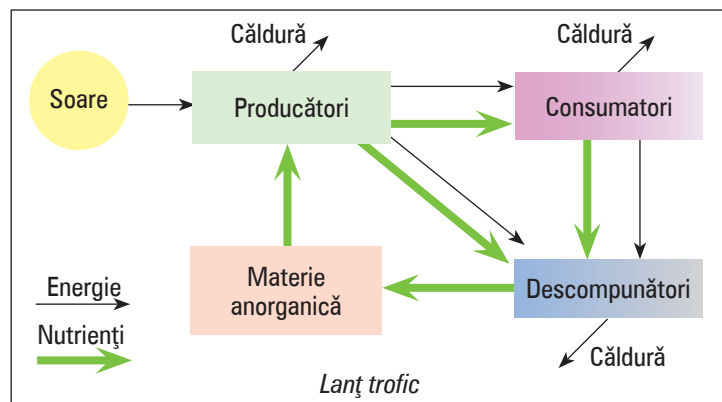
9 • Propune un proiect de dezvoltare a agriculturii ecologice în localitatea ta și sursele de finanțare a acestuia.

10 • Estimează consecințele pozitive și negative ale irigației asupra ecosistemelor artificiale în sudul Moldovei și prezintă 2–3 concluzii generale.



QR 4.5.1

Fiecare lanț trofic este compus din diferite plante și animale, care reprezintă verigile lui. Numărul verigilor într-un lanț trofic este redus, ceea ce nu permite specializarea îngustă a organismelor și punerea



Lanțurile trofice sunt formate din cel puțin trei verigi: producător – consumator primar (fitofag) – consumator secundar (zoofag).

Prin intermediul unor verigi se pot intersecta diferite lanțuri trofice.

Dacă generalizăm, există patru tipuri principale de lanturi trofice caracteristice biosferei.

În funcție de tipul de hrană utilizată, lanțurile trofice erbivore pot fi clasificate în:

1.2. *Ianturi trofice nectarivore* – numeroase insecte, unele păsări și mamifere consumă nectarul florilor;

1.3. *Ianturi trofice briovore* – se consumă briofite sau licheni în zonele sărace în altă vegetatie;

1.4. *lanțuri trofice micetofage* – unele animale (rozătoarele, numeroase artropode) consumă ciuperci.

3. **Lanturi trofice bacterivore.** În unele cazuri, lanturile trofice în care se consumă bacterii sunt inde-

pendente de lanțurile detritivore. La baza lanțului trofic bacterivor se află bacteriile chemosintetizante, care produc biomasă și energie pentru verigile ulterioare. Aceste lanțuri sunt caracteristice gropilor oceanice (bacterii – pogonofore – moluște – crabi).

4. **Lanțuri trofice parazite.** Aceste lanțuri trofice sunt formate dintr-un număr redus de verigi. Pe contul unei specii (gază) există una sau mai multe specii parazite. În acest caz, dimensiunile speciilor în lanțul trofic scad (cartoful – mana cartofului; porumbul – tăciunele; bacteriile – bacteriofagii etc.).

În unele cazuri, veriga inițială a unui lanț trofic poate fi reprezentată de un organism heterotrof (animal). De exemplu, plantele prădătoare de nematode sau plantele insectivore pot forma asemenea lanțuri trofice specializate, unde materia și energia circulă de la animale spre plante.

Structura trofică a biocenozei a fost comparată de Ch. Elton (1927) cu o piramidă, treptele ei reprezentând nivelurile trofice. El a numit-o **piramidă trofică**, sau **piramidă ecologică**.

În cadrul piramelor trofice, cantitatea de materie și energie scade de la bază spre vârf. În funcție de criteriul analizat, se pot deosebi anumite tipuri de piramide trofice:

1. **Piramidă trofică numerică** – reflectă ponderea numerică descrescândă de la consumatorii primari spre cei terțiari.

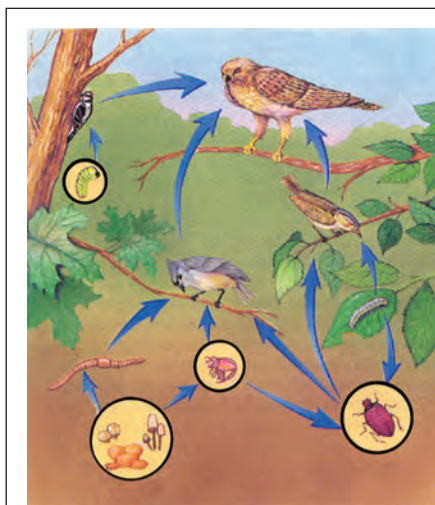
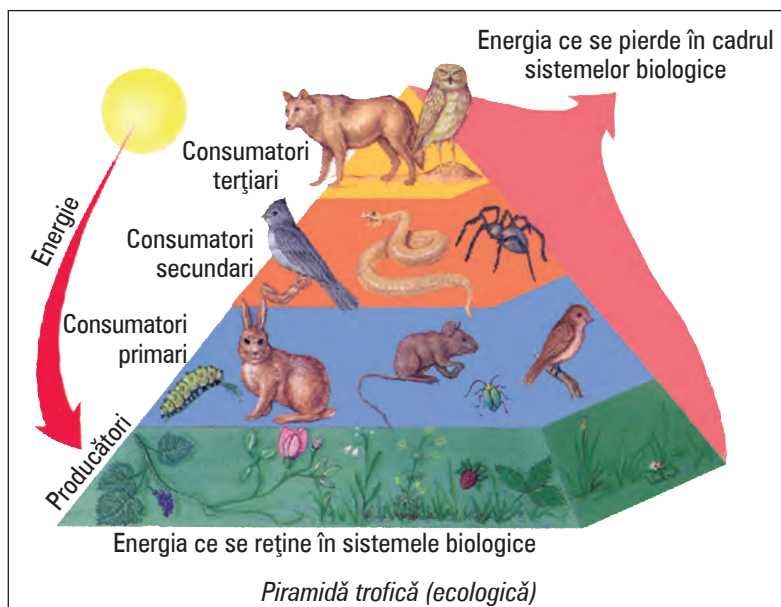
2. **Piramidă trofică a biomasei** – reflectă ponderea biomasei descrescândă de la producători spre consumatori.

Piramida biomasei poate fi inversată în ecosistemele acvatice. Producătorii din aceste ecosisteme (de exemplu, fitoplanctonul), de regulă, sunt prezenți într-o cantitate mai mică decât consumatorii (de exemplu, crustaceele, peștii). Acest lucru se explică prin faptul că fitoplanctonul se reproduce foarte rapid, însă are o durată de viață mult mai scurtă.

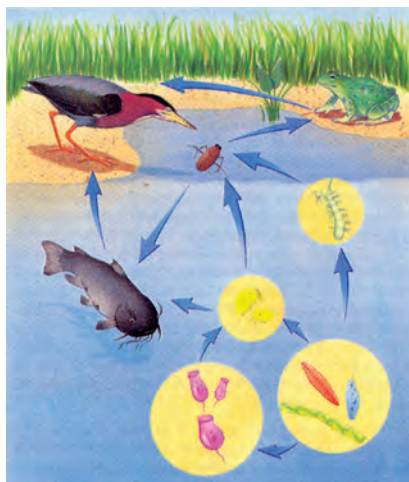
3. **Piramidă trofică energetică** – reflectă ponderea energiei descrescândă de la producători spre consumatori.

R. Lindeman (1942) a sesizat că, din totalitatea de energie ce pătrunde într-un anumit nivel trofic dintr-o biocenoză, doar o cantitate foarte mică este transmisă organismelor situate pe nivelurile trofice superioare. Cantitatea de energie disponibilă pentru fiecare nivel trofic variază între 10 și 20 de procente.

Sistemele de lanțuri trofice interconectate formează o **rețea trofică**.



Rețeaua trofică într-o pădure de foioase



Rețeaua trofică într-un bazin de apă dulce

În cadrul unei rețele trofice, un organism își poate obține hrana de la mai multe niveluri trofice. De exemplu, scoica de lac poate utiliza ca sursă de hrană atât producătorii primari dintr-un lanț trofic (algele), cât și consumatorii primari din alt lanț trofic (protozoarele).

De regulă, în rețeaua trofică nu sunt incluși descompunătorii, deși ei exercită o acțiune semnificativă asupra circuitului materiei și energiei.

Stabilitatea rețelei trofice depinde de numărul de lanțuri trofice și de interdependența lor. Ecosistemele naturale (pădurile, lacurile) se caracterizează printr-o stabilitate sporită, deoarece în cadrul lor există condiții optime de dezvoltare.

Ecosistemele artificiale conțin un număr redus de lanțuri trofice, de aceea ele sunt mai puțin stabile. Capacitatea de autoreglare este mult mai redusă. Există riscuri de infecții în masă și de pierdere a recoltei. În aceste condiții, intervenția omului este absolut necesară.



1 • Scrie definiția noțiunii *relații trofice*.

2 • Enumeră principalele tipuri de lanțuri trofice și indică esența fiecăruia, prezentând informația într-o schemă structurată logic.

3 • Selectează variantele cu răspunsuri corecte.

A

Piramida ecologică indică:

- numărul de indivizi la fiecare nivel trofic;
- sporirea fluxului de energie în lanțul trofic;
- micșorarea fluxului de energie în lanțul trofic;
- micșorarea numărului de indivizi în lanțul trofic;
- sporirea numărului de indivizi în lanțul trofic.

B

Regula piramidei ecologice se caracterizează prin:

- masa producătorilor este de 10 ori mai mică decât masa consumatorilor;
- fiecare verigă trofică are o masă de 10 ori mai mică decât cea precedentă;
- cantitatea biomasei în ecosistem este de 10 ori mai mare decât masa animalelor erbivore.

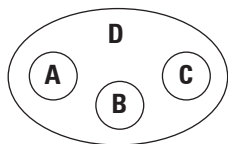
4 • Identifică greșelile din următorul text:

La baza existenței ecosistemelor naturale se află lanțurile trofice, alcătuite din anumite verigi trofice. Cu cât este mai mare numărul de verigi într-un lanț trofic, cu atât acesta este mai stabil. În lanțurile trofice erbivore, numărul de verigi este mai mare. Cantitatea de energie nu variază de la o verigă la alta.

• Explică în caiet, printr-o propoziție, fiecare greșeală identificată.

5 • Prezintă în caiet organizarea unei rețele trofice a ecosistemului din apropierea liceului sau a localității și enumeră 2–3 particularități.

6 • Explică în 3–5 propoziții de ce în lanțurile trofice din ecosistemele naturale terestre, de regulă, biomasa scade de la o verigă la alta.



7

• Prezintă un poster în care să descrii rețelele trofice ale unui parc din localitatea ta.

8

• Scrie cel puțin 3 noțiuni care ar reflecta tipul respectiv de corelație demonstrat prin cercurile Euler alăturate.

9 • Propune 4–5 recomandări pentru buna funcționare a unei agrocenoze, specificând tipul acesteia.

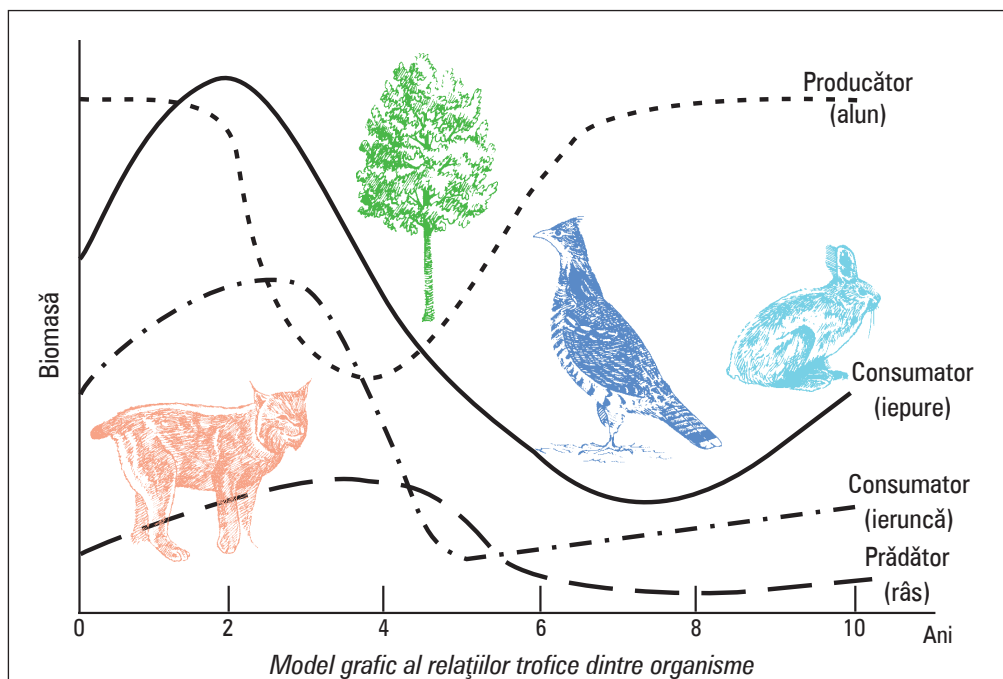
10 • Notează 3–4 consecințe posibile ale lipsei consumatorilor primari într-un ecosistem natural.

Mediul înconjurător cuprinde o diversitate mare de comunități de plante și animale, care interacționează între ele. Această diversitate este supusă acțiunii factorilor de mediu și influențează locul de trai.

În cadrul ecosistemului se realizează conservarea, gestionarea și exploatarea resurselor proprii – fenomene care asigură menținerea echilibrului dinamic în ecosistem.

Ecosistemele realizează necontenit un schimb de materie și energie cu mediul înconjurător – însușire obligatorie a fiecărui sistem biologic. Datorită fluxului permanent de materie și energie, ecosistemele se reînnoiesc cu regularitate, își compensează pierderile și limitează creșterea entropiei. Principalii parametri vitali ai ecosistemului sunt menținuți în jurul unor valori medii, asigurând starea de **echilibru dinamic**.

Starea de echilibru dinamic se datorează proprietății de **autoreglare** a ecosistemului. Înlăturarea sau compensarea dereglărilor din ecosistem este asigurată prin intermediul **conexiunii inverse** (*feedback*).



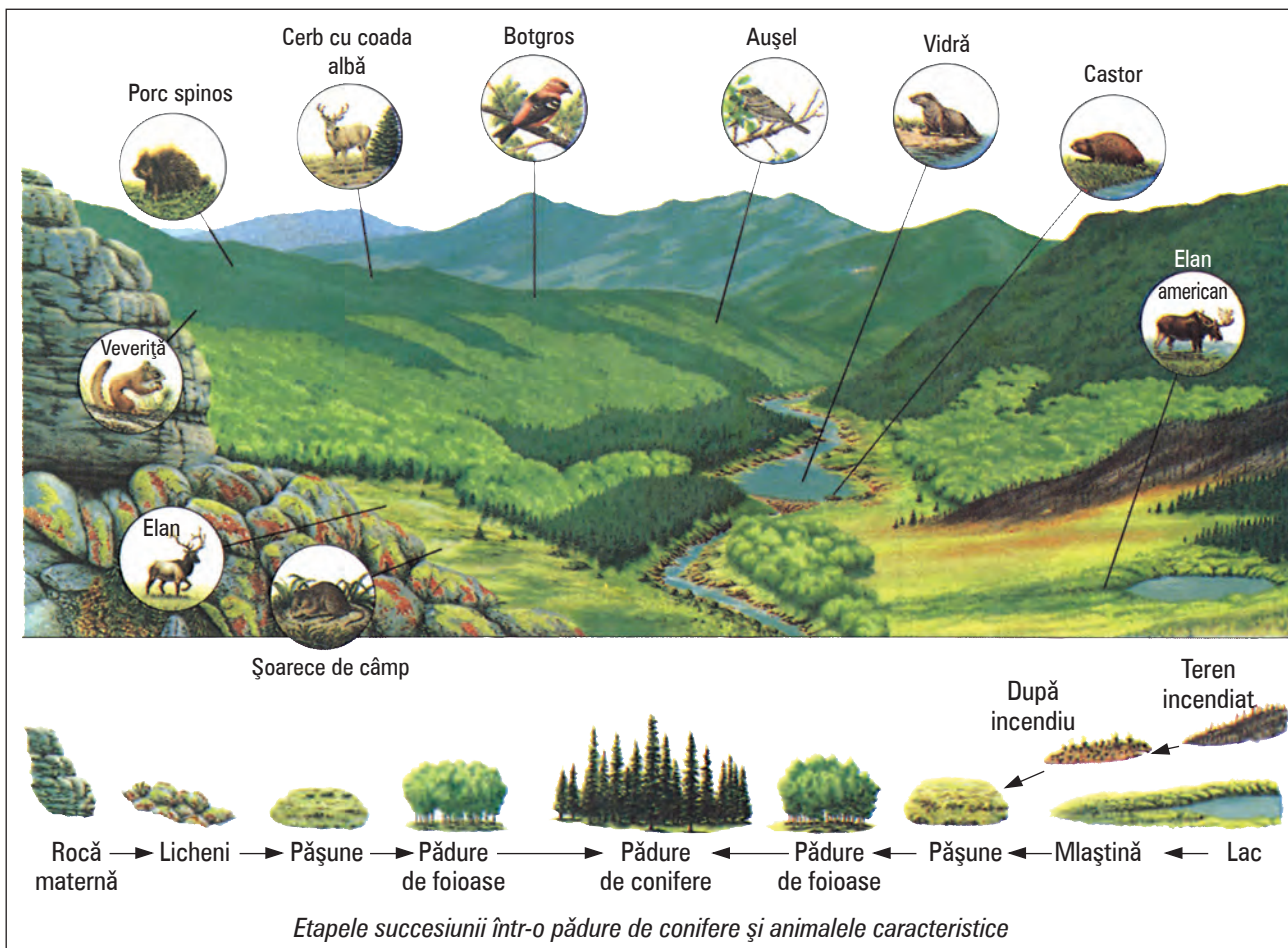
Măreimea populațiilor în cadrul unui ecosistem este relativ constantă pe o perioadă îndelungată de timp. Relațiile trofice dintre specii au un rol esențial în acest proces. Limitele numerice maxime și minime ale speciilor alternează într-o succesiune periodică, fiecare dintre ele având rol de „tampon” în înmulțirea celorlalte specii.

Înmulțirea speciei care servește în calitate de hrană pentru alte specii determină înmulțirea speciei consumatoare.

În cadrul unui ecosistem natural, relațiile trofice, care asigură echilibrul dinamic, sunt mult mai complexe în comparație cu relațiile trofice din agroecosisteme.

Acest fenomen se explică prin faptul că, într-un ecosistem complex, fiecare specie este supusă unui control multiplu din partea unui număr relativ mare de specii. Diversitatea speciilor asigură, în cele din urmă, stabilitatea biocenozelor în caz de eliminare a uneia sau altei specii.

În condiții naturale, într-un anumit teritoriu, seriile de biocenoze se succed, începând cu stadiile inițiale de colonizare până la atingerea unei comunități mature. Acest fenomen se numește **succesiune**. Tipul de succesiune poate fi determinat de un șir de factori, printre care condițiile climatice, diversitatea organismelor, modificările determinate de activitatea organismelor etc.



Cu timpul, ecosistemele naturale ating starea de **climax**, care se caracterizează printr-o capacitate sporită de autoreglare și menținere a echilibrului dinamic.

Particularitățile ecosistemelor în cadrul succesiunilor și climaxului sunt prezentate în tabel.

Variația indicilor ecosistemului în cadrul succesiunilor și climaxului

Caracteristicile ecosistemului	Succesiune	Climax
<i>Structura energetică</i> 1. Producția primară netă 2. Productivitatea	sporită sporită	redușă redușă
<i>Structura comunitară</i> 1. Materia organică totală 2. Diversitatea speciilor 3. Stratificarea și eterogenitatea spațială	mică redușă redușă	mare sporită sporită
<i>Ciclurile vitale</i> 1. Specializarea nișelor ecologice 2. Ciclurile vitale	mare scurte, simple	mică lungi, complexe
<i>Ciclurile biogeochimice</i> 1. Schimbarea nutrienților între organisme și mediul înconjurător 2. Rolul detritusului în regenerarea nutrienților	rapidă nesemnificativ	lentă semnificativ
<i>Homeostazia</i> 1. Simbioza internă 2. Stabilitatea la perturbări externe 3. Entropia 4. Informația	nedezvoltată mică sporită redușă	dezvoltată mare redușă sporită

Capacitatea de autoreglare și menținerea unui echilibru dinamic în cadrul ecosistemului natural s-a perfecționat pe parcursul a mii și milioane de ani. Speciile care nu se încadrau în acest ecosistem perturbau starea de echilibru, erau eliminate sau substituite cu altele. De aceea, intervenția omului în ecosistemele naturale trebuie să fie foarte chibzuită. De multe ori, această intervenție (explorarea resurselor naturale, introducerea unor specii noi etc.) generează dereglări grave și pune în pericol aceste ecosisteme, cauzând destabilizarea echilibrului lor.

În California, exterminarea coiotului a cauzat înmulțirea exagerată a șobolanilor și a iepurilor. În Norvegia au fost distruse păsările răpitoare care vâneau prepelițele. Drept urmare, numărul prepelițelor la început a crescut brusc, iar apoi a scăzut sub nivelul inițial, din cauza extinderii parazitozelor. În China, distrugerea în masă a vrăbiilor a provocat dezvoltarea rapidă a dăunătorilor culturilor agricole, care au adus pagube cu mult mai semnificative decât vrăbiile.

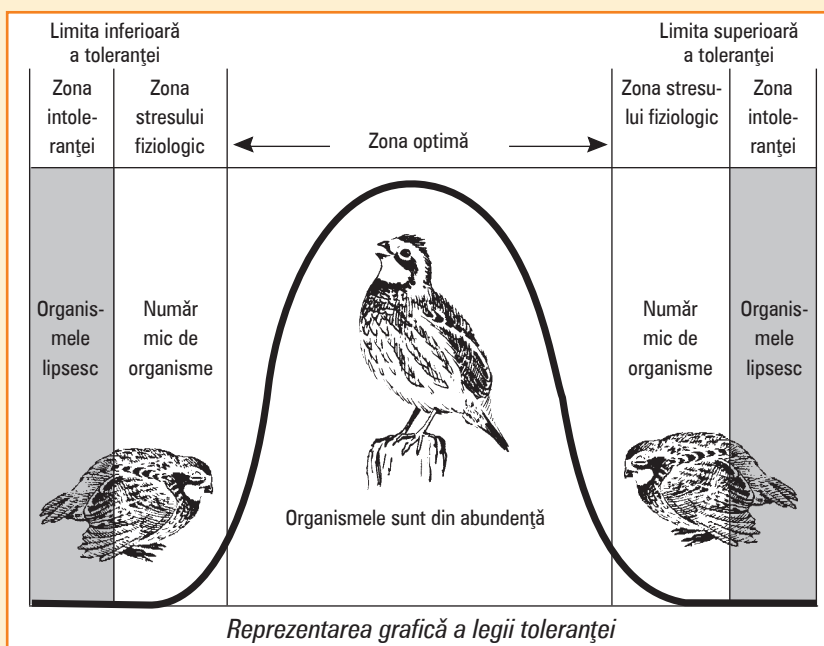
Introducerea unor specii noi în biocenozele deja constituite are, de regulă, consecințe negative. Drept exemplu poate servi introducerea, în Australia, a iepurelui de vizuină din Europa. Populația inițială (circa 24 de capete), lăsată în libertate în anul 1859, s-a înmulțit foarte repede, iepurii devenind concurenți periculoși pentru oi, distrugându-le pășunile. Eforturile depuse ulterior (introducerea vulpilor din Europa, introducerea unei viroze a iepurelui [mixomatoza] etc.) au permis, într-o oarecare măsură, restabilirea stării de echilibru în acest ecosistem.

În concluzie, se impune o atenție deosebită în intervențiile omului pentru a gestiona cu grijă ecosistemele naturale.

Extensiune:

În 1911, V. Shelford enunță **legea toleranței**, conform căreia dezvoltarea organismelor este posibilă în condiții speciale ale acțiunii factorilor ecologici. Aceste limite se încadrează în pessimum (limita minimă și limita maximă la care o specie nu mai poate supraviețui condițiilor unui factor biologic). Organismele reacționează diferit la anumiți factori ai mediului, ceea ce le permite o adaptare mai largă la acești factori.

Perpetuarea unei specii în cadrul biocenozei este determinată de totalitatea factorilor care asigură reproducerea acesteia.





1 • Completează spațiul din textul de mai jos cu informația corespunzătoare. (Se realizează în caiet.)

Datorită fluxului permanent de materie și de energie, ecosistemele se _____ cu regularitate, menținând starea de _____. Starea de _____ se datorează proprietății de _____ a ecosistemului. Aceasta se realizează prin intermediul _____.

2 • Corelează tipurile de succesiuni din coloana A cu exemplele din coloana B.

A

1. Succesiune primară
2. Succesiune autogenă
3. Succesiune climatică
4. Succesiune zoogenă

B

- a) Înmulțirea plantelor ce contribuie la modificarea microclimatului și a solului, la dispariția unor specii și la apariția altora;
- b) Vegetația dezvoltată pe lava răcită a unui vulcan;
- c) Substituirea stejarului cu carpenul în urma distrugerii în masă a ghindei de către șoarecii de pădure;
- d) Mlaștina formată în urma inundării de către râu a unei pajiști;
- e) Ecosistemul apărut în urma arderii unei păduri tropicale.

3 • Scrie un exemplu de autoreglare a unui ecosistem concret prin intermediul conexiunii inverse.

4 • Explică de ce în ecosistemele artificiale capacitatea de autoreglare este mai mică decât în cele naturale.

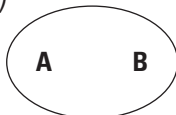
5 • Alcătuieste un tabel în care să prezinți structura comunitară a unui ecosistem terestru și a unui ecosistem acvatic din localitatea ta.

**6 • Prezintă 3–4 beneficii ale dezvoltării oieritului în sate.
• Notează 3–4 consecințe ale pășunatului excesiv.**

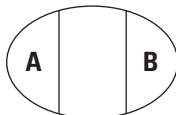
**7 • Prezintă în cercurile Euler tipurile de relații dintre următoarele noțiuni:
ecosistem–echilibru; materie–energie; autoreglare–feedback; livadă–vie; ecosistem natural–ecosistem artificial; succesiune–climax; productivitate–biomasă; autoreglare–echilibru dinamic.**

8 • Scrie în caiet câte două exemple care reflectă tipurile de corelații prezentate prin cercurile Euler.

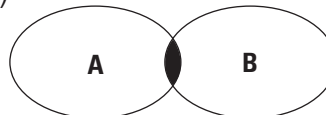
a)



b)



c)



9 • Descrie 3–5 consecințe ale inundațiilor asupra ecosistemelor naturale și prezintă răspunsul în schema „Cartografia”.

10 • Evaluează consecințele funcționării barajelor energetice asupra ecosistemului acvatic al râului, consultând informația din codul de bare QR 4.7.1.



QR 4.7.1

Protecția mediului înconjurător a devenit o problemă stringentă a timpurilor noastre. Omenirea consumă de circa zece ori mai multă energie potențială a biosferei decât energia acumulată de organismele vii cu ajutorul energiei solare. Anual, se extrag peste 7 miliarde de tone de metale, cărbune, petrol, iar în condiții naturale sunt evacuate, din litosfera Terrei, circa 70 de miliarde de tone de diferite roci.

În același timp, prin activitatea sa, omul produce diferite substanțe care sunt greu degradate de organismele vii, modifică unele circuite care devin deschise, poluează mediul aerian, solurile și bazinele acvatice, provoacă pieirea a numeroase plante și animale.

Aerul atmosferic reprezintă o componentă semnificativă pentru supraviețuirea organismelor mediului terestru-aerian. El poate fi poluat de diferite substanțe, printre care:

1. **Poluanți naturali** – praful eolian sau vulcanic, gazele vulcanice, razele ultraviolete și termice, sărurile la evaporarea apelor marine, sporii de ciuperci, polenul, bacteriile etc.

2. **Poluanți antropogeni** – oxidul de carbon, dioxidul de sulf, oxizii de azot, aldehydele, funinginea etc., obținute la arderea combustibilului; praful, fumul, substanțele toxice și iritante etc., degajate de întreprinderile industriale; oxidul de carbon, hidrocarburile, oxizii de azot, dioxidul de sulf, aldehydele etc., eliminate prin țevile de eșapament ale automobilelor; substanțele radioactive rezultate de la exploziile atomice sau catastrofele centralelor atomice.

Anual, în atmosferă se elimină până la 200 de milioane de tone de oxid și dioxid de carbon, 150 de milioane de tone de dioxid de sulf, 50 de milioane de tone de oxizi de azot. Acești oxizi, în combinație cu vaporii de apă, pot provoca ploai acide, care suprimă dezvoltarea plantelor și animalelor.

Creșterea concentrației de oxid de carbon în aer (peste 2 mg/m³) afectează procesele fiziologice ale organismelor. Aceasta se explică prin faptul că CO posedă o mai mare afinitate față de hemoglobină. Astfel, omul simte oboseală, iritabilitate, amețală.

Dioxidul de sulf, în concentrații mari (peste 0,05 mg/m³), provoacă tusea, bronșita, astmul, pneumonia. La plante, excesul acestui poluant provoacă decolorarea frunzelor și scăderea recoltei.

Dioxidul de azot, în concentrații mari (peste 0,085 mg/m³), provoacă iritarea ochilor și a nasului, edemul pulmonar etc. În concentrații mai mari de 40 mg/m³, NO₂ cauzează căderea frunzelor, reducerea creșterii și dezvoltării plantelor.

Hidrocarburile (metanul, benzopirenul), care se obțin în minele de cărbune, la fermentația anaerobă sau în uzinele de prelucrare a petrolului, posedă proprietăți cancerigene.

Aerul deasupra orașelor este foarte poluat. Cantitatea de praf poate fi de 150 de ori mai mare decât deasupra oceanului. Cele mai poluate orașe din Republica Moldova sunt: Chișinău, Tiraspol, Bălți, Râbnita, Rezina și Tighina.

În natură s-a stabilit un anumit echilibru dinamic în cadrul proceselor de formare și degradare a solului. Degradarea solului se poate produce pe diferite căi:

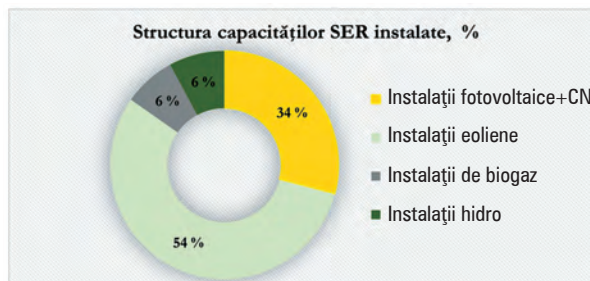
1. **prin eroziune**, cauzată de mișcările eoliene;
2. **prin salinizare**, cauzată de „înflorirea solului”, irigare;
3. **prin înmlăștinire**, cauzată de ridicarea apelor subterane, irigare;
4. **prin pierderea terenurilor**, cauzată de construcția orașelor, drumurilor, căilor ferate, lacurilor de acumulare etc.;
5. **prin poluare**, cauzată de acumularea unor poluanți de origine naturală sau antropogenă.

Pentru a menține starea de echilibru, este necesar să excludem factorii care provoacă degradarea solului. Utilizarea nerațională a îngrășămintelor minerale, a pesticidelor și a insecticidelor, deșeurile menajere etc. poluează solul și, în consecință, scad fertilitatea lui, iar pentru formarea unui centimetru de sol fertil sunt necesari circa 100 de ani.

În zonele de silvostepă și stepă ale Republicii Moldova, majoritatea terenurilor sunt agricole, constituind circa 76,6 % din suprafață. Ecosistemele naturale constituie aproximativ 20 % din teritoriu, iar suprafața ariilor protejate – circa 1,95 % din suprafața țării. În medie, ariile protejate în Europa constituie aproximativ 12 %.

La începutul anului 2023, Guvernul Republicii Moldova a aprobat Programul Național de Extindere și Reabilitare a Pădurilor pentru perioada 2023–2032. Timp de 10 ani, suprafețele de teren împădurit se vor extinde cu circa 150 de mii de hectare, atât pe terenuri noi, cât și pe terenuri forestiere puternic degradate, proprietate publică sau privată. Programul își propune atenuarea schimbărilor climatice și a emisiilor de carbon, reducerea degradării solului și conservarea solurilor prețioase.

Pentru a realiza o dezvoltare durabilă a mediului și a reduce emisiile de carbon, se solicită valorificarea energiei regenerabile („verzi”). În Republica Moldova, ponderea energiei electrice „verzi” rămâne a fi foarte scăzută. Cu toate acestea, există un trend pozitiv de percepere la nivel național. În schema alăturată este prezentată structura capacităților surselor de energie regenerabilă (SER) instalate până în anul 2023.

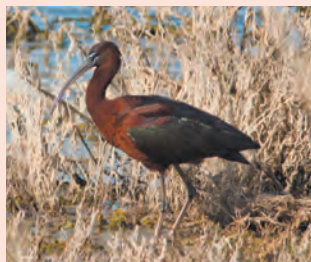


Pentru conservarea biodiversității vegetale și animale, sunt create diferite rezervații naturale, științifice și peisagistice. Pentru protecția speciilor rare și pe cale de dispariție, a fost elaborată Cartea Roșie a Republicii Moldova.

Prima ediție a Cărții Roșii a apărut în 1976 și includea 50 de specii de plante și animale rare și pe cale de dispariție. A doua ediție a apărut în 2001 și cuprindea deja 126 de specii de plante și 116 specii de animale pe cale de dispariție de pe teritoriul țării noastre. Ultima ediție (a treia) a fost tipărită în 2015. Aceasta include 208 specii de plante și 219 specii de animale. În această ediție au apărut capitole noi, în care sunt incluse specii rare de alge și ciuperci.



Hrib-arămiu (Boletus aereus Bull.), specie vulnerabilă



Țigănuș (Plegadis falcinellus L.), specie critic periclitată



Fluture-Aglia (Aglia tau L.), specie critic periclitată

Pentru protecția mediului aerian este necesar: controlul permanent al mediului aerian cu ajutorul aparatelor speciale; stabilirea concentrațiilor maxime admisibile ale factorilor poluanți; dotarea întreprinderilor cu utilajul necesar pentru prevenirea poluării aerului; reducerea consumului de cărbune și petrol și folosirea gazelor naturale și a electricității; construcția noilor mașini care ar reduce concentrațiile poluanților în gazele de eșapament; proiectarea corectă a zonelor industriale; crearea și amenajarea spațiilor verzi etc.



1 • Enumeră: a) poluanții aerului atmosferic; b) factorii degradării solului.

2 • Corelează substanțele chimice din coloana A cu efectele lor corespunzătoare din coloana B.

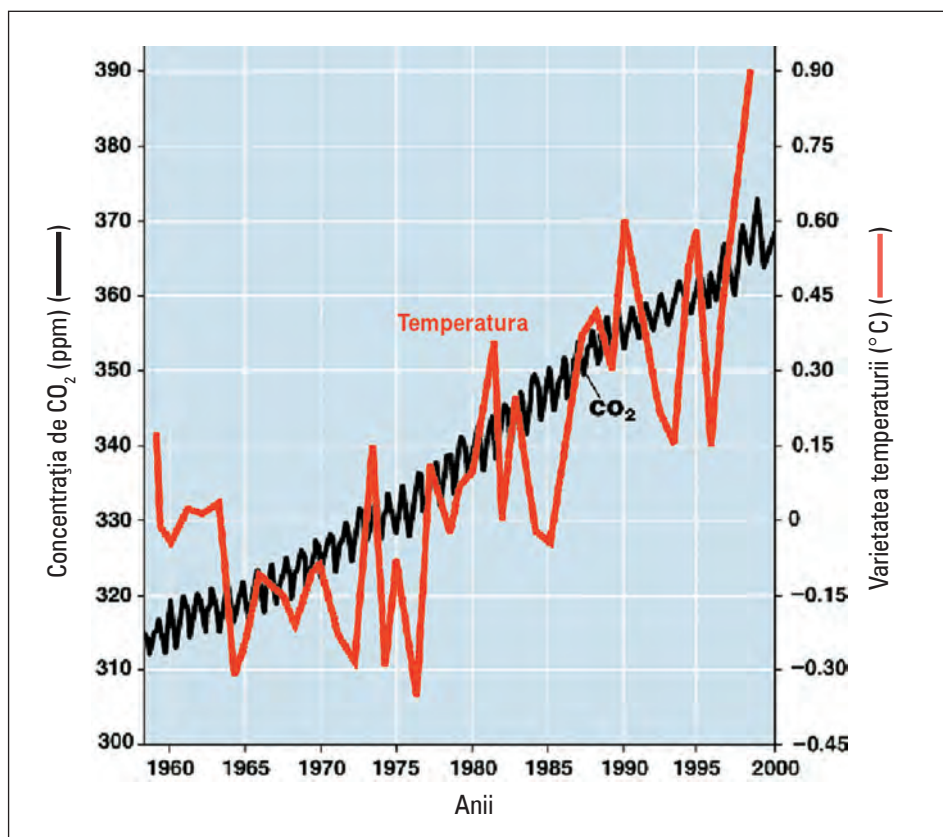
A

- 1 – CO
- 2 – SO₂
- 3 – NO₂
- 4 – Benzopiren

B

- a – provoacă boli respiratorii
- b – irită mucoasele organelor senzoriale
- c – provoacă amețeli, oboseală
- d – provoacă maladii canceroase
- e – provoacă etiolarea plantelor
- f – cauzează căderea frunzelor

- 3** • Prezintă într-o schemă-păianjen tipurile de poluanți ai aerului atmosferic din localitatea ta și exemple de asemenea poluanți.
- 4** • Alcătuiește o hartă morfologică cu factorii poluanți ai mediului terestru din localitatea ta.
- 5** • Consultă Cartea Roșie a Republicii Moldova și întocmește o hartă morfologică a speciilor rare și pe cale de dispariție din ecosistemele din regiunea în care locuiești.
- 6** • Realizează un poster despre ameliorarea solurilor din localitatea ta, evidențiind:
 - a) sursele de poluare a solului;
 - b) modalitățile de protecție a solului.
- 7** • Analizează graficul ce reflectă dependența temperaturii de concentrația de CO_2 și formulează 2–3 concluzii în baza acestei analize.



- 8** • Argumentează în 3–4 propoziții necesitatea adoptării deciziei cu referire la arderea frunzelor căzute.
- 9** • Prezintă 4–5 concluzii pe tema Schimbările climatice, consultând surse electronice de informare.
- 10** • Evaluează situația din localitate în vederea depistării unei probleme majore de poluare a mediului terestru-aerian și propune soluții pentru a contracara acest fenomen.

Apa este una dintre cele mai răspândite și mai semnificative substanțe de pe Pământ. Ea asigură existența plantelor și animalelor, determină condițiile climaterice, formează relieful.

Apa circulă permanent între suprafața Pământului și atmosferă, formându-se astfel *ciclul hidrologic*, sau *circuitul apei în natură*. Ciclul hidrologic reprezintă unul dintre principalele procese din natură. Apa din oceane, râuri, lacuri, sol și plante se încălzește sub acțiunea Soarelui și a altor surse de căldură și se evaporă în aer, sub formă de vaporii de apă. Vaporii de apă se ridică în straturile superioare ale atmosferei, se răcesc și se transformă în apă sau gheață, formând norii. În momentul în care picăturile de apă sau cristalele de gheață devin destul de masive, ele cad pe suprafața Pământului sub formă de ploaie sau zăpadă. Ajunsă la suprafața Pământului, apa urmează trei căi: parțial se infiltrează în sol, unde este absorbită de plante sau acumulată în rezervoarele de apă subterană; parțial se scurge în râulețe și râuri și, în cele din urmă, în oceane; parțial se evaporă în aer.

Cantitatea totală de apă care se evaporă de la suprafața Pământului pe parcursul unui an echivalează cu cantitatea anuală de precipitații. Dereglarea unei părți a ciclului hidrologic (de exemplu, dezvoltarea vegetației într-o anumită regiune, recultivarea solurilor) generează modificări în celelalte părți ale ciclului.

Apa se găsește pe Pământ din abundență, dar cea mai mare parte a ei nu poate fi folosită. Să admitem că 100 de litri constituie cantitatea totală de apă pe Pământ, dintre care 97 de litri revin apei de mare. Cea mai mare parte din apa potabilă rămasă este reprezentată de ghețari. În cele din urmă, putem întrebuința doar 3 mililitri din cei 100 de litri de apă: aceasta este apa potabilă obținută din fântânile arteziene sau din râuri și lacuri.

Apa participă la diverse reacții chimice, majoritatea substanțelor fiind solubile în apă. Deoarece este un bun dizolvant, apa în stare liberă se întâlnește foarte rar în natură. Ea conține numeroase impurități naturale și impurități de natură antropogenă, care intervin la diferite etape ale ciclului hidrologic. De prezența acestor impurități depinde compoziția chimică a apei sau *calitatea* acesteia. Ploaia și zăpada capturează particule mici de praf (*aerozoli*), suspendate în aer, iar acțiunea luminii solare determină combinarea apei cu diferite gaze obținute la arderea benzinei și a altor tipuri de combustibil mineral, formând acizii sulfurici și azotici. Acești poluanți se reîntorc pe suprafața Pământului sub formă de *ploi acide* sau *zăpadă acidă*. Acizii din apă dizolvă treptat rocile dure și, în consecință, în apă ajung *substanțe solide solubile*. Particulele dure și solul, ajungând în apă, reprezintă *particulele solide suspendate*, care determină tulburarea apei. La pătrunderea în sol, apa contactează cu rocile materne și, astfel, dizolvă anumite minerale. Impuritățile dizolvate sau suspendate în apă determină calitatea apei.

Gradul de poluare a bazinelor acvatice este determinat, în mare măsură, de avariile întreprinderilor chimice, excesul de îngrășăminte minerale și pesticide utilizate în agricultură, naufragiile vaselor ce transportă petrol, deșeurile toxice și apele menajere.

Folosirea irațională a apelor (în calitate de apă potabilă, pentru irigare) poate duce la secarea râurilor și lacurilor. De exemplu, debitul râului Nistru a scăzut cu circa 25 %.

Sursele principale de poluanți ai bazinelor acvatice sunt:

1. **poluanții naturali** – generați de procesele naturale care se desfășoară în mediul înconjurător;

1.1. *poluanții naturali anorganici* (eroziunea eoliană, eroziunea provocată de apă);

1.2. *poluanții naturali organici* (plantele, animalele, microorganisme);

2. **poluanții antropogeni** – generați de activitatea omului;

2.1. *produsele chimice* (îngrășăminte minerale, pesticide);

2.2. *produsele petroliere* (deșeuri ale transportului marin sau terestru care se scurg în apă);

2.3. *produsele radioactive* (substanțe radioactive);

2.4. *apele reziduale* (de la complexele animaliere, întreprinderi, case de locuit);

2.5. *apa termică* (de la centralele electrice și întreprinderi).

În cazul poluării naturale, bazinele acvatice își pierd capacitatea de autoreglare și se produce „înflorirea” apei. În urma „înfloririi” apei se dezvoltă din abundență algele, care contribuie la modificarea culorii bazinului acvatic și la creșterea temperaturii apei, cauzând scăderea concentrației de oxigen și pieirea în masă a peștilor.

Poluarea antropogenă afectează în mare măsură proprietățile fizice, chimice și organoleptice ale apei.

Pentru a proteja bazinele acvatice, este necesar să menținem indicii care asigură calitatea apei. Printre acești indici pot fi menționați:

- conținutul de oxigen dizolvat (6 mg/dm^3);
- conținutul de amoniac ($0,1 \text{ mg/dm}^3$);
- conținutul de cloruri (200 mg/dm^3);
- conținutul de sulfat (200 mg/dm^3);
- conținutul de cupru ($0,1 \text{ mg/dm}^3$);
- conținutul de dioxid de carbon (50 mg/dm^3) etc.

Protecția ecosistemelor acvatice necesită:

- purificarea mecanică și biologică a apelor reziduale;
- excluderea surselor de poluare în urma activității omului;
- menținerea echilibrului dinamic în bazinele acvatice;
- crearea zonelor de protecție etc.

În Republica Moldova, bazinele acvatice sunt formate de 3 085 de râuri (7 cu o lungime de peste 100 km și 247 cu o lungime de peste 10 km), circa 60 de lacuri, peste 50 de bazine de acumulare, circa 3 000 de iazuri și numeroase fântâni arteziene și izvoare.

Procesul de poluare a bazinelor acvatice se caracterizează prin înnămolirea râurilor și lacurilor, creșterea cantității de substanțe organice și, deci, a bacteriilor, impurificarea chimică. În apele țării noastre ajung anual până la 15 mii de tone de poluanți organici, peste 13 mii de tone de particule solide suspendate, circa 35 de mii de tone de poluanți chimici.



Protecția ecosistemelor acvatice și terestre-aerene impune diverse probleme: conservarea și reproducerea diferitor specii de plante și animale, reaclimatizarea animalelor sălbatice pe teritoriile lor inițiale, protecția solurilor contra spălării și eroziunii, prevenirea poluării ecosistemelor naturale, crearea rezervațiilor naturale etc.

Conservarea biodiversității este foarte importantă în cadrul protecției mediului înconjurător. E bine să reținem că natura protejată ne va răsplăti pe deplin, asigurându-ne o viață sănătoasă și o satisfacție sufletească.



1 • Prezintă ciclul hidrologic printr-o schemă-memorie.

2 • Corelează substanțele chimice din coloana **A** cu conținutul lor admisibil din coloana **B**.

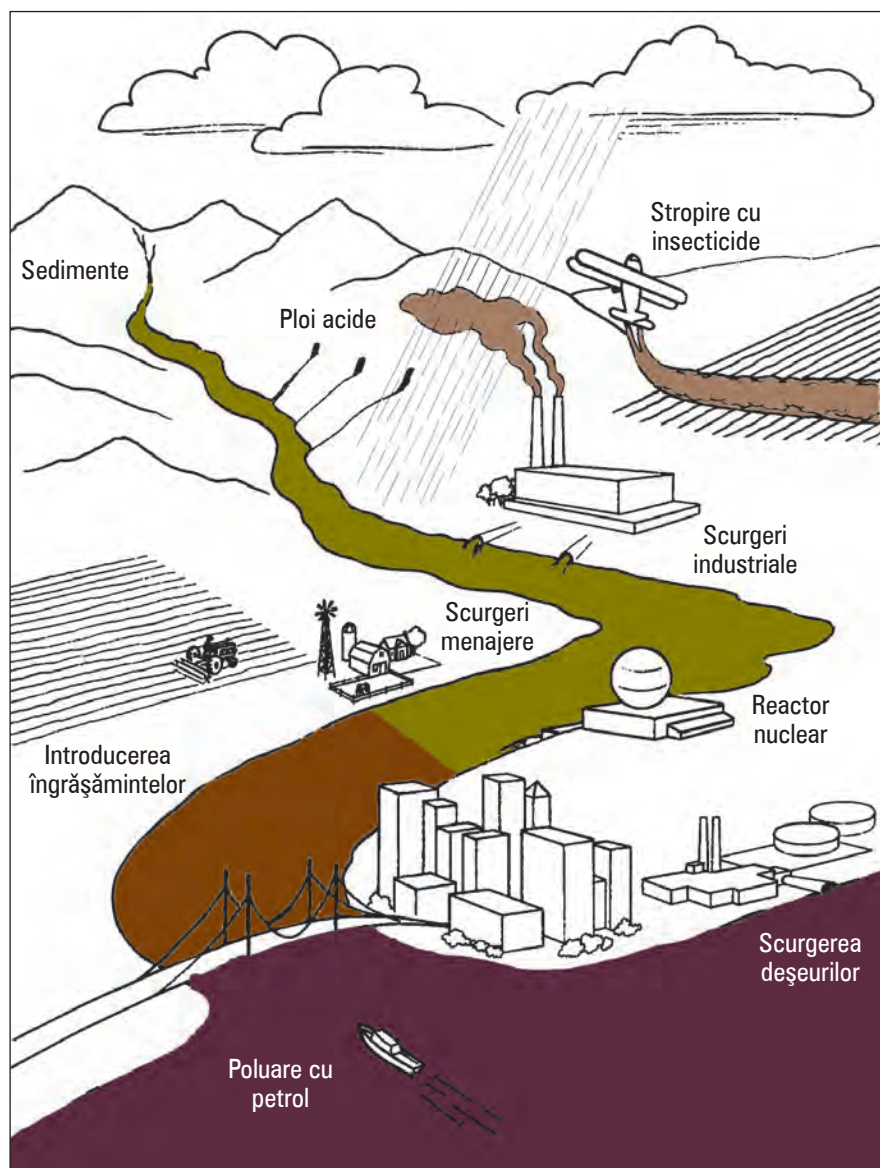
A
1 – cloruri
2 – cupru
3 – dioxid de carbon

B
a – 0,1 mg/dm ³
b – 6,0 mg/dm ³
c – 50,0 mg/dm ³
d – 200,0 mg/dm ³

3 • Expune într-o schemă-păianjen tipurile de poluanți ai unui ecosistem acvatic din localitatea ta și dă exemple de asemenea poluanți.

4 • Construiește o hartă morfologică cu factorii poluanți ai mediului acvatic din localitatea ta.

5 • Analizează imaginea alăturată și prezintă într-un tabel: sursele principale de poluare, soluții pentru protecția mediului ambiant și acțiunile propuse pentru ameliorarea situației.



- 6** • Realizează un experiment în baza următorului algoritm:
- a) Colectează 5 probe de apă din diferite bazine acvatice din localitatea ta.
 - b) Determină valoarea pH-ului apei (folosește pentru aceasta hârtie de turnesol).
 - c) Prezintă rezultatele într-un tabel.
 - d) Formulează concluzii în baza rezultatelor obținute.
- 7** • Evidențiază 4–5 beneficii pentru comunitate și mediul înconjurător ale creării rezervației naturale „Prutul de Jos”, consultând surse electronice de informare.
- 8** • Elaborează un afiș publicitar cu titlul Apa e izvorul vieții, în care să arăți necesitatea protecției ecosistemelor acvatice.
- 9** • Propune un proiect comercial de dezvoltare a unei zone de agrement lângă un bazin acvatic, în care să evidențiezi sursele de finanțare, partenerii economici, beneficiile proiectului, folosind metoda SWOT.



- 10** • Analizează imaginea alăturată și prezintă consecințele posibile pe termen scurt și pe termen lung asupra ecosistemului prezentat.

TEST SUMATIV (se realizează în caiet) la modulul „Ecologia și protecția mediului” (profil real/profil umanistic)

1 Scrie definițiile următoarelor noțiuni: *populație, biotop, biocenoză, ecosistem, biosferă*.

2 • Corelează:

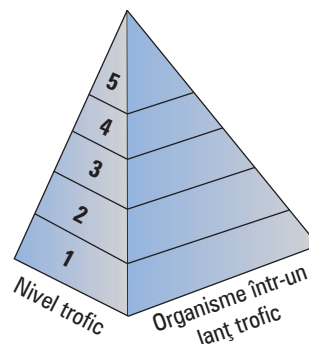
a) denumirile indicilor principali ai biocenozei din coloana **A** cu definițiile corespunzătoare din coloana **B**.

A	B
1 – Valoare numerică	a – Cantitatea substanței organice conținută de indivizii unei biocenoze;
2 – Biomasă	b – Totalitatea speciilor caracteristice unui biotop;
3 – Productivitate	c – Biomasa organică ce se formează într-o unitate de timp.

b) denumirile elementelor principale ale biocenozei din coloana **A** cu definițiile corespunzătoare din coloana **B**.

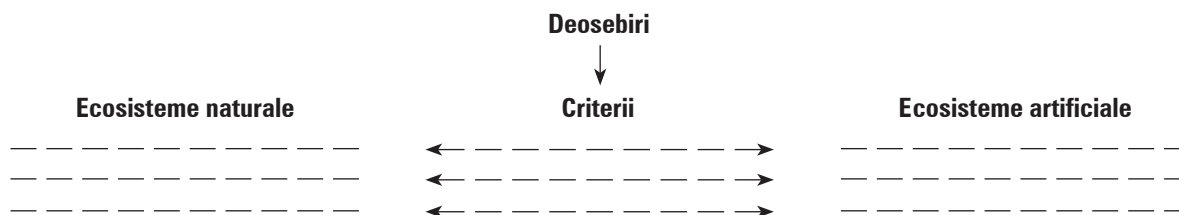
A	B
1 – Producători	a – Consumă carnea altor animale;
2 – Consumatori primari	b – Descompun resturile organice ale plantelor și animalelor;
3 – Consumatori secundari	c – Consumă hrană vegetală;
4 – Distrugători	d – Asigură sinteza substanței necesare pentru existența biocenozei.

3 Completează piramida ecologică a unei păduri de foioase, înscriind denumirile organismelor pentru fiecare nivel trofic. Explică în 2–3 propoziții de ce nivelul 5 se află în vârful piramidei.



4 Scrie câte un exemplu de: *microecosistem; ecosistem terestru; ecosistem artificial; lanț trofic granivor; mezoecosistem; ecosistem acvatic; ecosistem natural; lanț trofic bacterivor*.

5 Completează schema, indicând cel puțin 3 criterii.



6 Prezintă cel puțin 3 cauze de dereglare a echilibrului dinamic în cadrul ecosistemelor naturale.

7 Propune cel puțin 4 soluții de ameliorare a situației ecologice în Republica Moldova.

PROFIL REAL/PROFIL UMANISTIC

Barem de notare		
Punctaj acordat	S_1 – 5 puncte	(câte 1 punct pentru fiecare denumire corectă)
	S_2 – 7 puncte	(câte 1 punct pentru fiecare corelație corectă)
	S_3 – 7 puncte	(câte 1 punct pentru fiecare denumire corectă; 2 puncte pentru explicația corectă completă sau 1 punct pentru explicația corectă incompletă)
	S_4 – 8 puncte	(câte 1 punct pentru fiecare răspuns corect)
	S_5 – 9 puncte	(câte 1 punct pentru fiecare criteriu de deosebire; câte 1 punct pentru fiecare particularitate a ecosistemelor naturale și ecosistemelor artificiale)
	S_6 – 6 puncte	(câte 1 punct pentru fiecare cauză; câte 1 punct pentru fiecare explicație)
	S_7 – 8 puncte	(câte 1 punct pentru fiecare cale propusă; câte 1 punct pentru fiecare argumentare)

Scală de notare

Punctaj	15,1 – 19,99	20 – 24,99	25 – 29,99	30 – 34,99	35 – 39,99	40 – 44,99	45 – 50
Notă	4	5	6	7	8	9	10



1. Rezolvarea problemelor la tema „Legile lui G. Mendel”
2. Rezolvarea problemelor la temele „Moștenirea înlănțuită a caracterelor” și „Moștenirea caracterelor cuplate cu sexul”
3. Rezolvarea problemelor la tema „Moștenirea grupelor sangvine”



4. Lucrări practice la modulul „Bazele geneticii”
5. Lucrare practică la modulul „Ecologia și protecția mediului”

ANEXE

Legile lui G. Mendel se aplică la rezolvarea a trei tipuri de probleme privind particularitățile de formare a gameților, încrucișarea monohibridă, încrucișarea dihibridă și polihibridă.

Particularități de formare a gameților

Problemă. Ce tipuri de gameți formează următoarele genotipuri?

- 1) $AaBB$ 2) $AaBb$ 3) $AABbcc$

Rezolvare:

1. Deoarece numărul tipurilor de gameți poate fi determinat după formula 2^n (unde n indică numărul de perechi heterozigote în acest genotip), genotipul $AaBB$ formează $2^1 = 2$ tipuri de gameți, și anume: AB , aB .

2. Genotipul $AaBb$ este heterozigot după două caractere. În acest caz el formează $2^2 = 4$ tipuri de gameți: AB , Ab , aB și ab .

3. Genotipul $AABbcc$ este heterozigot după un singur caracter (Bb). În acest caz el formează $2^1 = 2$ tipuri de gameți: ABc și Abc .

Notă: Este important să reții că în fiecare gamet trebuie să ajungă doar câte o alelă din fiecare pereche de gene.

Încrucișarea monohibridă

Problemă. Deprinderea omului de a lucra cu mâna dreaptă domină deprinderea de a lucra cu mâna stângă. Un bărbat dreptaci (heterozigot) s-a căsătorit cu o femeie stângace. Determină genotipurile și fenotipurile posibile ale copiilor din această familie.

Rezolvare:

Se dă:

A – gena ce determină deprinderea de a lucra cu mâna dreaptă;

a – gena ce determină deprinderea de a lucra cu mâna stângă.

G_1 – ?; F_1 – ?

În conformitate cu condițiile problemei, bărbatul dreptaci este heterozigot (Aa), iar femeia este stângace și poate avea doar genotipul aa . Folosind grila lui Punnett, putem afla genotipurile posibile ale copiilor.

Răspuns:

1. Copiii din această familie vor avea următoarele genotipuri: 50% Aa și 50% aa .

2. Copiii se pot naște cu aceeași probabilitate: fie dreptaci, fie stângaci (50% : 50%).

P ♀ aa × ♂ Aa

	A	a
a	Aa dreptaci	aa stângaci

Problemă. La câini, gena culorii negre a părului domină gena culorii brune. Ce culoare va avea părul la descendenții ai căror părinți sunt heterozigoți?

Rezolvare:

Se dă:

B – gena ce determină culoarea neagră a părului;

b – gena ce determină culoarea brună a părului.

F_1 – ?

Deoarece ambii părinți sunt heterozigoți, ei au genotipul Bb . Schema încrucișării va fi următoarea: ♀ Bb × ♂ Bb .

Răspuns: Segregarea după fenotip va fi de 3:1 (75% dintre descendenți vor avea păr negru, iar 25% – păr brun).

P ♀ Bb × ♂ Bb

	B	b
B	BB culoare neagră	Bb culoare neagră
b	Bb culoare neagră	bb culoare brună

Problemă. La încrucișarea musculițelor de drosofilă cu aripi normale s-a obținut o descendență de 1 242 de indivizi cu aripi normale și 415 indivizi cu aripi vestigiale. Determină genotipurile formelor parentale.

P ♀ Aa × ♂ Aa

F ₁		A	a
	A	AA aripi normale	Aa aripi normale
	a	Aa aripi normale	aa aripi vestigiale

Rezolvare:

Aflăm raportul claselor fenotipice obținute: 1 242 : 415 ≈ 3 : 1.

În conformitate cu legea segregării a lui G. Mendel, raportul de 3:1 se obține în cazul în care formele inițiale sunt heterozigote. Rezultă că formele inițiale aveau genotipul Aa, iar forma normală a aripilor la drosofilă este un caracter dominant.

Verificăm cele expuse, folosind grila lui Punnett.

După fenotip obținem raportul de 3A- : 1aa.

Răspuns: Ambele forme parentale au avut genotipul Aa.

Încrucișarea dihibridă și polihibridă

Problemă. La tomate, culoarea roșie a fructelor domină culoarea galbenă, iar forma sferică domină forma alungită. Genele ambelor caractere se află în autozomi diferiți. Ce descendență se poate obține de la încrucișarea plantelor homozigote cu fructe sferice, de culoare roșie cu plantele cu fructe alungite, de culoare galbenă?

Rezolvare:

Se dă:

A – gena ce determină culoarea roșie a fructelor;

B – gena ce determină forma sferică a fructelor;

a – gena ce determină culoarea galbenă a fructelor;

b – gena ce determină forma alungită a fructelor.

P ♀ AABB × ♂ aabb

F ₁		ab
	AB	AaBb

F₁ – ?

La încrucișarea plantelor menționate vom obține următoarea descendență:

100 % plante cu fructe sferice, de culoare roșie.

Răspuns: Descendența va poseda ambele caractere dominante – culoarea roșie și forma sferică a fructelor.

Problemă. Într-o gospodărie s-au încrucișat tomate cu fructele de culoare galbenă, heterozigote după formă, cu tomate cu fructele alungite, heterozigote după culoare. Ce descendență se va obține în urma acestei încrucișări?

Rezolvare:

În conformitate cu condiția problemei, unele plante aveau genotipul aaBb, iar celelalte – Aabb. În acest caz, se va obține următoarea descendență:

P ♀ aaBb × ♂ Aabb

F ₁		Ab	ab
	aB	AaBb	aaBb
	ab	Aabb	aabb

AaBb – tomate cu fructe roșii și sferice;

aaBb – tomate cu fructe galbene și sferice;

Aabb – tomate cu fructe roșii și alungite;

aabb – tomate cu fructe galbene și alungite.

Răspuns: Se va obține o descendență formată din patru clase fenotipice în raport de 1:1:1:1.

Problemă. La încrucișarea tomatelor diheterozigote după culoarea și forma fructelor s-au obținut 18 tone de fructe sferice de culoare roșie și 6 tone de fructe alungite de culoare roșie. Ce cantitate de fructe de tomate aveau forma alungită și culoarea galbenă?

Rezolvare:

La încrucișarea a două genotipuri diheterozigote ($AaBb$), conform legii segregării independente, se vor obține patru clase fenotipice în următorul raport:

$$9A-B- : 3A-bb : 3aaB- : 1aabb$$

Aflăm cantitatea de tomate alungite de culoare galbenă:

$$\begin{aligned} 6 \text{ tone } (Aabb) & \text{ constituie } 3 \text{ părți} \\ x \text{ tone } (aabb) & \text{ constituie } 1 \text{ parte} \\ x = 6 : 3 = 2 \text{ (tone)} \end{aligned}$$

Răspuns: Din recolta obținută, 2 tone de tomate aveau formă alungită de culoare galbenă.

Problemă. La om, miopia domină vederea normală, iar culoarea căpruie a ochilor domină culoarea albastră. Genele ambelor caractere se află în cromozomi diferiți. Ce copii se pot naște într-o familie în care tatăl este diheterozigot, iar mama – cu ochi căprui (heterozigotă) și vedere normală?

Rezolvare:

Se dă:

A – gena ce determină miopia;

a – gena ce determină vederea normală.

B – gena ce determină culoarea căpruie a ochilor;

b – gena ce determină culoarea albastră a ochilor.

F_1 – ?

În conformitate cu condiția problemei, în această familie se pot obține 4 clase fenotipice în raportul 3:3:1:1.

Răspuns: În această familie se pot naște:

37,5% copii miopi cu ochi căprui;

37,5% copii cu vederea normală și ochi căprui;

12,5% copii miopi cu ochi albaștri;

12,5% copii cu vederea normală și ochi albaștri.

P ♀ $aaBb$ × ♂ $AaBb$

	AB	Ab	aB	ab
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb



- Ce tipuri de gameți formează următoarele genotipuri:
a) $aaBB$; b) $AaBbCC$; c) $AABBcc$; d) $CcDdHh$; e) $rrTTHhff$
- La om, gena ce determină culoarea căpruie a ochilor predomină gena ce determină culoarea albastră. Care pot fi genotipul și fenotipul copiilor proveniți din căsătoria unei femei heterozigote cu ochi căprui și a unui bărbat cu ochi albaștri?
- Culoarea cenușie a corpului de drosofilă domină culoarea neagră. Ce musculițe ar trebui să fie încrucișate pentru a obține o descendență alcătuită doar din musculițe care au corpul cenușiu?
- Culoarea căpruie a ochilor predomină culoarea albastră, iar prezența factorului Rh predomină lipsa factorului Rh. O femeie cu ochi albaștri și Rh negativ s-a căsătorit cu un bărbat cu ochi căprui și Rh pozitiv, heterozigot după ambele caractere. Care este probabilitatea nașterii în această familie a unui copil cu ochi căprui și Rh negativ?

- 5** • Determină segregarea după fenotip la încrucișarea plantelor de mazăre ce se deosebesc după trei caractere alternative, ale căror gene se află în autozomi diferiți: culoarea bobului (galbenă sau verde), forma bobului (netedă sau zbârcită), înălțimea plantei (înaltă sau pitică).
- 6** • Polidactilia se transmite prin ereditate drept caracter autozomal dominant. Care este probabilitatea nașterii unor copii sănătoși în familia în care unul dintre părinți suferă de această boală, fiind heterozigot, iar altul este sănătos?
- 7** • La încrucișarea musculițelor de drosofilă de culoare cenușie cu musculițe de culoare neagră au apărut 277 de musculițe de culoare cenușie și 269 de musculițe de culoare neagră. Află genotipurile formelor parentale.
- 8** • Culoarea neagră a blănii iepurelui predomină culoarea sură, iar forma netedă a părului – forma flocoasă. La încrucișarea unei iepuroaice cu părul neted, de culoare neagră cu un iepure cu părul flocos, de culoare sură s-au născut 2 iepuri cu părul neted, negru, 3 iepuri cu părul neted, sur, 2 iepuri cu părul flocos, negru și 4 iepuri cu părul flocos, sur. Determină genotipul iepuroaicei.
- 9** • Culoarea sură a blănii șoarecilor predomină culoarea albă. La încrucișarea șoarecilor suri au apărut 198 de șoareci suri și 72 de șoareci albi. Determină genotipurile formelor parentale și ale descendentei.
- 10** • La găini, prezența penajului pe gât predomină gâtul gol. La încrucișarea a două forme heterozigote cu un fenotip normal s-au obținut 76 de pui. Câți dintre ei au penajul normal și câți nu au penaj pe gât?
- 11** • Forma normală a aripilor la drosofilă predomină aripile rudimentare (vestigiale). La încrucișarea musculițelor de drosofilă cu aripi normale a rezultat o descendență de 3500 de indivizi, dintre care 2660 aveau aripi normale, iar restul – aripi rudimentare. Determină genotipurile formelor parentale.
- 12** • Miopia se transmite prin ereditate drept caracter dominant autozomal. O femeie, heterozigotă conform acestui caracter, se căsătorește cu un bărbat cu vederea normală. Care va fi segregarea după fenotip și genotip a urmașilor din această familie?
- 13** • La bovine, gena ce determină lipsa coarnelor predomină gena ce determină prezența coarnelor, iar gena culorii negre – gena culorii roșii. Ambele perechi de gene sunt localizate în autozomi diferiți. Într-o gospodărie, la încrucișarea timp de mai mulți ani a bovinelor diheterozigote negre, fără coarne au apărut 416 viței. Câți viței erau de culoare roșie și aveau coarne?
- 14** • La om, culoarea căpruie a ochilor reprezintă un caracter dominant, iar culoarea albastră – unul recesiv; prezența factorului Rh reprezintă un caracter dominant, iar lipsa factorului Rh – un caracter recesiv. Care este probabilitatea nașterii unui copil cu ochi căprui și Rh negativ, dacă ambii părinți au fost heterozigoți după aceste caractere?
- 15** • Fenilcetonuria și albinismul reprezintă două boli autozomale recesive. O femeie ce suferă de aceste anomalii s-a căsătorit cu un bărbat diheterozigot. Care este probabilitatea nașterii copiilor cu ambele anomalii în această familie?

Rezolvarea problemelor la temele „Moștenirea înlănțuită a caracterelor” și „Moștenirea caracterelor cuplate cu sexul”

Problemă. La tomate, tulpina înaltă predomină tulpina pitică, iar forma sferică a fructelor – pe cea alungită. Aceste gene sunt înlănțuite și se află la o distanță de 20 de morganide. Ce descendență este posibilă de la încrucișarea unei plante diheterozigote cu o plantă pitică, cu fructele alungite?

Rezolvare:

Se dă: A – gena ce determină tulpina înaltă; B – gena ce determină forma sferică a fructelor;
 a – gena ce determină tulpina pitică; b – gena ce determină forma alungită a fructelor.
 F_1 – ?

Genele respective sunt înlănțuite și se transmit împreună. Însă înlănțuirea este incompletă, deoarece între ele se realizează crossing-overul cu o frecvență de 20 % (1 morganidă = 1 % de crossing-over).

În acest caz, când lipsește crossing-overul, gameții vor alcătui 80 %, iar când acesta este prezent – 20 %. Planta diheterozigotă are următorul fenotip: tulpină înaltă și fructe sferice, iar genotipul – $AaBb$. În problemă nu se concretizează de la care părinte au primit genotipul dat genele respective, de aceea sunt posibile două variante:

- $\frac{AB}{ab}$ – genele dominante au fost moștenite de la un părinte;
- $\frac{Ab}{aB}$ – genele dominante au fost moștenite de la părinți diferiți.

Să analizăm ambele variante:

- $P \frac{AB}{ab} \times \frac{ab}{ab}$ (planta pitică, cu fructele alungite este homozigotă după ambele caractere recesive).

Gameții AB și ab sunt ne-crossing-over și alcătuiesc 80 % (câte 40 % fiecare), iar gameții Ab și aB sunt rezultatul crossing-overului și alcătuiesc 20 % (câte 10 % fiecare).

Răspuns: În urma acestei încrucișări se vor obține plante în următorul raport: 40 % – plante înalte cu fructe sferice, 40 % – plante pitice cu fructe alungite, 10 % – plante înalte cu fructe alungite și 10 % – plante pitice cu fructe sferice.

- $P \frac{Ab}{aB} \times \frac{ab}{ab}$

În acest caz, gameții Ab și aB sunt ne-crossing-over, iar gameții AB și ab – crossing-over.

Răspuns: În descendență se vor obține plante în următorul raport: 40 % – plante înalte cu fructe alungite, 40 % – plante pitice cu fructe sferice, 10 % – plante înalte cu fructe sferice și 10 % – plante pitice cu fructe alungite.

F_1		ab 100 %	
	AB , 40 %	$AaBb$	– plante înalte cu fructe sferice
	ab , 40 %	$aabb$	– plante pitice cu fructe alungite
	Ab , 10 %	$Aabb$	– plante înalte cu fructe alungite
	aB , 10 %	$aaBb$	– plante pitice cu fructe sferice

F_1		ab 100 %	
	Ab , 40 %	$Aabb$	– plante înalte cu fructe alungite
	aB , 40 %	$aaBb$	– plante pitice cu fructe sferice
	AB , 10 %	$AaBb$	– plante înalte cu fructe sferice
	ab , 10 %	$aabb$	– plante pitice cu fructe alungite

Problemă. La drosofilă, genele ce determină culoarea corpului și forma aripilor sunt înlănțuite. Culoarea cenușie a corpului și forma normală a aripilor sunt caractere dominante, iar culoarea neagră a corpului și forma vestigială (rudimentară) a aripilor – caractere recesive. La încrucișarea femelelor diheterozigote cu masculii care au corp negru și aripi vestigiale s-a obținut o descendență din care 1 418 musculițe aveau corp negru și aripi vestigiale, 1 394 – corp cenușiu și aripi normale, 287 – corp negru și aripi normale, 288 – corp cenușiu și aripi vestigiale. Determină distanța dintre gene.

Rezolvare:

Se dă: A – gena ce determină culoarea cenușie a corpului; B – gena ce determină dezvoltarea aripilor normale;
 a – gena ce determină culoarea neagră a corpului; b – gena ce determină dezvoltarea aripilor vestigiale.
 Distanța dintre A și B – ?

Conform condițiilor problemei, schema încrucișării este următoarea:

$$P \quad \text{♀} \frac{AB}{ab} \times \text{♂} \frac{ab}{ab}$$

În total, s-au obținut 3387 de musculițe (1394 + 1418 + 288 + 287), dintre care 575 (288 + 287) sunt rezultatul crossing-overului. După procentul de crossing-over, aflăm distanța dintre aceste gene (x).

3387 de musculițe alcătuiesc 100 %

575 de musculițe x %

$$x = \frac{575}{3387} \times 100\% = 16,98\%$$

F_1		ab	
	AB	$\frac{AB}{ab}$	– corp cenușiu și aripi normale (1394)
	ab	$\frac{ab}{ab}$	– corp negru și aripi vestigiale (1418)
	Ab	$\frac{Ab}{ab}$	– corp cenușiu și aripi vestigiale (288)
	aB	$\frac{aB}{ab}$	– corp negru și aripi normale (287)

Răspuns: Distanța dintre genele A și B este de 16,98 de morganide.

Problemă. Hemofilia la om se moștenește ca un caracter recesiv cuplat cu sexul (cromozomul X). Un bărbat bolnav de hemofilie se căsătorește cu o femeie sănătoasă, al cărei tată suferea de hemofilie. Determină probabilitatea nașterii în această familie a unor copii sănătoși.

Rezolvare:

Se dă: X^H – gena ce determină coagularea normală a sângelui; X^h – gena ce determină apariția hemofiliei.

F_1 – ?

$$P \quad \text{♀} X^H X^h \times \text{♂} X^h Y$$

F_1		X^h	Y
	X^H	$X^H X^h$	$X^H Y$
	X^h	$X^h X^h$	$X^h Y$

Conform condiției problemei, bărbatul suferă de hemofilie și are genotipul $X^h Y$. Deoarece tatăl femeii suferea de hemofilie, ea a moștenit de la el gena recesivă, este heterozigotă și are genotipul $X^H X^h$. Care este probabilitatea nașterii copiilor sănătoși în această familie?

Răspuns: Probabilitatea nașterii copiilor sănătoși în această familie este de 50 % (25 % – fete heterozigote $X^H X^h$ și 25 % – băieți $X^H Y$).

Problemă. La musculițele de drosofilă, culoarea ochilor reprezintă un caracter cuplat cu sexul. Precum se știe, culoarea roșie a ochilor predomină culoarea albă. La încrucișarea musculițelor de drosofilă cu ochi roșii cu cele care au ochi albi a apărut o descendență compusă din 33 de femele cu ochi roșii, 37 de masculi cu ochi roșii, 34 de femele cu ochi albi și 35 de masculi cu ochi albi. Determină genotipurile formelor parentale.

Rezolvare:

Se dă: w – gena ce determină culoarea albă a ochilor; $+$ – gena ce determină culoarea roșie a ochilor.

P – ?

În urma încrucișării au rezultat 4 clase de musculițe în raport aproximativ egal:

$$33:37:34:35 \approx 1:1:1:1.$$

Deci, formele parentale au fost heterozigote. Cu ajutorul grilei lui Punnett, verifică cele expuse.

Răspuns: Femela de drosofilă avea genotipul $X^+ X^w$, iar masculul – $X^w Y$.

$$P \quad \text{♀} X^+ X^w \times \text{♂} X^w Y$$

F_1		X^w	Y
	X^+	$X^+ X^w$	$X^+ Y$
	X^w	$X^w X^w$	$X^w Y$

Problemă. Câte tipuri de gameți și în ce raport formează musculițele de drosofilă cu genotipul $\frac{AB}{ab}$?
(Distanța dintre genele A și B este de 30 de morganide.)

Rezolvare:

Deoarece genele sunt înlănțuite incomplet, musculițele de drosofilă pot forma următoarele tipuri de gameți:

femelele: 35 % – AB, 35 % – ab, 15 % – Ab, 15 % – aB.

masculii: 50 % – AB, 50 % – ab (la masculii de drosofilă lipsește crossing-overul).



- 1** • La om, cataracta (boală de ochi) și polidactilia (prezența unui număr mai mare de degete) sunt determinate de gene dominante, localizate în același cromozom. O femeie care a moștenit cataracta de la tatăl său și polidactilia de la mama ei s-a căsătorit cu un bărbat fără aceste anomalii. Care este probabilitatea că va suferi de aceste anomalii copilul lor? Argumentează.
- 2** • Cobaii cu blană scurtă predomină pe cei cu blană lungă, iar cobaii cu blană zbârcită – pe cei cu blană netedă. Ce încrucișări sunt necesare pentru a dovedi că aceste gene sunt înlănțuite?
- 3** • Daltonismul la om se moștenește drept caracter recesiv cuplat cu sexul. Într-o familie unde ambii părinți sunt sănătoși s-a născut un băiat daltonist. Determină genotipurile părinților și ale copiilor.
- 4** • Daltonismul este o boală cuplată cu sexul. O femeie al cărei tată a fost sănătos, iar mama – purtătoare a genei daltonismului s-a căsătorit cu un bărbat daltonist. E posibil să se nască în această familie copii sănătoși? Dacă da, atunci de ce sex?
- 5** • Un bărbat cu ochi albaștri și coagulare normală a sângelui s-a căsătorit cu o femeie cu ochi căprui și coagulare normală a sângelui, al cărei tată avea ochi albaștri și era hemofilic. Ce urmași va avea această familie, dacă se știe că culoarea căprui a ochilor predomină culoarea albastră, iar hemofilia se moștenește drept caracter recesiv, cuplat cu cromozomul X?
- 6** • La drosofilă, culoarea roșie a ochilor predomină culoarea albă, iar abdomenul anormal predomină abdomenul normal. Ambele gene sunt localizate în cromozomul X, la o distanță de 3 morganide. Determină genotipurile și fenotipurile posibile la încrucișarea unei femele diheterozigote (genele dominante au fost moștenite de la un părinte) cu un mascul cu abdomen normal și ochi roșii.
- 7** • Care este probabilitatea nașterii unor fete purtătoare de daltonism într-o familie unde ambii părinți sunt sănătoși?
- 8** • Hemofilia este o boală ereditară care se moștenește cuplată cu sexul. O femeie al cărei tată suferea de hemofilie s-a căsătorit cu un bărbat sănătos. Care este probabilitatea nașterii în această familie a unor copii bolnavi?
- 9** • O femeie purtătoare a genei hemofiliei se căsătorește cu un bărbat sănătos. Care este probabilitatea nașterii în această familie a unor băieți sănătoși?
- 10** • Un bărbat dreptaci, care suferă de daltonism, se căsătorește cu o femeie dreptace și vedere normală, al cărei tată era stângaci și daltonist. Determină probabilitatea nașterii în această familie a unui băiat dreptaci cu vedere normală.
- 11** • La om, forma clasică a hemofiliei se transmite prin moștenire drept caracter recesiv, cuplat cu cromozomul X. Fenilcetonuria este determinată de o genă recesivă autozomală. Într-o familie unde ambii soți sunt normali sub aspectul ambelor caractere s-a născut un copil cu aceste anomalii. Care este probabilitatea că în această familie se pot naște copii fără anomalii?
- 12** • Care este ordinea genelor A, B, C și D în cromozom, dacă se cunosc următoarele frecvențe de recombinare: C – D = 3 unități de recombinare (crossing-over); B – D = 10 unități de recombinare; B – C = 13 unități de recombinare; A – D = 8 unități de recombinare; A – B = 18 unități de recombinare?

Problemă. Părinții au grupele sanguine II și III. Ce grupe sanguine pot avea copiii lor?

Rezolvare:

Se dă:

II (grupa A) – AA sau AO;

III (grupa B) – BB sau BO.

F₁ – ?

Deoarece părinții pot avea diferite genotipuri, sunt posibile mai multe variante de răspuns. Să analizăm cazul în care ambii părinți sunt heterozigoți.

a) P ♀ AO × ♂ BO

F ₁		B	O
	A	AB	AO
	O	BO	OO

Răspuns: Copiii pot avea toate grupele sanguine – I (O), II (A), III (B), IV (AB), în raport de 25 % : 25 % : 25 % : 25 %.

b) Ambii părinți sunt homozigoți: AA și BB.

P ♀ AA × ♂ BB

F ₁		B
	A	AB

Răspuns: În acest caz, toți copiii vor avea grupa sangvină IV (AB).

c) Mama este homozigotă, iar tatăl – heterozigot.

P ♀ AA × ♂ BO

F ₁		B	O
	A	AB	AO

Răspuns: În cazul dat, copiii vor avea grupele sanguine II (A) și IV (AB), în raport de 50 % : 50 %.

d) Mama este heterozigotă, iar tatăl – homozigot.

P ♀ AO × ♂ BB

F ₁		B
	A	AB
	O	BO

Răspuns: Copiii vor avea grupele sanguine III (B) și IV (AB), în raport de 50 % : 50 %.

Problemă. În sistemul Rh, grupele sangvine se clasifică după prezența sau absența unor proteine specifice pe suprafața hematiilor, cea mai frecventă fiind factorul (antigenul) D. Persoanele cu fenotipul Rh⁺ pot avea genotipul DD sau Dd, iar persoanele cu fenotipul Rh⁻ pot avea genotipul dd. O femeie cu Rh⁻ s-a căsătorit cu un bărbat cu Rh⁺ (heterozigot). Care este probabilitatea nașterii în această familie a unui copil cu Rh⁻?

Rezolvare:

Se dă:

D – gena ce determină prezența factorului Rh

d – gena ce determină lipsa factorului Rh

Rh⁻ – ?

Deoarece mama posedă genotipul dd, iar tatăl genotipul Dd, în această familie se pot naște:

		P ♀ dd × ♂ Dd	
		D	d
F ₁	d	Dd	dd

Răspuns: În această familie, probabilitatea nașterii copiilor cu Rh⁻ este de 50 %.



- 1** • Părinții au grupele sangvine I și III. Determină ce grupe sangvine pot avea copiii lor.
- 2** • Ce grupă sangvină și Rh vor avea copiii într-o familie în care unul dintre părinți are grupa sangvină IV și Rh⁻, iar celălalt – grupa sangvină I și Rh⁺?
- 3** • Trei copii dintr-o familie au grupele sangvine III, II și I. Care sunt grupele sangvine posibile ale părinților?
- 4** • Mama are grupa sangvină II, iar fiul – grupa sangvină I. Determină grupele sangvine posibile ale tatălui.
- 5** • La o maternitate s-au născut 2 copii. Părinții unui copil au grupele sangvine I și II, iar părinții celuilalt copil – grupele II și IV. Determină părinții fiecărui copil, dacă se știe că unul dintre ei are grupa sangvină II, iar celălalt – grupa sangvină III.

4.1. Diviziunea celulară (mitoza)

Materiale necesare:

- Vârfuri vegetative (meristematice) de la bulbul de ceapă (*Alium cepa*) sau de la semințele de bob (*Vicia faba*)
- Lame și lamele de sticlă
- Alcool acetic 3:1 sau fixator Carnoy
- Acid clorhidric 1N
- Reactiv Schiff (fuxină bazică)
- Albumină glicerinată (amestec omogen de glicerină cu albuș de ou)
- Carmin acetic sau orseină acetică
- Fiole, vase Petri, pahare Berzelius sau Erlenmeyer
- Foarfecă, pensă sau ac spatulat
- Lampă de spirt (*după necesitate*)

Mod de lucru:

1. Obținerea radiclelor

- Plasează bulbii de ceapă deasupra unor vase de sticlă (pahare Berzelius sau Erlenmeyer) umplute cu apă de la robinet. (*Discul bulbului de ceapă să fie scufundat în apă!*)
- Menține vasele de sticlă la o temperatură de 20–24 °C timp de 2–3 zile. (*Schimbă zilnic apa din vasele de sticlă!*)
Notă: În cazul utilizării semințelor de bob, puteți folosi pentru germinare vasele Petri cu hârtie de filtru îmbibată cu apă.
- Recoltează radicelele cu ajutorul unei foarfeci, pense sau ac spatulat după ce radicelele ajung la 5–10 mm lungime.

2. Fixarea

(*Se realizează pentru evitarea modificării structurii interne a celulelor și conservarea formei cromozomilor.*)

- Plasează materialul biologic (radicelele recoltate) în fiole cu alcool acetic 3:1 (3 părți de alcool etilic absolut și 1 parte de acid acetic glaciari) sau fixator Carnoy (6 părți de alcool etilic absolut, 1 parte de acid acetic glaciari și 3 părți de cloroform).
- Pune fiolele în frigider (la 0–4 °C) timp de 10–15 ore.

3. Hidroliza

(*Se realizează pentru facilitarea procesului de colorare a cromozomilor.*)

- Îndepărtează soluția de fixare.
- Pune radicelele în acid clorhidric 1N, încălzit la 60 °C.
- Plasează fiolele cu materialul biologic în termostat la temperatura de 60 °C pentru 5–10 minute.

4. Colorarea

(*Se realizează pentru evidențierea cromozomilor.*)

- Îndepărtează soluția de acid clorhidric cu ajutorul unei hârtii de filtru sau prin spălare cu apă distilată.
- Adaugă peste radicele 2–3 ml de reactiv Schiff și menține-le timp de 10–15 minute la temperatura camerei.

5. Obținerea preparatelor

(*Se realizează pentru vizualizarea microscopică a preparatelor.*)

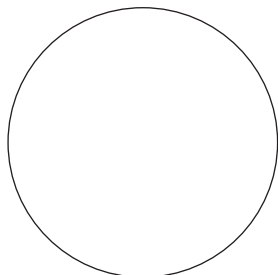
- Pune pe mijlocul unei lame o picătură de carmin acetic sau orseină acetică (*pentru intensificarea colorării*).
- Plasează pe lamă o radică cu vârf intens colorat.
- Detașează cu ajutorul acului spatulat sau a bisturiului vârful radicelei (1–2 mm).
- Transferă vârful radicelei în soluția de carmin acetic de pe lamă.

- Așază lamela pe materialul biologic.
Notă: În cazul când dorești să păstrezi mai mult timp preparatul, lamela poate fi acoperită cu un strat subțire de albumină glicerinată. Lamela se încălzește la flacăra unei lămpi de spirt și se aplică mai apoi peste materialul biologic. (*Cu fața pe care se află albumina!*)
- Îndepărtează excesul de colorant printr-o ușoară apăsare cu degetul pe o hârtie de filtru plasată peste lamelă.
- Apasă atent cu degetul sau cu un băț de lemn sau plastic lamela pentru a repartiza uniform (într-un strat de celule) materialul biologic.
- Observă preparatul realizat la microscop (mai întâi cu ajutorul obiectivelor *uscate*, iar mai apoi – cu ajutorul obiectivelor *cu imersie*).

6. **Prezentarea rezultatelor**

- Desenați în caiet un câmp de vedere din microscop în care sunt evidențiate celule în diferite faze ale mitozei (A).
- Prezentați imaginile microscopice cu celulele în faze diferite ale ciclului celular din vârful radiclelor de ceapă (B).

A.



B.

Interfaza	Profaza	Metafaza	Anafaza	Telofaza

4.2. Determinarea activității mitotice și a indicilor fazici ai mitozei

Celulele organismelor pluricelulare se deosebesc între ele după capacitatea lor de a se divide într-o anumită perioadă de timp. La majoritatea plantelor, în condiții optime, un ciclu mitotic durează 12–24 de ore. Intensitatea reproducerii celulare poate fi determinată după activitatea mitotică (AM) și după indicii fazici ai mitozei (IFM). Valorile activității mitotice și ale indicilor fazici ai mitozei se determină după următoarele formule:

$$AM = \frac{\text{Numărul de celule în mitoză}}{\text{Numărul total de celule analizate}} \times 100 \%$$

$$IFM = \frac{\text{Numărul de celule în faza respectivă}}{\text{Numărul total de celule în mitoză}} \times 100 \%$$

Notă: Pentru realizarea acestei lucrări practice pot fi utilizate preparatele microscopice cu radicelele de ceapă descrise în lucrarea practică anterioară.

Mod de lucru:

1. Pregătirea tabelului

- Desenează în caiet tabelul de mai jos.

**Activitatea mitotică (AM) și indicii fazici ai mitozei (IFM)
în zona meristematică a radicelelor de ceapă (%)**

Nr. câmpului de vedere	Numărul de celule în:					Nr. total de celule
	Interfază	Profază	Metafază	Anafază	Telofază	
Elevul/Eleva 1						
Elevul/Eleva 2						
Elevul/Eleva 3						
...						
Elevul n						
Total (Exemplu)	850	55	45	30	20	1000
Dintre care	În mitoză					150

2. Completarea tabelului

- Numără celulele din interfază, profază, metafază, anafază și telofază în 5–10 câmpuri de vedere ale microscopului. (Pentru comoditate, folosește obiectivele 20 sau 40.)
- Indică cifrele obținute în locul rezervat pentru numele tău.
- Transcrie în tabel datele obținute de către colegi/colege în urma analizei preparatelor cu radicelele de ceapă.
- Completează tabelul.

3. Efectuarea calculelor

- Determină activitatea mitotică (AM) a celulelor din vârful radicelelor de ceapă, folosind formula de mai sus.
- Determină indicii fazici ai mitozei (IF_p , IF_m , IF_a , IF_t) pentru celulele din vârful radicelelor de ceapă, folosind formula prezentată mai sus.
- Prezintă 1–2 concluzii în baza rezultatelor obținute.

4.3. Cariotipul uman normal și patologic

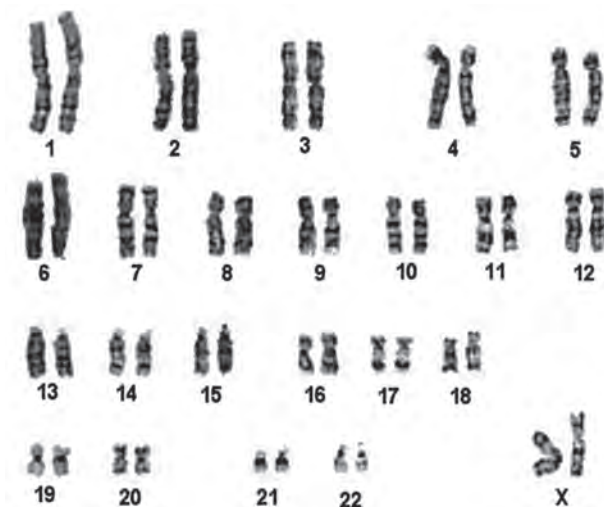
Cariotipul uman este constituit din 46 de cromozomi, dintre care 44 de autozomi și 2 heterozomi (cromozomi sexuali). Numărul de cromozomi în celulele umane (ca și la celelalte organisme) este constant. El se poate modifica fie spontan, fie sub acțiunea factorilor mutageni ai mediului. Pe lângă schimbarea numărului de cromozomi (mutații cromozomiale numerice), se poate modifica și structura anumitor cromozomi (mutații cromozomiale structurale).

Mod de lucru:

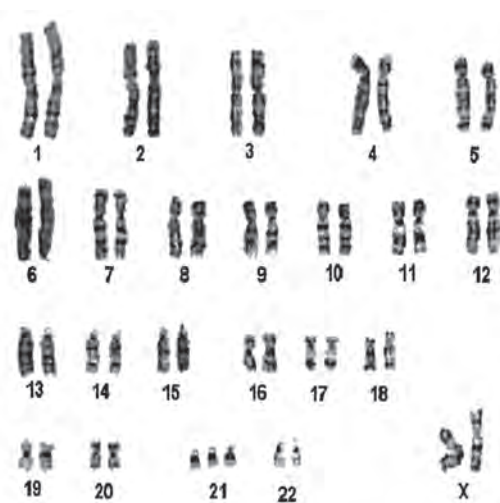
1. Analiza cariotipurilor umane

- Evaluează cariotipurile prezentate mai jos (A – E)

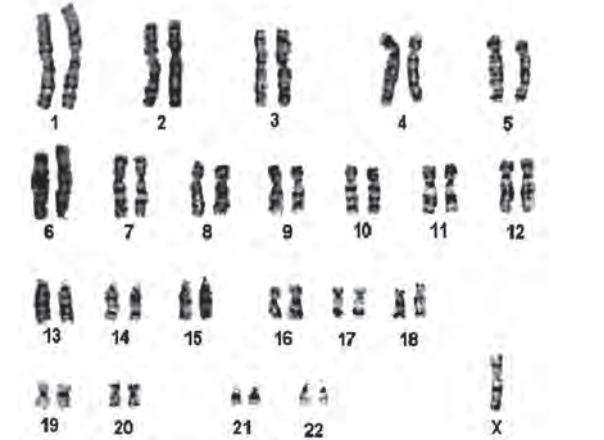
A.



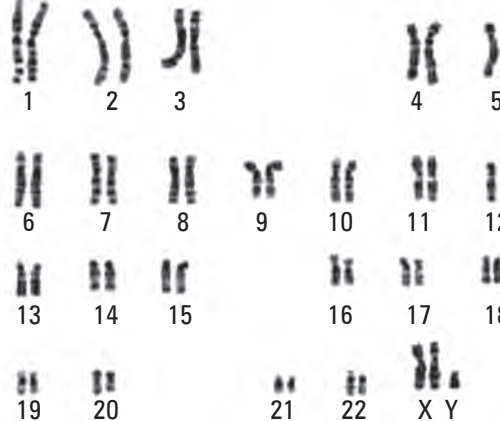
B.



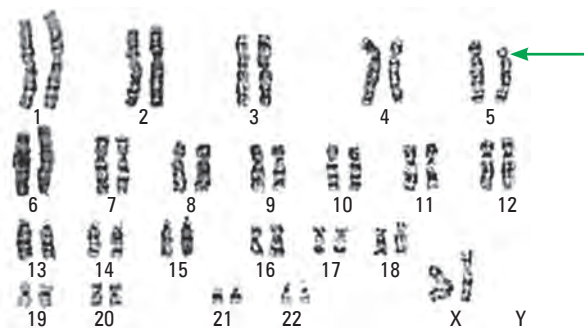
C.



D.



E.



2. Completarea tabelului

- Desenează în caiet tabelul de mai jos.
- Răspunde la întrebările din tabel, bifând în coloana cariotipului respectiv (A–E).

Caracteristica cariotipurilor umane

Întrebări	Imagini				
	A	B	C	D	E
1. Care imagine reflectă un cariotip normal de sex feminin?					
2. Care imagine reflectă un cariotip normal de sex masculin?					
3. Care imagine reflectă un cariotip patologic de sex feminin?					
4. Care imagine reflectă un cariotip patologic de sex masculin?					
5. Care imagine reflectă o mutație cromozomială numerică?					
6. Care imagine reflectă o mutație cromozomială structurală?					
7. Care imagine reflectă o mutație cromozomială autozomală?					
8. Care imagine reflectă o mutație heterozomală?					
9. Care imagine reflectă o monosomie?					
10. Care imagine reflectă o trisomie?					
11. Care imagine reflectă o deleție cromozomială?					
12. Care imagine reflectă o mutație cu implicarea cromozomilor din grupul A?					
13. Care imagine reflectă o mutație cu implicarea cromozomilor din grupul B?					
14. Care imagine reflectă o mutație cu implicarea cromozomilor din grupul C?					
15. Care imagine reflectă o mutație cu implicarea cromozomilor din grupul D?					
16. Care imagine reflectă o mutație cu implicarea cromozomilor din grupul E?					
17. Care imagine reflectă o mutație cu implicarea cromozomilor din grupul F?					
18. Care imagine reflectă o mutație cu implicarea cromozomilor din grupul G?					

Relații trofice într-un ecosistem terestru

Structura trofică a unei biocenoză este alcătuită, de regulă, din trei categorii trofice: producători, consumatori și descompunători. Funcționalitatea fiecărei biocenoză este determinată de relațiile de nutriție ale viețuitoarelor (relațiile trofice). În cadrul biocenozelor se instalează anumite *lanțuri trofice* (un șir de verigi care se succed de la producător până la ultimul consumator) și *rețele trofice* (totalitatea lanțurilor trofice caracteristice unui ecosistem).

Materiale necesare:

- Caiet de notițe, creion, pix
- Ustensile și aparate (lupă, fileu entomologic, pliculețe, pungi de plastic, aparat de fotografiat sau telefon mobil etc.)
- Echipament personal adecvat (ținută sport)

Notă: În procesul de realizare a lucrării practice este necesar de a respecta cu strictețe normele de protecție a mediului ambiant.

Mod de lucru:

1. **Determinarea structurii trofice a biocenoză**

- Analizează biocenoza unui ecosistem din apropierea liceului sau a unui ecosistem investigat în cadrul unei aplicații de teren.
- Identifică organismele prezente pe biotopul ales.
- Notează în caiet viețuitoarele identificate.
- Fotografiază diferite regiuni ale biocenoză.
- Prezintă într-un tabel (vezi modelul de mai jos) categoriile trofice ale biocenoză analizate.

Producători	Consumatori	Descompunători
<i>Organisme autotrofe:</i> • _____ • _____ • _____ • _____ • _____	<i>După ordine:</i> • primari _____ • secundari _____ • terțiari _____ <i>După hrană:</i> • fitofagi _____ • carnivori _____ • omnivori _____ • detritofagi _____ <i>Notă:</i> În biocenoza analizată pot lipsi anumite tipuri de consumatori.	<i>Organisme saprofite:</i> • _____ • _____ • _____ • _____ • _____

2. **Determinarea rețelei trofice a biocenoză**

- Generalizează informația colectată din ecosistemul analizat.
- Prezintă schematic rețeaua trofică a ecosistemului analizat.

BIOLOGIE 12

MANUAL PENTRU CLASA A XII-A

