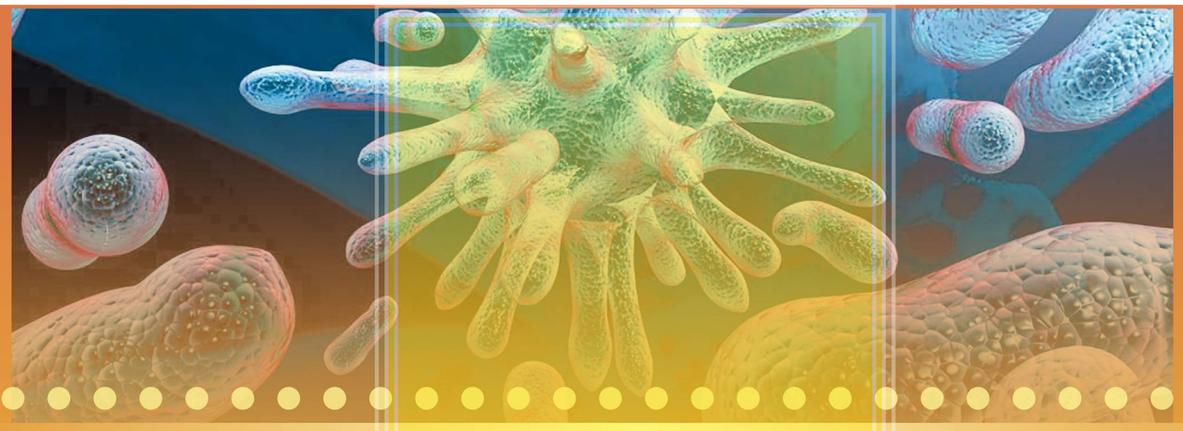
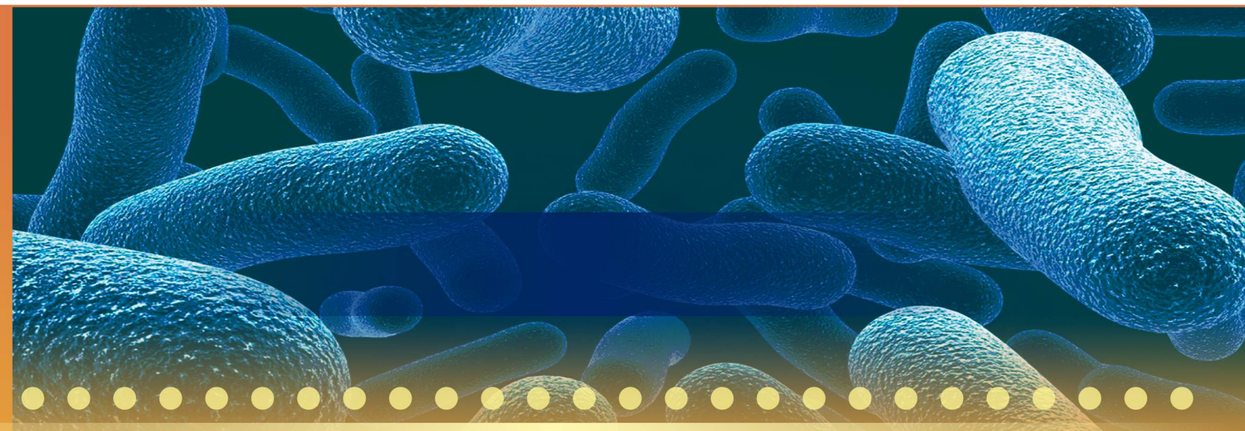
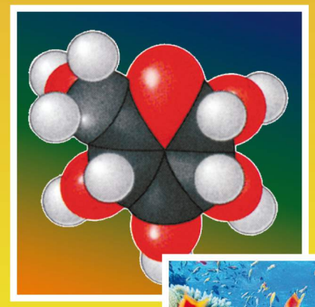




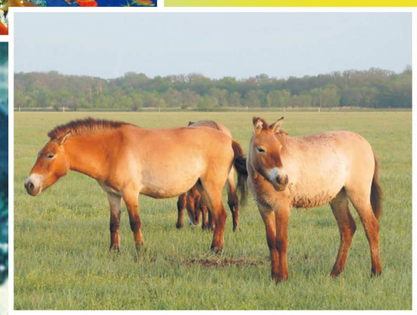
2017

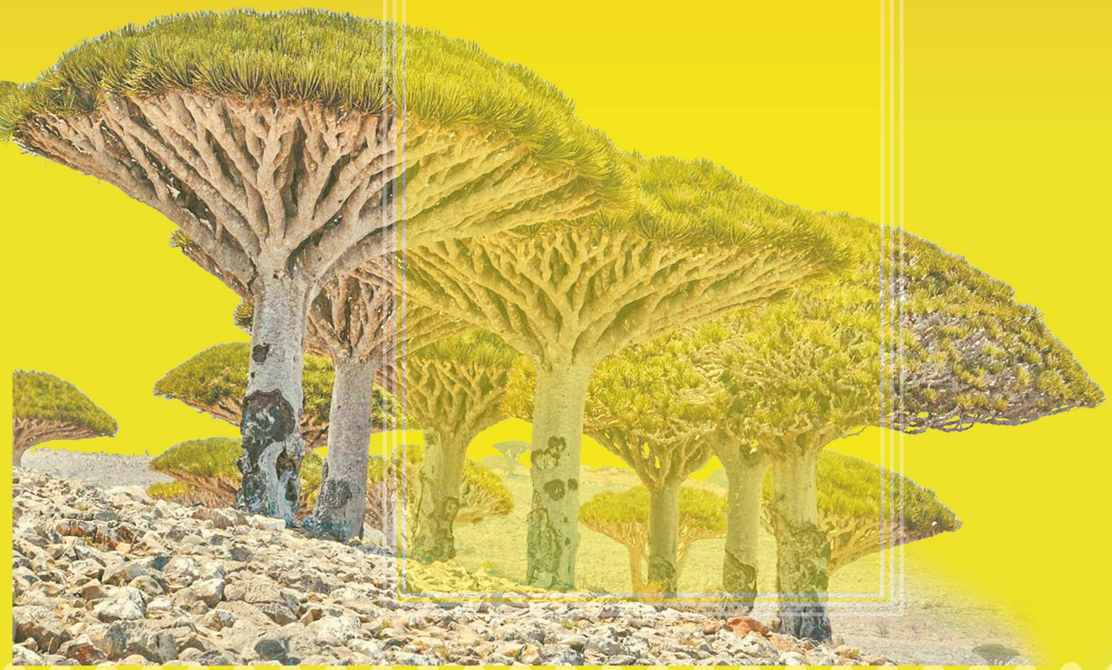
BIOLOGIE

BIOLOGIE



9





9

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Ochiul boului de munte
Aster alpinus

Floarea-reginei
Leontopodium alpinum

Iarba pene
Stipa dasyphylla

Nemțișorii de câmp
Delphinium cuneatum

Aldrovanda
Aldrovanda vesiculosa

Coeloglossum viride
Coeloglossum viride

Marsilea quadrifolia
Marsilea quadrifolia

Pinul Stankewicz *Pinus stankewiczii*

Laleaua scită
Tulipa scythica

Șofranul Pallasa
Crocus pallasii

Părul Maicii Domnului
Adiantum capillus-veneris

Bujorul de stepă
Paeonia tenuifolia

Brădușul
Lycopodium annotinum

Cupa
Gentiana acaulis

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

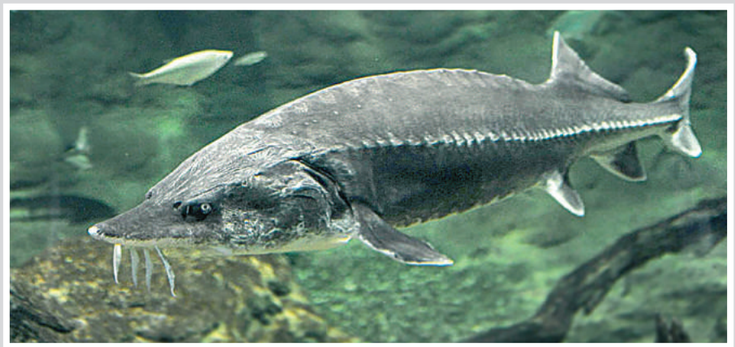
Cosașul de stepă
Saga pedo

Crabul de piatră
Eriphia verrucosa

Molia cap-de-mort
Acherontia atropos

Vipera nikolskii
Vipera nikolskii

Foca Monachus
Monachus monachus



Morunul *Huso huso*

Afalinul *Tursiops truncatus*

Bubo *Bubo bubo*

Hermina *Mustela erminea*

Acvila de munte
Aquila chrysaetos

Tritonul carpatic
Lissotriton montandoni

Ariciul de deșert cu urechi lungi
Hemiechinus auritus

Ascalaful
Libelloides macaronius

Zimbrul *Bison bonasus*

Liliacul pitic al lui Kuhl
Pipistrellus kuhlii

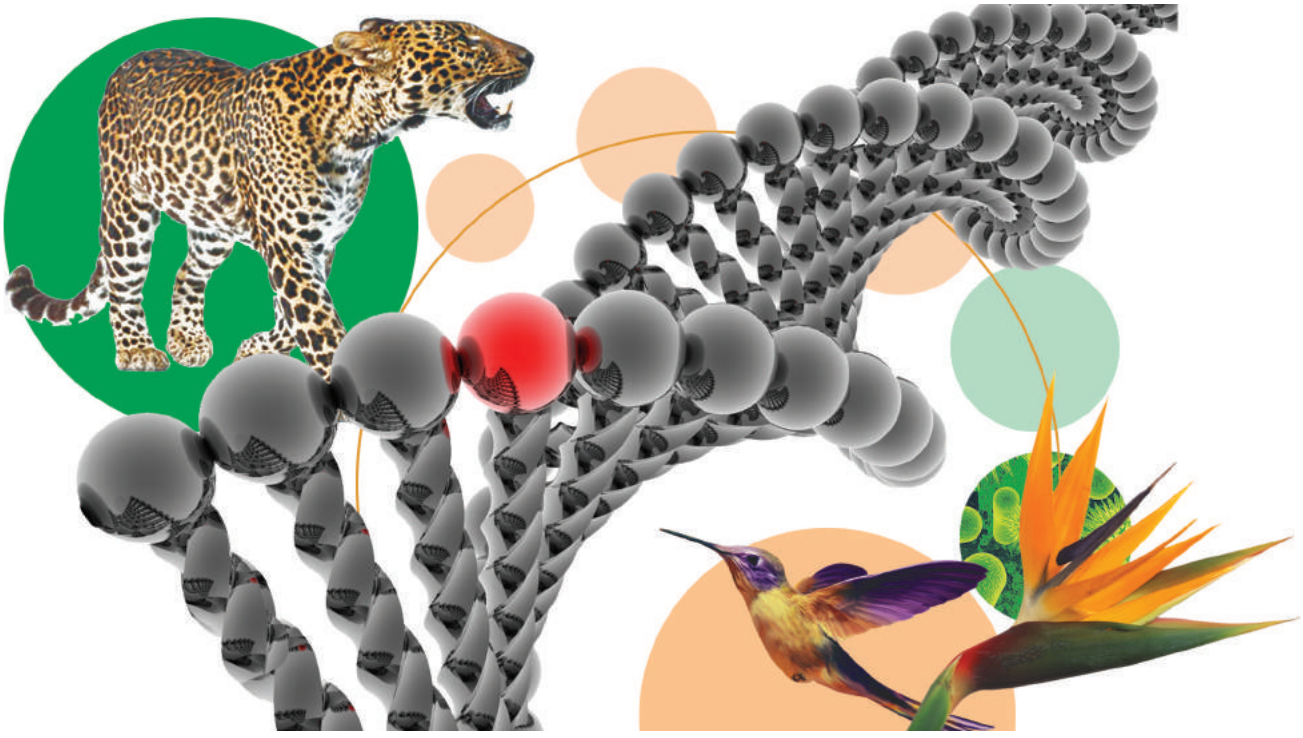
Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

L. I. Ostapcenko, P. G. Balan, V. P. Polişciuk

BIOLOGIE

Manual pentru clasa a 9-a a instituţiilor de învăţământ general cu predarea în limba moldovenească

Recomandat de Ministerul Învăţământului şi Ştiinţei din Ucraina



Cernăuţi
„Bukrek”
2017

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

УДК 57(075.3)
О-76

Перекладено за виданням:
Л. І. Остапченко, П. Г. Балан, В. П. Поліщук. Біологія. Підруч.
для 9 кл. загальносвіт. навч. закл. – К. : Генеза, 2017. – 256 с. : іл.

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
(Наказ Міністерства освіти і науки України від 20.03.2017 № 417)

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Експерти, що здійснили експертизу підручника під час проведення конкурсного відбору проектів підручників для 9 класу загальноосвітніх навчальних закладів і зробили висновок про доцільність надання підручнику грифа „Рекомендовано Міністерством освіти і науки України”:

Степанов С. О., учитель-методист Богуславської загальноосвітньої школи I–III ступенів № 2 Богуславської районної ради Київської області;
Шагієва Р. Р., методист кабінету природничо-математичних предметів, технологій Рівненського обласного інституту післядипломної педагогічної освіти;
Данилович Ю. В., доктор біологічних наук, старший науковий співробітник Інституту біохімії ім. О.В. Палладіна Національної академії наук України.

Остапченко Л. І.
О-76 Біологія : підруч. для 9-го кл. загальноосвіт. навч. закл. з навч. молд. мовою / Л. І. Остапченко, П. Г. Балан, В. П. Поліщук ; Пер. з укр. – Чернівці : Букрек, 2017. – 256 с. : іл.

ISBN 978-966-399-890-9

Підручник відповідає навчальній програмі „Біологія, 6–9 класи” для загальноосвітніх навчальних закладів. За його допомогою учні ознайомляться з досягненнями таких біологічних наук, як біохімія, цитологія, гістологія, генетика, екологія тощо, дізнаються про загальні закономірності живої природи та різні рівні організації живої матерії, узагальнять знання, набуті впродовж попередніх років навчання.

УДК 57(075.3)

© Остапченко Л. І., Балан П. Г., Поліщук В. П., 2017
© Видавництво „Генеза”, оригінал-макет, 2017
© Видавничий дім „Букрек”, переклад, 2017

ISBN 978-966-11-0847-8 (укр.)
ISBN 978-966-399-890-9 (молд.)

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

DRAGI ELEVI AI CLASEI A ZECEA!

În decursul anilor precedenţi de învăţământ aţi luat cunoştinţă cu lumea diversă a organismelor: bacterii, plante, ciuperci, animale. De asemenea, aţi studiat anatomia şi procesele de activitate vitală a omului ca fiinţă biosocială.

În clasa a 9-a veţi lua cunoştinţă de realizările ştiinţelor biologice, care studiază componenţa chimică a organismelor, structura şi funcţionarea celulelor şi ţesuturilor, particularităţile dezvoltării individuale, legităţile eredităţii şi variabilităţii. Veţi afla despre legitatea generală caracteristică pentru diferiţi reprezentanţi ai naturii vii, despre diferite niveluri de organizare a materiei vii: veţi generaliza cunoştinţele, obţinute în decursul precedenţilor ani de învăţământ.

Cunoştinţele căpătate vă vor ajuta să vă orientaţi mai bine în lumea fiinţelor vii, care vă înconjoară, să înţelegeţi relaţiile reciproce care există între ele şi mediul ambiant. Sperăm că veţi conştientiza necesitatea extraordinară de a ocroti mediul natural ambiant şi de a îmbunătăţi starea lui, de a păstra şi de a folosi raţional resursele naturale. Va fi interesant să aflaţi despre biotehnologiile performante, ingineria genetică şi cea celulară, deoarece de dezvoltarea lor depinde soluţionarea celor mai acute probleme ale omenirii: asigurarea cu produse alimentare, elaborarea noilor preparate medicamentoase, acţiunile privind protecţia mediului ambiant, prelungirea vieţii omului.

O componentă importantă a lecţiei de biologie sunt cercetările de laborator, lucrările de laborator şi cele practice. Ele vă vor ajuta să însuşiţi de sine stătător sistemul de cunoştinţe, să vă formaţi deprinderi speciale şi practice. Proiectele de învăţământ vor servi pentru formarea la elevi a deprinderilor de a munci de sine stătător, de a căuta informaţie suplimentară în alte surse literare.

În afară de materialul principal, manualul conţine şi material suplimentar, separat într-un mod anumit în text. Acestea sunt comunicări utile şi interesante din diferite domenii ale biologiei.

Deci, vă dorim succes în cunoaşterea lumii complicate şi interesante a organismelor vii. Sperăm că cunoştinţele obţinute, studiind biologia, vă vor prinde bine în viitor.

Autorii

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

INTRODUCERE

În „Introducere” veţi afla despre:

- sistemul ştiinţelor biologice;
- metodele principale de cercetări în biologie;
- nivelurile de organizare a materiei vii;
- însemnătatea biologiei în viaţa omului şi sarcinile principale ale ştiinţelor biologice la etapa actuală.

§1. BIOLOGIA – ŞTIINŢĂ COMPLEXĂ DESPRE NATURA VIE. NIVELURILE DE ORGANIZARE A SISTEMELOR BIOLOGICE. METODELE PRINCIPALE DE CERCETĂRI BIOLOGICE

Amintiţi-vă ce înseamnă sistemele biologice. Care sunt caracteristicile plantelor, ciupercilor, bacteriilor şi animalelor? Cu ajutorul căror metode sunt studiate organismele unicelulare şi pluricelulare? Ce înseamnă populaţia, ecosistemul, circuitul substanţelor?

Biologia este o ştiinţă complexă despre natura vie. Ştiţi deja că biologia studiază diferite manifestări ale vieţii. Ca ştiinţă naturală de sine stătătoare, biologia a apărut încă până la era noastră (*amintiţi-vă* care savanţi au stat la începuturile ei), iar denumirea ei a fost propusă în 1802, independent unul de altul, de savantul francez Jean-Baptiste Lamarck şi savantul german Gottfried Reinhold Treviranus (des. 1).

1

2

Des. 1.1. ***Jean-Baptiste Lamarck*** *(1744–1829).*
2. ***Gottfried Reinhold Treviranus*** *(1766–1837)*

În decursul anilor precedenţi de învăţământ în şcoală aţi luat cunoştinţă de unele dintre principalele ştiinţe biologice ca botanica, micologia, zoologia, anatomia şi fiziologia omului etc. În actualul an de învăţământ veţi afla despre realizările altor ştiinţe biologice: biochimia, citologia, virusologia, biologia dezvoltării individuale, genetica, ecologia, teoria evoluţiei etc. (des. 2). Datele despre acestea şi multe alte ştiinţe biologice oferă posibilitatea să fie studiate legităţile caracteristice tuturor organismelor vii.

În decursul anilor precedenţi, de asemenea, aţi luat cunoştinţă de **principalele proprietăţi ale materiei vii** în baza exemplului bacteriilor, plantelor, ciupercilor şi organismului omului. Să le generalizăm.

Organismele vii constituie sisteme biologice integre, capabile de autoreînnoire, autoreglare şi autoreproducere.

Celula este unitatea elementară de structură, activitate vitală şi de dezvoltare a materiei vii.

Activizaţi-vă cunoştinţele!

Orice fiinţă vie sau organism este compus din particule aparte – celulele.

Organismele se deosebesc de corpurile naturii moarte prin coraportul elementelor chimice, care intră în componenţa lor (în componenţa tuturor fiinţelor vii prevalează patru elemente chimice: Hidrogenul, Carbonul, Nitrogenul şi Oxigenul).

Materiei vii îi sunt proprii schimbul de substanţe şi energie din mediul ambiant. Deci, orice organism prezintă un *sistem deschis.*

Fiecare sistem biologic este capabil la autoreglare. Aceasta este condiţia principală la susţinerea *homeostazei*.

Trăsătura caracteristică a organismului – capacitatea de a se mişca.

Materiei vii îi este caracteristică *iritabilitatea* – capacitatea de a primi stimuli din mediul extern şi intern şi de a reacţiona la ei într-un anumit fel.

Tuturor sistemelor biologice le este caracteristică capacitatea de autoreproducere sau de *înmulţire*.

Organismele sunt capabile să crească şi să se dezvolte. Datorită *creşterii* ele îşi măresc dimensiunile şi masa. *Dezvoltarea* înseamnă schimbări calitative legate de noi trăsături ale structurii şi particularităţi de funcţionare.

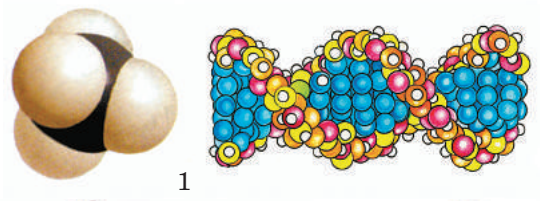
Sistemele biologice sunt capabile de a se adapta. Vă amintim că *adaptarea* înseamnă modificările sistemelor vii ca răspuns la schimbările care au loc în mediul extern şi intern.

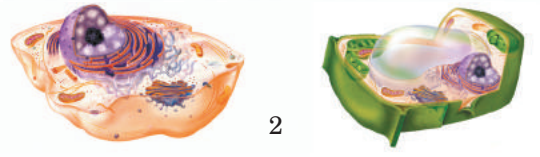
Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Biologia – sistem de ştiinţe despre viaţă la diferite niveluri de organizare a ei; studiază organismele vii şi generalizează legităţile proprii tuturor organismelor; sarcina ei este de a cunoaşte esenţa vieţii.	
Biologia moleculară	studiază procesele care au loc în sistemele vii la nivel molecular
Citologia	ştiinţa despre structura şi procesele vitale ale celulelor
Histologia	ştiinţa despre structura şi funcţiile ţesuturilor
Biotehnologia	ştiinţă aplicată care elaborează şi aplică în producţie metodele industriale cu folosirea organismelor vii şi proceselor biologice
Embriologia	ştiinţa despre etapa embrionară de dezvoltare individuală a organismelor
Biologia dezvoltării individuale	ştiinţa despre legităţile dezvoltării organismului de la concepere şi până la moarte
Virusologia	ştiinţa despre formele de viaţă acelulară – viruşii
Genetica	ştiinţa despre legităţile ereditare şi variabilităţii, mecanismele de transmitere a informaţiei ereditare de la părinţi la urmaşi
Selecţia	ştiinţă aplicată despre crearea noilor soiuri de plante, rase de animale şi tulpini de microorganisme
Ecologia	ştiinţa despre relaţiile reciproce între organisme şi condiţiile mediului ambiant
Ştiinţa despre evoluţie	ştiinţa care stabileşte legitatea dezvoltării istorice a organismelor vii de pe planeta noastră
Paleontologia	ştiinţa care studiază organismele moarte
Filogenia	ştiinţa despre căile concrete şi etapele dezvoltării istorice a diferitelor grupuri de organisme vii
Sistematica	ştiinţa despre diversitatea speciilor fiinţelor vii contemporane şi dispărute
Botanica	ştiinţa despre plante
Micologia	ştiinţa despre ciuperci
Zoologia	ştiinţa despre animale
Bacteriologia	ştiinţa despre organismele procariote – archaea şi bacterii
Anatomia	ştiinţa care studiază forma, structura organismelor aparte, sistemelor de organisme şi organismelor în general. Subdiviziunile anatomiei: **anatomia plantelor, animalelor şi omului**
Fiziologia	ştiinţa despre activitatea vitală a organismelor. Subdiviziunile fiziologiei: fiziologia plantelor, animalelor, omului

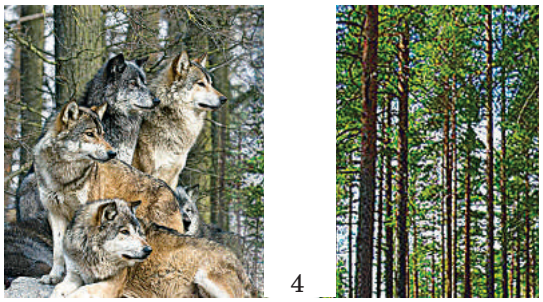
Des. 2. Caracteristica succintă a principalelor ştiinţe biologice.
Temă. *Chibzuiţi care ştiinţe biologice din această schemă sunt mai strâns legate între ele.*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua


1


2

3


4

5

6

Nivelurile de organizare a materiei vii. Materia vie poate exista la diferite niveluri de organizare, care s-au format treptat în procesul evoluţiei: molecular, celular, individual, populaţional şi al speciei, de ecosistem şi biosferic (des.3).

La **nivelul molecular** au loc procese biochimice şi transformarea energiei în sisteme biologice, se păstrează, se schimbă şi se realizează informaţia ereditară. La nivelul molecular există sisteme biologice elementare, de exemplu, viruşii. Acest nivel de organizare a materiei vii este studiat de *biologia moleculară, biochimie, genetică, virusologie.*

Nivelul celular se caracterizează prin aceea că celula este sistemul biologic, capabil de a funcţiona de sine stătător şi de a se autoreproduce. În fiecare celulă, atât la organismele unicelulare, cât şi la cele pluricelulare, se produce schimbul de substanţe şi transformarea energiei, se păstrează şi se realizează informaţia ereditară. Celulele sunt predispuse de a se înmulţi. Nivelul celular de organizare a materiei vii este studiat de *citologie, histologie.*

Nivelul individual. La organismele pluricelulare în timpul dezvoltării individuale celulele se specializează după funcţiile de structură şi funcţionale, deseori formând *ţesuturi.* Din aceste ţesuturi se formează *organe.* Diferite organe interacţionează între ele în procesul schimbului de substanţe şi de transformare a energiei, formând *sistemele de organe.* Prin aceasta se asigură funcţionarea organismului integru ca sistem biologic integrat (la organismele unicelulare nivelul individual de organizare coincide cu celula). Nivelul individual de organizare a materiei vii este studiat de mai multe ştiinţe: *botanica, zoologia, micologia, bacteriologia etc.*

Nivelul populaţional şi al speciei. Toate organismele vii ţin de anumite *specii biologice.* Organismele ce aparţin la o anumită specie au particularităţi comune ale structurii şi proceselor de activitate vitală, cerinţe ecologice asemănătoare faţă de mediul ambiant. Ele sunt capabile de a lăsa urmaşi fecunzi. Totalitatea indivizilor de o singură specie, care în decursul unei perioade de timp îndelungate există într-o măsură mai mare sau mai mică separat de alte grupări asemănătoare ale acestei specii, formează *populaţia.*

Nivelul de ecosistem. Populaţiile diferitelor specii, care populează teritoriul comun, interacţionează între ele şi cu factorii naturii moarte, intră în componenţa sistemelor biologice supraspecii – *ecosisteme*. Pentru nivelul de ecosistem sunt caracteristice fluxurile permanente de energie între populaţiile de diferite specii, precum şi schimbul permanent de substanţe între părţile vii şi moarte ale ecosistemelor, adică *circuitul substanţelor*.

Nivelul biosferic. Toate ecosistemele de pe planeta noastră luate împreună formează *biosfera* – partea învelişului Pământului populată de organisme vii. Biosfera este unicul ecosistem global al planetei noastre. Nivelurile supraorganismelor de organizare a materiei vii – populaţii, ecosisteme şi biosfera în genere sunt studiate de *ecologie.*

Des. 3. Nivelurile de organizare a materiei vii: 1 – molecular (au loc reacţii biochimice, este codată informaţia ereditară); 2 – celular (celulele sunt compuse din molecule); 3 – individual (organismele pluricelulare sunt compuse din celule); 4 – populaţional şi al speciei (populaţiile sunt formate din indivizi aparte, iar speciile – din populaţii); 5 – de ecosistem (ecosistemele sunt formate din diferite specii); 6 – biosferic (biosfera este totalitatea tuturor ecosistemelor de pe planetă)

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Metodele principale de cercetări biologice. Materia vie la diferite niveluri de organizare este cercetată de asemenea prin diferite metode. Principalele metode sunt: descriptiv-comparativă, experimentală, de monitorizare şi de modelare.

Metoda descriptiv-comparativă a fost iniţiată de savantul din Grecia antică Aristotel. Ea este folosită la descrierea speciilor de organisme, procesele şi fenomenele noi pentru ştiinţă. Uneori este insuficientă descrierea organismelor, proceselor, fenomenelor etc. noi pentru ştiinţă. Pentru stabilirea originalităţii obiectului de cercetare, procesului sau a fenomenului, acestea urmează să fie comparate cu obiecte, procese şi fenomene asemănătoare. De exemplu, descoperirea speciilor noi pentru ştiinţă este imposibilă fără analiza asemănărilor şi deosebirilor lor cu alte forme apropiate. Compararea obiectelor cercetării este posibilă numai în limitele unui anumit nivel de organizare (de exemplu, compararea unei anumite molecule cu alte molecule, celule cu alte celule, specii cu alte specii etc.).

Metoda experimentală constă în aceea că cercetătorii intervin activ în structura obiectelor cercetărilor, desfăşurarea diferitor procese, fenomene şi urmăresc consecinţele unei astfel de intervenţii. Experimentele sunt de teren şi de laborator. *Experimentele de teren* sunt efectuate în condiţii naturale: de exemplu, pe loturile experimentale sunt studiate acţiunile anumitor substanţe asupra creşterii plantelor, sunt încercate acţiunile de luptă împotriva dăunătorilor, este cercetată influenţa activităţii economice a omului asupra ecosistemelor naturale etc. *Experimentele de laborator* sunt desfăşurate în încăperi dotate special (*laboratoare).* La aceste cercetări sunt folosite organisme experimentale, înmulţite şi întreţinute special de oamenii de ştiinţă.

Monitorizarea înseamnă urmărirea permanentă a desfăşurării anumitor procese în anumite populaţii, ecosisteme, în biosferă în general sau a stării anumitor obiecte biologice. Monitorizarea oferă posibilitatea să fie studiată starea anumitor obiecte, populaţii, ecosisteme şi biosferei în general, să fie pronosticate posibilele schimbări negative, să fie analizate consecinţele şi să fie elaborate la timp acţiunile de protecţie.

De exemplu, monitorizând conţinutul de monoxid (IV) de carbon (dioxidului de carbon) în atmosferă, se poate prevedea influenţa acestuia asupra schimbării climei de pe planeta noastră.

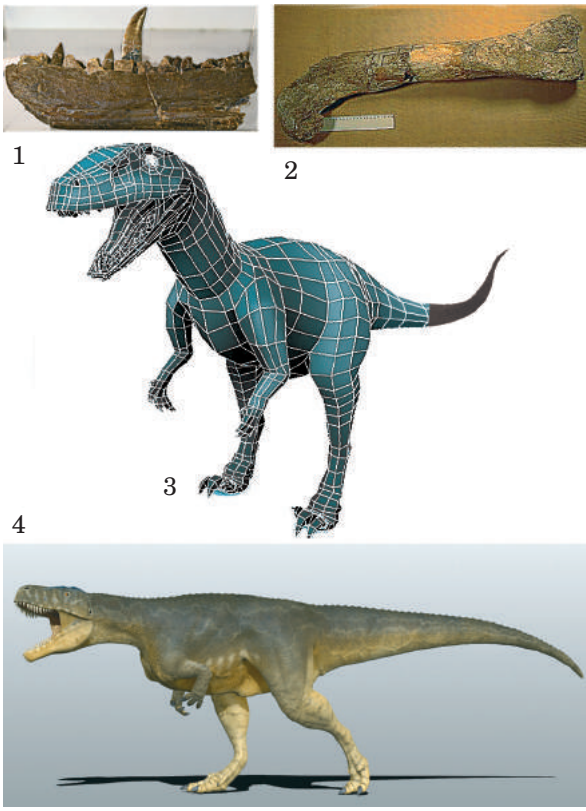
Modelarea este metoda de cercetare şi de demonstrare a structurilor, funcţiilor, proceselor cu ajutorul imitaţiei simplificate (des. 4). Modelarea este o etapă obligatorie pentru multe cercetări ştiinţifice, deoarece dă posibilitate să fie studiate obiectele şi procesele, care sunt imposibil să fie urmărite nemijlocit sau recreate în mod experimental. Cu ajutorul modelării oamenii de ştiinţă pronostichează posibilele consecinţe ale diferitor procese şi fenomene, creează anumite obiecte sau fenomene ideale şi le compară cu cele reale. Rezultatele, obţinute cu ajutorul acestor metode, sunt prelucrate cu folosirea analizei matematice şi statistice.

Modelarea matematică în biologie constituie un complex de metode matematice de analiză a complexităţii relaţiilor reciproce şi legităţii în sistemele biologice. Ea este efectuată

Nivelurile de organizare a vieții – niveluri subordonate ierarhic sistemelor biologice, care oglindesc gradul de complicație a lor în procesul evoluției. Toate nivelurile de organizare a materiei vii sunt legate reciproc între ele: nivelurile inferioare de organizare a materiei vii intră în componența celor superioare

E interesant să ştim

În timpul desfăşurării cercetărilor paleontologice oamenii de ştiinţă deseori descoperă oase aparte (sau chiar fragmente ale oaselor) ale animalelor, care au trăit în fostele epoci geologice. Folosind tehnologiile computerizate contemporane, savanţii pot crea anumite modele 3D ale acestor fiinţe.



Des. 4. 1 – fragment al maxilarului inferior al dinozaurului răpitor megalozaur, care se deplasa cu ajutorul membrelor inferioare (a existat la mijlocul perioadei Jurassic (181–169 milioane de ani în urmă); fragmente ale scheletelor au fost găsite în Anglia, Franța și Portugalia; 2 – osul coapsei megalozaurului; 3 – una din etapele de creare a modelului tridimensional al megalozaurului; 4 – așa arată megalozaurul recreat

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

ETAPELE CREĂRII MODELULUI MATEMATIC

Este înaintată consecvent ipoteza de lucru şi sunt formulate întrebările, răspunsul la care urmează să dea modelul creat

↓

Este elaborat aparatul matematic respectiv; cu ajutorul lui sunt obținute anumite date

↓

Datele obținute sunt comparate cu rezultatele observărilor şi experimentelor, verificând veridicitatea modelului

Direcțiile principale ale aplicării rezultatelor cercetărilor biologice contemporane

- Asigurarea populației planetei cu produse alimentare
- Ocrotirea sănătății omului şi animalelor domestice
- Protecția mediului ambiant şi păstrarea diversității speciilor de organisme

cu ajutorul computerelor, care memorizează un volum enorm de informaţii şi le prelucrează foarte repede cu folosirea programelor speciale. Cu ajutorul modelării matematice, de exemplu, pot fi studiate relaţiile reciproce între organisme în ecosisteme (cum ar fi dependenţa numărului populaţiei de animale ierbivore de numărul populaţiei animalului răpitor, dependenţa schimbării numărului populaţiei de schimbările climaterice sau de influenţa activităţii omului).

Metoda statistică. Toate faptele adunate, neprelucrate statistic, neanalizate multilateral, nu dau posibilitate să fie imaginată întreaga informaţie, pe care o conţin aceste fapte, stabilite anumite legităţi. Prelucrarea matematică este necesară pentru determinarea gradului veridicităţii rezultatelor obţinute şi generalizarea lor justă. Aplicarea metodelor matematice şi statistice a contribuit la transformarea biologiei din ştiinţă descriptivă în ştiinţă exactă, care se bazează pe o analiză matematică clară a datelor obţinute.

Legitatea veridică din punct de vedere statistic în biologie poate fi considerată ***regulă*** sau ***lege ştiinţifică*.** **Legile biologice** sunt legităţi care, de obicei, nu au excepţii şi pot fi explicate numai într-un mod anumit (*amintiţi-vă* de legile învăţate la alte obiecte). Cu timpul veţi lua cunoştinţă de principalele legi biologice, în deosebi de legile ecologice şi cele ale eredităţii.

Însemnătatea biologiei în viaţa omului. În prezent biologia joacă un rol extrem de important în existenţa societăţii umane. Rezultatele cercetărilor biologice sunt necesare pentru:

- ✓ ocrotirea sănătăţii omului, precum şi tratarea şi profilaxia bolilor la animalele domestice;
- ✓ asigurarea omului cu produse alimentare;
- ✓ ocrotirea şi îmbunătăţirea mediului ambiant şi folosirea raţională a resurselor naturale.

Cu participarea savanţilor biologi a fost obţinut un progres însemnat în diagnosticarea la timp a diferitor boli ale omului, animalelor domestice şi plantelor cultivate, în profilaxia şi tratarea lor. Astfel, folosind substanţe biologic active, produse de anumite organisme, cercetătorii creează medicamente eficiente – antibiotice, hormoni etc. Pentru aceasta aplică astfel de metode ca ingineria genetică şi celulară. Cercetările contemporane în domeniul biologiei moleculare şi geneticii au dat posibilitatea să fie descifrată componenţa informaţiei genetice a multor organisme şi determinate care molecule ADN conţin unele sau alte gene şi clarificate funcţiile lor. Aceasta poate fi de ajutor în depistarea genelor defectate, care facilitează bolile ereditare, şi la înlocuirea lor cu copii normale.

Biologia este ştiinţa, chemată ca prin cercetările sale să-i convingă pe oameni să manifeste o atitudine grijulie faţă de natură, necesităţile oamenilor şi legile ei, fără a intenţiona să le schimbe în orice mod. Ecologia contemporană este o bază teoretică pentru protecţia mediului ambiant. Datorită realizărilor în domeniul tehnologiilor au fost creare metode contemporane care prevăd folosirea diferitor specii de microorganisme pentru curăţirea mediului ambiant de poluări.

Biologia are legături strânse cu alte ştiinţe naturale şi umanitare (des. 5).

Nu întâmplător biologia este numită ştiinţa de frunte a secolului XXI. Fără realizările contemporane ale biologiei este

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Ştiinţele care au apărut în rezultatul interacţiunii biologiei cu alte ştiinţe	
Biochimia	ştiința despre componența chimică a organismelor vii şi procesele chimice care au loc în ele; a apărut în rezultatul interacțiunii biologiei cu chimia
Biofizica	ştiința despre procesele fizice care au loc în sistemele biologice de diferite niveluri de organizare şi despre influența diferitor factori fizici asupra obiectelor biologice; a apărut în rezultatul interacțiunii biologiei cu fizica
Biogeografia	ştiința despre extinderea organismelor; este rezultatul interacțiunii biologiei şi geografiei
Socioecologia	studiază legitatea interacțiunii societății umane şi mediului ambiant; a apărut în rezultatul interacțiunii ecologiei cu ştiinţele umanitare
Antropologia	ştiința despre originea şi evoluția omului ca specie biosocială deosebită; a apărut în rezultatul interacțiunii biologiei omului cu ştiinţele umanitare
Medicina	ştiința despre sănătatea omului şi ocrotirea ei, prevenirea bolilor, metodele de diagnosticare şi tratare a lor; foloseşte datele ştiinţelor biologice despre om (anatomiei, fiziologiei, geneticii omului etc.)
Biologia cosmică	studiază particularitățile fiinţelor vii în condiţiile aparatelor cosmice; s-a format datorită realizărilor diferitor ştiinţe naturale (fizicii, matematicii, ciberneticii, chimiei etc.)
Bionica	cercetează particularitățile structurii şi activității vitale cu scopul creării diferitelor sisteme tehnice şi dispozitive
Radiobiologia	ştiința despre influența diferitor tipuri de radiație asupra sistemelor vii de diferite niveluri

Des. 5. Exemple de legături reciproce între biologie şi alte ştiinţe.
***Temă.** Folosind diferite surse de informaţii, completaţi schema*

imposibil progresul în ştiinţele agrare, ocrotirea sănătăţii, biotehnologii etc. Cu toate că biologia a atins succese importante în studierea naturii vii, în faţa ei stau încă multe probleme nerezolvate. Posibil, anume voi veţi avea posibilitatea să descoperiţi alte taine ale vieţii pe planeta noastră.

Termeni şi noţiuni-cheie:

biologia, nivelurile organizării materiei vii, monitorizarea, metodele descriptive şi experimentale, modelarea.

Verificaţi-vă cunoştinţele obţinute

1. Cine şi când a propus termenul „biologia”? 2. Ce ştiinţe biologice principale cunoaşteţi? 3. Cu care alte ştiinţe interacţionează biologia? 4. Care este importanța biologiei pentru existența societății umane? 5. Care niveluri ale organizării materiei vii cunoaşteţi? 6. Ce metode de cercetare în biologie cunoaşteţi?

Chibzuiţi

1. Cum au contribuit realizările omenirii la dezvoltarea biologiei? 2. Cum poate fi explicată diversitatea nivelurilor de organizare a materiei vii?

Discutaţi în grupuri

Folosind diferite surse de informaţii, caracterizaţi principalele etape de dezvoltare a biologiei.

Pe scurt despre principalul

Biologia este un complex de ştiinţe care cercetează diferite manifestări ale vieţii. Biologia contemporană are strânse legături atât cu alte ştiinţe naturale, cât şi cu cele umanitare.

Materia vie se poate afla la diferite niveluri de organizare: molecular, celular, individual, populaţional şi al speciei, de ecosistem şi biosferic. Toate nivelurile de organizare a materiei sunt legate reciproc între ele.

Materia vie la unele sau la alte niveluri de organizare este cercetată prin metode diferite: comparativ-descriptivă, experimentală, cu ajutorul monitorizării şi modelării.

Rezultatele obţinute în urma cercetărilor sunt prelucrate cu ajutorul analizei matematice şi statistice.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

TEST PENTRU CONSOLIDAREA CUNOŞTINȚELOR

Din răspunsurile propuse alegeți cele corecte

1. Numiți numele savanților care au propus termenul „biologia”: a) C. Linnaeus şi J.-B. Lamarck; b) T. Schwann şi M. Schleiden; c) J.-B. Lamarck şi G.R. Treviranus; d) C. Darwin şi K. Ber.

2. Arătați, cum este numită capacitatea sistemelor biologice de a păstra stabilitatea relativă a componenței şi particularitățile mediului său intern: a) fagocitoza; b) schimbul de substanțe; c) homeostaza; d) adaptația.

3. Numiți sistemele biologice, aflate la nivelul molecular de organizare a materiei vii: a) ciupercile; b) plantele; c) cianobacteriile; d) viruşii.

4. Determinați nivelul cel mai înalt de organizare a materiei vii: a) populațional şi al speciei; b) biosferic; c) individual; d) de ecosistem.

5. Numiți metoda aplicată de savanți la descrierea noilor specii: a) experimentală; b) comparativ-descriptivă; c) de modelare matematică; d) de monitorizare ecologică.

6. Numiți sistemele biologice, pentru care este caracteristic nivelul individual de organizare a materiei vii: a) ecosistemele; b) drojdiile; c) populațiile; d) viruşii.

7. Numiți sistemele biologice care țin de sistemele biologice ale supraorganismelor: a) volvox; b) viruşii; c) populațiile; d) foraminiferele.

Creați perechi logice

8. Stabiliți trăsăturile corespunzătoare între obiecte, procese şi fenomene şi nivelurile organizării materiei vii, cărora ele corespund.

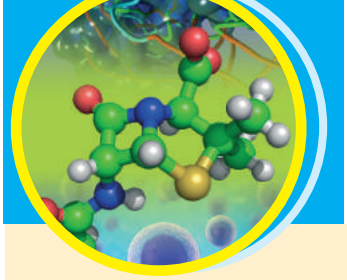
1 divizarea celulei	**A** molecular
2 circuitul global al substanțelor	**B** celular
3 broasca de mlaştină	**C** individual
4 virusul deficitului imunitar al omului (HIV)	**D** de ecosistem
	E biosferic

Întrebări cu răspuns deschis

9. Ce este comun şi deosebit în structura şi funcționarea celulei organismelor unicelulare şi celulelor care intră în componența unor sau altor țesuturi?

10. Ce este comun şi deosebit în manifestările de iritare în plantele pluricelulare şi animalele pluricelulare?

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



TEMA 1. COMPONENȚA CHIMICĂ A CELULEI

În această temă veţi afla despre:

- componența chimică a organismelor vii;
- particularitățile şi funcțiile compuşilor anorganici ai organismelor vii;
- substanțele organice;
- structura, particularitățile şi funcțiile grupurilor principale de compuşi organici: lipidele, glucidele, acizii nucleici, substanțele biologic active;
- legătura între structura moleculei substanțelor organice şi funcțiile lor;
- rolul compuşilor organici în asigurarea activității vitale a organismelor.

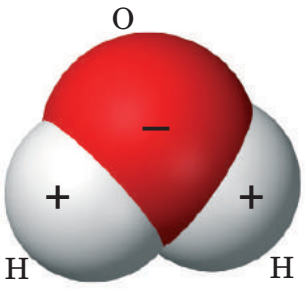
§2. APA, PARTICULARITĂȚILE ŞI FUNCȚIILE EI ÎN COMPONENȚA SISTEMELOR BIOLOGICE. ALȚI COMPUŞI ANORGANICI

Amintiţi-vă, ce este comun între natura vie şi natura moartă. Care legătură chimică se numeşte covalentă?

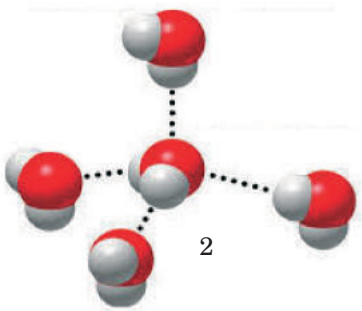
Ştiţi cu toţii că ştiinţa care studiază componenţa chimică a organismelor vii, structura, particularităţile şi rolul compuşilor descoperiţi, căile de apariţie şi de transformare a lor, s e numeşte ***chimia biologică*** sau ***biochimia.*** Una din sarcinile principale ale biochimiei constă în clarificarea mecanismelor de reglementare a activităţii vitale a celulelor şi organismului întreg, care asigură unitatea proceselor schimbului de substanţe şi de transformare a energiei din organism.

Între toţi compuşii chimici un rol excepţional în asigurarea proceselor activităţii vitale a organismelor îi revine apei. **Apa** creează mediul intern al organismelor. În mediul apos au loc procesele schimbului de substanţe şi de transformare a energiei. Apa participă nemijlocit la reacţiile de dizolvare a compuşilor organici. Conţinutul de apă în organism este de 60–70 %, iar în unele cazuri – până la 98 % (de exemplu, la meduză). Citoplasma majorităţii celulelor conţine circa 80 % de apă.

Structura, proprietăţile şi funcţiile apei. Apei îi sunt proprii particularităţi chimice şi fizice unice. Deja cunoaşteţi că molecula apei (H_2O) este compusă din doi atomi de Hidrogen, uniţi cu un atom de Oxigen prin ***legături covalente*** (des. 6.1). La polii moleculei de apă se află sarcini pozitivă şi negativă, deci ea este *polară.* Datorită acestui fapt două molecule vecine de apă, de obicei, se atrag reciproc pe contul forţelor de interacţiune electrostatică între sarcina negativă a atomului de Oxigen al unei molecule şi sarcina pozitivă a atomului de Hidrogen din altă moleculă. Astfel apare ***legătura de hidrogen*** (des. 6.2), care este de 15–20 de ori mai slabă decât cea covalentă. Când apa se află în stare lichidă, moleculele ei se mişcă permanent, şi legăturile de hidrogen



1



2

Des. 6.
1. Molecula de apă este compusă dintr-un atom de Oxigen şi din doi atomi de Hidrogen (model mărit).
2. Schema creării legăturii de hidrogen între moleculele apei (însemnate prin puncte).

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

E interesant să ştim

Crearea cristalelor de gheață în celulele organismelor ruinează structura celulară. Aceasta duce la moartea celulelor şi a întregului organism. Anume de aceea mamiferele şi omul nu pot fi congelați apoi dezghețați fără pierderea capacității de reînnoire a proceselor de activitate vitală.

E interesant să ştim

Apa, sub influența substanțelor dizolvate în ea, îşi poate schimba proprietățile, în deosebi punctele temperaturii de înghețare şi fierbere, ceea ce are o mare însemnătate biologică. De exemplu, în celulele plantelor, odată cu sosirea iernii, creşte concentrația de dizolvanți ai hidraților de carbon, în cele ale artropodelor – de glicerină, la peşte – de proteină etc. Aceasta reduce temperatura la care apa trece în stare solidă şi evită degerarea. Imaginați-vă: între insecte sunt aşa-numitele insecte de gheață (des. 7), capabile să fie active pe stratul de zăpadă (ele se întâlnesc şi în Ucraina).

Des. 7. Insecta de gheață (ordinul muşte scorpion)

Capacitatea termică – cantitatea de căldură, necesară pentru încălzirea corpului sau a mediului cu 1°C.

permanent ba se rup, ba apar din nou. Mai detaliat despre legătura de hidrogen veți afla în curând la lecțiile de chimie.

O parte din moleculele de apă formează învelişul apos în jurul unor compuşi (de exemplu, al proteinelor), prevenind interacțiunile lor. O astfel de apă este numită ***de legătură,*** sau ***structurată*** (4–5 % din cantitatea totală de apă în organism). Restul 95–96 % din apă este numită ***liberă:*** ea este legată de alți compuşi.

În dependență de temperatura mediului ambiant apa este capabilă să-şi schimbe starea. Odată cu scăderea temperaturii apa din stare lichidă poate trece în stare solidă, iar la temperaturi înalte – în stare gazoasă.

Moleculelor de apă le este proprie capacitatea de ionizare, când ele se descompun în ioni de Hidrogen şi în ioni de hidroxid. Între moleculele de apă şi ioni se stabileşte un echilibru dinamic:

$$H_2O \leftrightarrows H^+ + OH^-$$

Apa determină particularitățile fizice ale celulelor – volumul şi tensiunea din interiorul celulei (*turgor).* În comparație cu alte lichide, temperatura de fierbere, topire şi evaporare a apei este destul de înaltă, condiționând interacțiunea între moleculele vecine de apă.

Apa este un dizolvant universal. De aceea toate substanțele se împart în următoarele categorii: cele care se dizolvă bine în apă (*hidrofile,* sau polare) şi cele care nu se dizolvă (*hidrofobe,* sau nepolare). De compuşii hidrofili țin multe săruri cristaline, de exemplu, sarea de bucătărie (NaCl), precum şi glucoza, fructoza etc. Ele deseori conțin grupuri polare (parțial încărcate), capabile să interacționeze cu moleculele de apă. Substanțele hidrofobe (mai toate lipidele, unele proteine) conțin grupuri nepolare, care nu interacționează cu moleculele de apă ($–CH_2$, $–CH_2CH_3$). Asemenea compuşi se dizolvă preponderent în dizolvanți nepolari (cloroform, benzol).

Pătrunderea substanțelor în celulă şi introducerea în ea a produselor pentru activitatea vitală sunt posibile de cele mai multe ori în stare dizolvată.

Apa, de asemenea, participă la transportarea diferitor compuşi în organisme. Soluțiile substanțelor organice şi anorganice în plante sunt transportate prin țesuturi şi spațiul intercelular. La animale o astfel de funcție îndeplinesc sângele, limfa, lichidul țesutului etc.

Apa participă la transformări biochimice complicate. De exemplu, cu participarea apei sunt dizolvați compuşii organici cu alipirea lor la locul rupturii ionilor H^+ şi OH^-. Desfăşurarea multor procese biologice este posibilă anume datorită creării şi ruinării legăturilor de hidrogen.

Datorită apei organismele sunt capabile să-şi regleze regimul termic. Ei îi este proprie capacitatea termică înaltă, adică capacitatea de a absorbi căldura cu schimbarea neînsemnată a propriei temperaturi. Datorită acestei caracteristici apa evită schimbările bruşte de temperatură în celule şi în întregul organism în rezultatul schimbării bruşte şi oscilației temperaturilor în mediul ambiant. Deoarece pentru evaporarea apei se cheltuieşte multă căldură, organismele în acest mod se apără de supraîncălzire (de exemplu, evaporarea apei din plante, transpirația la mamifere, evaporarea umidității din membranele mucoase ale animalelor).

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

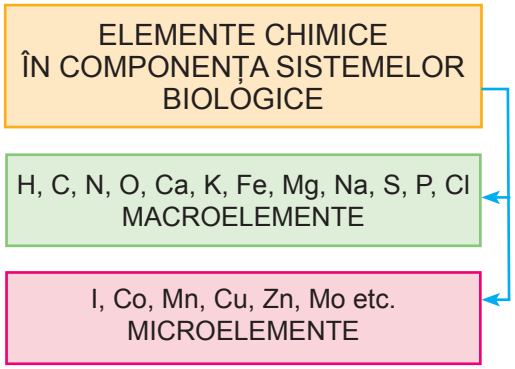
Datorită conductibilităţii termice înalte ***apa asigură distribuirea egală a căldurii între ţesuturile şi organele organismului*** prin circulaţia sângelui, limfelor, circulaţia lichidelor din cavităţile corpului la animale, circulaţia dizolvanţilor pe corpul plantelor etc.

Componenţa chimică elementară a organismelor vii. Din circa 120 de diferite tipuri de atomi ai elementelor chimice în organisme au fost descoperite circa 60. Unele dintre ele sunt obligatorii pentru toate organismele, altele – numai pentru unele organisme *(vezi tabelul 1)*.

Elementele chimice, al căror conţinut este de 99,9 %, de exemplu, Hidrogenul, Carbonul, Nitrogenul, Oxigenul, Calciul, Potasiul, Sodiul, Fierul, Magneziul, Sulful, Clorul, Fosforul, aparţin **macroelementelor.** Circa 60 de elemente chimice – **microelementelor** (Iodul, Cobaltul, Manganul, Cuprul, Molibdenul, Zincul etc.), doar conţinutul lor în celulă constituie de la 10–12 % până la 10–3 %. Hidrogenul, Carbonul, Nitrogenul şi Oxigenul sunt numite **elemente organogene,** deoarece cantitatea lor în compuşii organici este cea mai mare (partea sumară constituie 98 % din conţinutul chimic al fiinţelor vii).

Elementele chimice din celule intră în componenţa compuşilor organici şi anorganici sau se află în formă de ioni.

În organisme nu a fost găsit nici un element chimic care să nu existe în natura moartă. Aceasta atestă încă o dată ***unitatea naturii vii şi celei moarte.***



Tabelul 1.

Unele elemente chimice din componența organismelor şi importanța lor biologică

Elementul şi simbolul lui	Conținutul în masa celulei, în %	Importanța biologică
Oxigen (O)	65–75	Intră în componența moleculei apei, multor compuşi anorganici şi organici, oxigenul, care în timpul respirației pătrunde în organismul ființei vii, asigură reacția de oxidare a diferitor compuşi organici
Carbon (C)	15–18	Intră în componența moleculelor tuturor compuşilor organici şi a multor compuşi anorganici. Datorită CO_2 are loc alimentația aeriană a organismelor autotrofe predispuse la fotosinteză: ele folosesc Carbonul pentru sinteza substanțelor organice proprii
Hidrogen (H)	8–10	Intră în componența moleculelor apei, altor compuşi anorganici şi organici
Nitrogén (N)	1,5–3,0	Intră în componența proteinelor, acizilor nucleici, ATP şi a altor biomolecule. Atomii de Nitrogen intră în componența compuşilor minerali, absorbiți din sol de plante. În atmosferă ei pot fi însuşiți de bacteriile ce formează nodozități, de unele cianobacterii. Nitrogenul intră în componența polizaharidei, chitinei – componente ale membranei plasmatice la ciuperci, cuticulei antropoidelor, dându-le tărie suplimentară
Fosfor (P)	0,2–1,0	Intră în componența unor proteine, acizilor nucleici, altor biomolecule; sarea acidului ortofosforic este un component al scheletelor diferitor animale. Acidul ortofosforic participă la sinteza ATP (acumulator universal de acumulare a energiei în celulă). Insuficiența de compuşi din Fosfor influențează negativ la formarea scheletului, la sinteza multor substanțe organice importante. Compuşii din fosfor contribuie la coacerea rapidă a fructelor şi asigură rezistența pe timp de iarnă a plantelor

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Continuarea tabelului 1

Elementul şi simbolul lui	Conținutul în masa celulei, în %	Importanța biologică
Potasiu (K)	0,15–0,4	Este unul din ionii cu sarcină pozitivă a organismelor vii; participă la asigurarea compuşilor de transportare prin celulele membranei, la reglarea funcționării inimii (concentrația sporită de ioni de Potasiu o slăbesc); la crearea potențialului electric pe membranele celulelor
Sulf (S)	0,15–0,2	Intră în componența proteinelor (în deosebi, a cheratinei) şi a altor substanțe organice. Resturile de acid sulfuric, unindu-se cu compuşii nedizolvați în apă, asigură dizolvarea acestora. Aceasta contribuie la eliminarea substanțelor respective în stare dizolvată din celule şi din organism
Clor (Cl)	0,05–0,1	Principalul ion cu sarcină negativă din organism; intră în componența acidului clorhidric (component al sucului gastric al omului şi multor animale), plasmei sângelui. Acidul clorhidric creează un mediu acid în stomacul animalelor vertebrale şi al omului, stimulând fermenții sucului gastric
Calciu (Ca)	0,04–2,0	Intră în componența dinților, oaselor şi cochiliilor; în formă ionică participă la reglarea metabolismului, contracției musculare, funcționării inimii (concentrația sporită de ioni de Calciu o intensifică); este necesar pentru coagularea sângelui la om şi la mamifere. Insuficiența de compuşi din Calciu la copii poate cauza deformarea oaselor – rahitism
Magneziu (Mg)	0,02–0,03	Ca particulă neproteică intră în componența anumitor fermenți. Atomul de Magneziu intră în componența moleculei clorofile. Din lipsa acestui element chimic sunt dereglate procesele de fotosinteză
Sodiu (Na)	0,02–0,03	Unul din principalii ioni cu sarcină pozitivă din interiorul celulei; participă la asigurarea transportării compuşilor prin celulele membranei; intră în componența plasmei sângelui: conținutul stabil de clorură de sodiu (0,9 %) în plasma sângelui – componenta necesară de menținere a homeostazei organismului nostru
Fier (Fe)	0,01–0,015	Intră în componența unor biomolecule (pigmentului respirator – hemoglobină, proteinelor muşchilor – mioglobină, care leagă oxigenul adus de sânge, fermenților compuşi etc.
Zinc (Zn)	0,0003	Componentul unor fermenți şi hormoni (zincul este necesar pentru formarea hormonilor pancreasului)
Cupru (Cu)	0,0002	Intră în componența unor fermenți, pigmentului respirator al unor animale nevertebrate – hemocianină. Cuprul este necesar la procesele de creare a sângelui
Iod (I)	0,0001	Intră în componența glandei tiroide (tiroxinei, triiodotironinei). Insuficiența pătrunderii de Iod în organismul omului împreună cu hrana şi apa cauzează dereglarea sintezei acestor hormoni
Fluor (F)	0,0001	Intră în componența smalțului dentar, dându-i tărie. Insuficiența acestui element în organism duce la ruinarea smalțului dentar – caria

Pe scurt despre principalul

Apa creează mediul intern al organismului, în care se produc schimbul de substanțe şi transformarea energiei. Apa participă nemijlocit la reacțiile de dizolvare a compuşilor organici.

Termeni şi noțiuni-cheie:

macroelemente, microelemente, legătura de hidrogen, compuşi hidrofili, hidrofobi

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Care este structura moleculei de apă? 2. De ce apa este considerată dizolvant universal? 3. Care sunt particularitățile apei ca mediu intern global al organismelor vii? 4. Care este rolul apei în procesele

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

schimbului de substanțe în organismele vii? 5. Care compuşi sunt hidrofili şi care hidrofobi? 6. În ce grupe se împart elementele chimice în dependență de conținutul lor în procente în organismele ființelor vii? 7. Care elemente fizice se referă la macroelemente? Dați exemple de funcțiile lor în componența ființelor vii.

Chibzuiți

1. De ce savanții consideră că viața pe planeta noastră a apărut anume în mediul acvatic? 2. Despre ce atestă faptul că în organismele ființelor vii nu sunt elemente chimice, care nu ar fi existat în natura moartă?

Temă de creație

Folosind diferite surse de informații, pregătiți o comunicare despre apă ca importantă resursă naturală!

§3. NOȚIUNI DESPRE SUBSTANȚELE ORGANICE. LIPIDELE ŞI GLUCIDELE

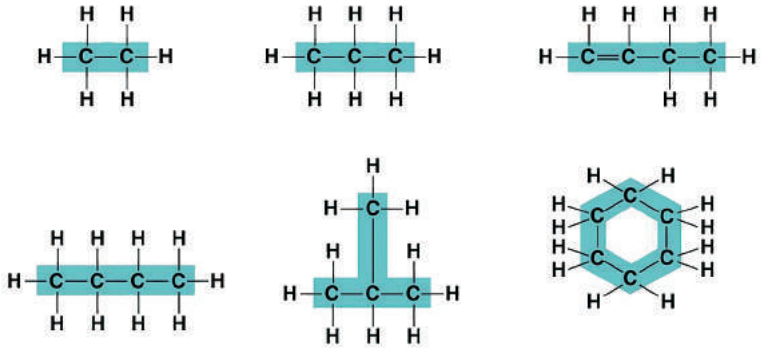
Amintiți-vă, care elemente sunt considerate organogene. Prin ce se deosebesc între ei compușii hidrofili și hidrofobi? Care sunt funcțiile grăsimilor în organisme? Care sunt funcțiile în organismul omului ale hormonilor glandei suprarenale și hormonii genitali? Ce înseamnă glicocalix?

Ştiţi de la cursul de chimie că toţi compuşii chimici se împart în anorganici şi organici (*amintiţi-vă,* prin ce se deosebesc ei).

Substanţele organice sunt compuşii de Carbon cu alte elemente, care apar în fiinţele vii. În componenţa compuşilor organici predomină elementele chimice organogene: Hidrogenul, Oxigenul, Nitrogenul şi Carbonul. Atomii de Carbon uniţi covalent creează lanţuri, inele sau rânduri de inele – aşa-numitul **schelet al moleculei** (des. 8).

În componenţa celulelor intră diferiţi compuşi organici: lipidele, hidraţii de carbon, proteinele, acizii nucleici etc. Moleculele lor pot avea o masă moleculară mare, fiind compusă dintr-un număr enorm de secţiuni la fel sau diferite după structura chimică (molecule simple) – ***monomeri.*** Asemenea compuşi sunt numiţi ***biopolimeri*** sau ***macromolecule.*** De exemplu, moleculele de proteine sunt compuse din resturile de aminoacizi; moleculele acizilor nucleici – din resturile de nucleotide, iar hidraţii de carbon compuşi (polizaharide) – din resturile de monozaharide (*vezi tabelul 2).*

Un grup deosebit de compuşi organici constituie *substanţele biologic active:* fermenţii, hormonii, vitaminele etc.



Des. 8. Scheletele diferitor compuşi organici, create de atomii de Carbon. Atrageți atenția că fiecare atom de Carbon poate crea patru legături covalente cu alți atomi și compuși

Apa determină particularitățile celulelor – volumul lor şi tensiunea din interiorul celulei (turgor).

Apa este un dizolvant universal. Substanțele, capabile să se dizolve în apă, sunt numite hidrofile (polare), cele care nu se dizolvă în apă – hidrofobe (nepolare).

Apa joacă un rol important la transportarea diferiților compuşi, participă la transformările biochimice complicate, la procesele de termoreglare a organismelor.

Componența chimică a organismelor vii, spre deosebire de obiectele naturii moarte, este relativ stabilă.

În dependență de conținutul în organisme elementele chimice sunt divizate în macro- (până la 99,9 %) şi microelemente (mai puțin de 1 %). La grupul de macroelemente aparțin: Hidrogenul, Carbonul, Nitrogenul, Oxigenul, Calciul, Potasiul, Sodiul, Fierul, Magneziul, Sulful, Clorul, Fosforul. Circa 60 de elemente chimice țin de grupul microelementelor (Iodul, Cobaltul, Manganul, Cuprul, Molibdenul, Zincul etc.).

Des. 9. Danilevski Oleksandr (1983–1923)

E interesant să ştim

Danilevski Oleksandr – vestit biochimist, farmacolog şi fiziolog, considerat unul dintre fondatorii biochimiei (des. 9). S-a născut în or. Harkiv, unde a învățat la Universitatea de la Harkiv (în prezent – Universitatea Națională „V. N. Karazin"). Direcțiile principale ale cercetărilor lui ştiințifice – chimia proteinelor (în special, a fermenților) şi problemele alimentației raționale.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Tabelul 2

Tipurile principale ale compuşilor organici, care intră în componenţa organismelor

Compuşi organici	Componentele lor	Funcţiile
Lipide:		
grăsimi	Resturi de alcool trivalent şi acizi graşi	De structură, energetică, de protecţie, regulatorie
ceară	Resturi de alcool monovalent şi acizi graşi	
steroide	Alcool policiclic hidrofob	
Bipolimeri:		
polizaharide	Monozaharide	De structură, energetică
proteine	Aminoacizi	De structură, energetică, de protecţie, catalitică (fermentativă), de semnalare, mişcare, regulatorie, de transportare
acizi nucleici	Nucleotide	De codare şi păstrare a informaţiei genetice, participare la biosinteza proteinei

1

2

Des. 10. Ceara acoperă suprafaţa fructelor şi intră în componenţa cuticulei frunzelor (1); din ceară albinele îşi construiesc fagurii (2)

Ele influenţează procesele schimbului de substanţe şi de transformare a energiei. Multe dintre ele asigură reglarea umorală a proceselor de activitate vitală a diverselor fiinţe.

Examinarea principalelor clase de compuşi organici vom începe de la lipide.

Diversitatea lipidelor. Lipidele în marea lor majoritate sunt compuşi organici hidrofobi, care se dizolvă în dizolvanţi nepolari (ester, cloroform, acetonă etc.).

Lipidele sunt divizate în simple şi compuse. Din **lipidele simple** fac parte substanţele compuse din resturi de acizi graşi şi alcool, de exemplu, grăsimile şi ceara.

Grăsimile sunt substanţe compuse, create din alcool trivalent glicerol şi din trei resturi de acizi graşi. Ele se depun sub formă de depuneri grase în celulele plantelor şi animalelor (daţi exemple de organisme, în celulele cărora sunt depuse grăsimile).

Ceara îndeplineşte cu precădere funcţia de protecţie. La mamifere ceara este secretată de glandele sebacee: ea dă pielii elasticitate şi reduce afectarea învelişului pilos. La păsările de apă ceara este secretată de glanda uropigiană, situată deasupra cozii. Ea atribuie penajului proprietăţi hidrofuge. Stratul de ceară acoperă frunzele plantelor deasupra solului (des. 10, 1) şi suprafaţa externă a scheletului la antropoide – vieţuitoare de uscat, prevenind astfel evaporarea apei de pe suprafaţa corpului lor. Sunt bine dezvoltate glandele de secreţie a cerii, situate pe corpul albinelor-lucrătoare. După cum ţineţi minte, din ceară albinele construiesc fagurii lor (des. 10.2).

Lipidele compuse sunt compuşi formaţi în rezultatul interacţiunii lipidelor simple cu alte substanţe. Din categoria lor fac parte lipoproteinele (compuşii din lipide şi proteine), glicolipidele (lipidele şi glucidele), fosfolipidele (lipidele şi acizii ortofosforici).

Steroidele sunt substanţe biologic active de origine animalieră, mai rar de origine vegetală. Au origine steroidă hormonii sexuali ai omului – estrogenii (feminini) şi androgenii (masculini), precum şi hormonii glandelor sebacee (corticos-

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

teroizii). Una dintre cele mai cunoscute steroide este *colesterina*. În organismul omului ea serveşte drept predecesor în timpul sintezei hormonilor sexuali. Colesterina este sintetizată în ficat şi, după cum ştiţi, intră în componenţa fierii.

Funcţiile lipidelor. Una dintre cele mai importante funcţii ale lipidelor este cea ***energetică.*** În cazul dizolvării totale 1 g de grăsimi elimină 38,9 kJ de energie.

Nu mai puţin importantă este ***funcţia de construcţie sau de structură*** a lipidelor**.** Astfel, fosfolipidele sunt o componentă importantă a membranelor celulare (des. 11). În aceşti compuşi o parte manifestă particularităţi hidrofile, alta – hidrofobe.

Funcţia de rezervă constă în aceea că lipidele se află în citoplasma celulelor sub formă de depuneri (de exemplu, celulele ţesuturilor grase, seminţe de floarea-soarelui etc.). Rezervele de grăsimi în organism pot fi folosite în mod diferit. În primul rând, ca rezerve de substanţe nutritive. În al doilea rând, ca *sursă de apă metabolică:* în timpul oxidării a 1 g de grăsime se produce 1,1 g de apă.

Rezervele de grăsimi în organism pot îndeplini şi ***funcţia de protecţie.*** În deosebi, ele protejează organele interne de afectări mecanice. Acumulându-se în ţesutul adipos subcutanat la unele animale care populează teritorii cu clima rece (balene, foci, pinguini etc.), grăsimile apără organismul de acţiunile temperaturilor joase ***(funcţia de termoizolare).*** Această funcţie a grăsimilor este condiţionată de nivelul redus de conductibilitate termică.

Este importantă şi ***funcţia regulatorie a lipidelor.*** Origine lipidică au unele substanţe biologic active: hormonii steroizi, vitaminele din grupul D. Ele participă la reglarea funcţiilor vitale ale organismelor: schimbului de substanţe la animale şi om, procesului de năpârlire la unele insecte.

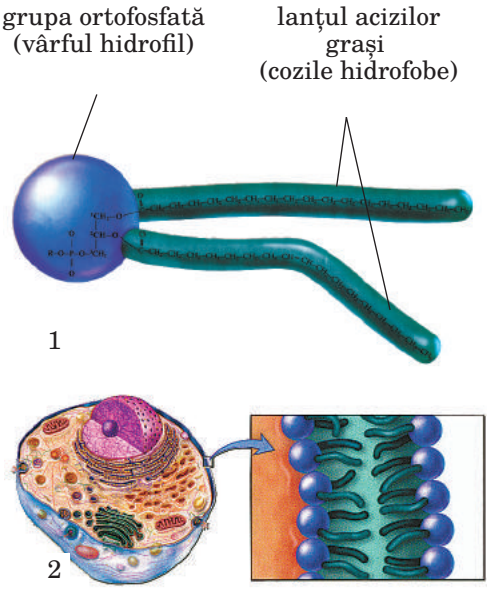
Structura şi particularităţile glucidelor. Glucidele sunt compuşi la care coraportul elementelor C, H, O de cele mai multe ori corespunde formulei $(CH_2O)n$, unde n este egal cu trei sau mai mult. În celulele animalelor hidraţii de carbon se află într-o cantitate neînsemnată (circa 1 % din masa uscată, în celulele ficatului şi muşchilor – până la 5 %). În celulele plantelor conţinutul lor e cu mult mai mare (până la 60–90 %).

În dependenţă de numărul monomerilor, care intră în componenţa moleculelor, glucidele se împart în monozaharide, oligozaharide şi polizaharide.

Monozaharidele de cele mai multe ori au formula generală $C_nH_{2n}O_n$. Ele pot conţine de la 3 până la 10 atomi de Carbon. În natură cele mai răspândite monozaharide sunt cele care conţin 5 (riboza şi dezoxiriboza) şi 6 atomi de Carbon (glucoza, fructoza etc.) şi altele (des. 12). Monozaharidele sunt dulci la gust, se dizolvă bine în apă.

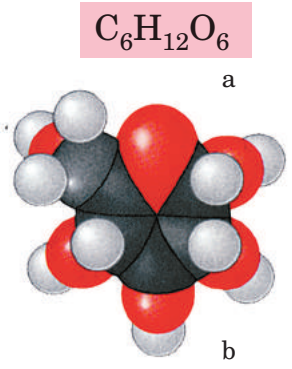
Oligozaharidele sunt glucidele polimere, la care secţiunile monozaharide (de la două până la zece) sunt unite prin legătură covalentă.

Sunt foarte răspândite *dizaharidele*, create din combinări de două molecule de monozaharidă. Exemple de dizaharidă: maltoza (zahăr din malţ), zaharoza (zahăr din sfeclă de zahăr sau din trestie de zahăr), lactoza (zahăr din lapte), tregaloza (zahăr din ciuperci) (des. 13). Ele sunt dulci la gust şi se dizolvă bine în apă.



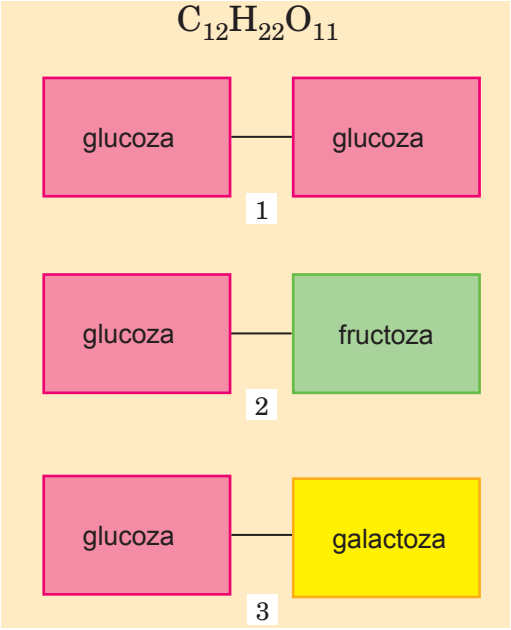
Des. 11.
1. Construcţia moleculei fosfolipidelor.
2. Poziţia fosfolipidelor în componenţa membranei celulare

Memorizăm: monozaharidele, din componenţa cărora fac parte cinci atomi de Carbon, sunt numite pentoze, iar şase – hexoze.



Des. 12. Monozaharida glucozei:
a – formula moleculară;
b – modelul spaţial

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 13. Schema structurii dizaharidelor $C_{12}H_{22}O_{11}$: 1 – maltoza; 2 – zaharoza; 3 – lactoza

Pe scurt despre principalul

Compuşii organici sunt substanțele, scheletul cărora este creat din atomi de Carbon, între care sunt create legături covalente trainice.

În componența celulelor intră diferiți compuşi organici: lipide, glucide, proteine, acizi nucleici etc. Deseori moleculele lor au o masă moleculară înaltă, de aceea şi sunt numite macromolecule. Compuşii organici cu masă moleculară înaltă din componența sistemelor biologice, compuşi dintr-o cantitate mare de secțiuni identice sau diferite după structura chimică (molecule simple – monomeri) se numesc biopolimeri.

Lipidele sunt preponderent compuşi organici hidrofobi. Ele îndeplinesc funcții biologice importante: energetică; de construcție sau de structură; de rezervă; de protecție; regulatorie.

Glucidele sunt compuşi ai Carbonului şi apei, care de cele mai multe ori corespund formulei $(CH_2O)_n$, unde n este egal cu trei sau mai mult. În dependență de numărul monomerilor ele sunt împărțite în monozaharide, oligozaharide şi polizaharide. Funcțiile glucidelor: energetică; de rezervă; de construcție (de structură); de protecție.

Polizaharidele sunt biopolimeri, masa unora dintre ele poate ajunge la câteva milioane. Exemple de polizaharide: amidonul, celuloza, glicogenul, pectina, lignina, chitina etc. Ele aproape că nu se dizolvă în apă şi nu sunt dulci la gust.

Glucidele pot avea legături cu alți compuşi. Asemenea glucide sunt numite compuse. De exemplu: glicoproteinele (compuşii glucidelor cu proteinele), glicolipidele (compuşii glucidelor cu lipidele).

Funcțiile glucidelor în sistemele biologice. *Funcția energetică:* în timpul dizolvării a 1 g de polizaharide sau de oligozaharide la monozaharide se degajează 17,6 kJ de energie.

Funcția de rezervă: polizaharidele se pot depune în celule ca rezervă, de cele mai multe ori sub formă granulară. În celulele plantelor se depune amidon, în celulele animalelor şi ciupercilor – glicogen. Aceşti compuşi constituie o rezervă de substanțe nutritive şi de energie.

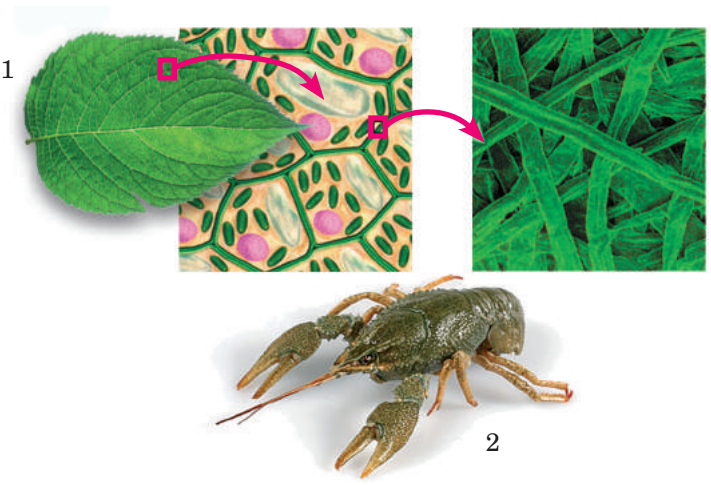
Funcția de construcție (de structură): glucidele intră în componența anumitor structuri celulare. Aşadar, chitina polizaharidă cu conținut de azot se află în componența scheletului extern al antropoidelor şi în membrana celulară a ciupercilor adevărate; membrana celulară a plantelor este creată din celuloză (des. 14). Membrana celulară a plantelor şi ciupercilor, care conțin polizaharide, protejează conținutul celulelor şi mențin forma lor.

În componența structurilor supramembrane ale celulelor animalelor (glicocalix) intră glucidele care sunt legate de proteine şi lipide.

Funcția de protecție: polizaharidele pectinei au capacitatea de a lega unele toxine şi radionuclizi, prevenind pătrunderea lor în sânge. Heparina, care previne coagularea sângelui, sintetizează unul din tipurile de leucocite. În afară de aceasta, heparina sporeşte permeabilitatea vaselor sangvine, rezistența organismului la insuficiența de oxigen, la influența virusilor şi toxinelor, reduce nivelul de zahăr în sânge. De aceea ea este folosită ca preparat pentru tratament.

Termeni şi noțiuni-cheie:

Compuşi organici, macromolecule, biopolimeri, monomeri, glucide, monozaharide, oligozaharide, polizaharide.



Des. 14. Funcția de construcție (de structură) a glucidelor: 1 – celuloza în componența membranei celulare a plantelor; 2 – chitina în componența cuticulei antropoidelor

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Verificați-vă cunoștințele obținute

1. Prin ce se deosebesc compuşii organici de cei neorganici? 2. Ce clase principale de compuşi organici cunoaşteți? 3. Ce sunt lipidele? Ce grupe principale de lipide cunoaşteți? 4. Care sunt particularitățile şi funcțiile lipidelor în organismele vii? Ce sunt glucidele? Ce clase principale de glucide cunoaşteți? 6. Care sunt particularitățile şi principalele funcții ale glucidelor în organismele diferitor ființe vii? 7. Care glucide şi lipide sunt compuse?

Chibzuiți

1. În organismul cămilei sunt depuse însemnate rezerve de grăsimi, care servesc drept sursă de apă metabolică. Însă aceste animale trăiesc în pustiu, unde temperatura aerului ziua poate ajunge la +40 °C şi chiar mai mult. Balenele albastre de cele mai multe ori trăiesc în apele reci şi rezervele mari de grăsimi subcutanate apără corpul lor de suprarăcire. Prin ce se deosebeşte caracterul divizării depunerilor de grăsimi în corpul acestor animale? 2. De ce paraziții organelor interne ale animalelor şi omului (de exemplu, ale intestinelor) deseori acumulează o cantitate de glicogen, spre deosebire de acele specii, care trăiesc de pielea stăpânului, în sistemele circulator sau respirator?

§4. PROTEINELE: STRUCTURA ŞI PARTICULARITĂȚILE

Amintiți-vă, ce sunt macromoleculele, monomerii şi biopolimerii. Care este rolul proteinelor în viața organismelor? Ce prezintă hemoglobina şi fermenții, care sunt funcțiile lor?

Între compuşii organici proteinele joacă un rol principal. Ele deseori predomină în celulă în ceea ce priveşte cantitatea: de exemplu, în celulele animalelor conținutul de proteine este de 40–50 %, din substanța uscată, iar în plante – până la 20–35 %.

Structura proteinelor. **Proteinele** sunt biopolimeri macromoleculari ai căror monomeri au resturi de aminoacizi. ***Aminoacizii*** sunt acizi organici, care formează *gruparea amino* ($-NH_2$), pentru care sunt tipice proprietăți alcaline, şi *gruparea carboxil* (–COOH) cu proprietăți de acid. Aceste grupări, precum şi atomul de Hidrogen, sunt legate cu unul şi acelaşi atom de Carbon. Sunt în componența aminoacizilor şi în grupările prin care ei se deosebesc. Aceştia sunt numiți *radicali* (R-grupări). În diferiți aminoacizi ei sunt deosebiți după structura chimică. Formula generală a aminoacizilor arată astfel:

$$\begin{array}{l} \quad\quad H \\ \quad\quad | \\ NH_2 - C - COOH \\ \quad\quad | \\ \quad\quad R \end{array}$$

În total sunt cunoscuți peste 100 de aminoacizi, dar în componența proteinelor intră numai 20 de aminoacizi *standard,* care sunt în toate proteinele. Diferite combinații ale acestor 20 de aminoacizi asigură diversitatea infinită a moleculelor de proteină (numărul variantelor posibile este aproximativ de $20 \cdot 10^{18}$) În deosebi, în organismul omului sunt peste 5 mln. tipuri de molecule de proteină. Molecula fiecărei proteine se caracterizează printr-o componență specifică şi prin succesiunea rămăşițelor aminoacizilor, care îi acordă proprietăți funcționale irepetabile.

Des. 15. ***Palladin Oleksandr*** *(1885–1972)*

E interesant să ştim

Palladin Oleksandr – biochimist ucrainean cunoscut în întreaga lume (des. 15). Fondatorul şcolii ucrainene a biochimiştilor. Principalele lucrări ştiințifice au fost consacrate biochimiei sistemului nervos şi activității musculare, alimentației, biochimiei vitaminelor. În anii celui de-al Doilea război mondial sub conducerea lui a început elaborarea medicamentelor, care facilitau oprirea hemoragiei şi cicatrizarea cât mai rapidă a rănilor, în deosebi a fost sintetizat un nou analog al vitaminei K, care se dizolvă în apă, numit vikasol. În anul 1921 a organizat Catedra de cercetări ştiințifice în domeniul biochimiei la Institutul de Medicină din Harkiv, care în anul 1925 a fost transformată în Institutul Ucrainean de Biochimie (în prezent Institutul de Biochimie „O. Palladin" a ANŞ a Ucrainei).

E interesant să ştim

Denumirea aminoacidului deseori oglindeşte denumirea substratului din care a fost extras, sau anumite particularități ale lui. De exemplu, asparagina pentru prima dată a fost descoperită în planta sparanghel, glicina a fost numită aşa datorită gustului dulceag (din greacă *glicos* – dulce).

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Tabelul 3

Denumirile standard (principale) ale aminoacizilor şi prescurtările lor

(nu pentru a fi memorizate)

Denumirea deplină a aminoacizilor	Denumirea prescurtată a aminoacizilor	Denumirea deplină a aminoacizilor	Denumirea prescurtată a aminoacizilor
Alanină	Ala	Leicină	Leu
Arginină	Arg	Lizină	Liz
Asparagină	Asn	Metionină	Met
Acid asparagic	Asp	Prolină	Pro
Valină	Val	Serină	Ser
Histidină	His	Tirozină	Tir
Glicină	Gli	Treonină	Tre
Glutamină	Gln	Triptofan	Tri
Acid glutaminic	Glu	Fenilalanină	Fen
Izoleicină	Ile	Cisteină	Cis

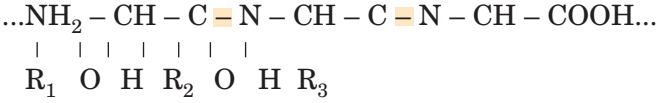
Des. 16. ***Parnas Iacob*** *(1884–1949)*

E interesant să ştim

Parnas Iacob – cunoscut savant biochimist ucrainean (des. 16). A cercetat problema schimbului de glucide şi procesele fermentative, pe care se bazează contracţia musculară. Unul dintre vestiţii organizatori ai ştiinţei biochimice în Ucraina: din iniţiativa lui a fost fondat Institutul de chimie medicală de pe lângă Universitatea din Lviv (în prezent – Universitatea Naţională „Ivan Franko" din Lviv).

Aminoacizii se împart în substituibili şi nesubstituibili. *Aminoacizii substituibili* din organismul omului şi animalelor sunt sintetizaţi cu produsele schimbului de substanţe. În schimb *aminoacizii nesubstituibili* nu se formează în organismele omului şi animalelor, dar pătrund în organism împreună cu hrana. Aceşti aminoacizi sunt sintetizaţi de plante, ciuperci şi bacterii. Proteinele pe care le conţin aceşti aminoacizi nesubstituibili sunt numite proteine *cu valoare deplină,* spre deosebire de cele cu *valoare redusă,* în componenţa cărora nu intră anumiţi aminoacizi nesubstituibili.

Resturile aminoacizilor din componenţa proteinelor sunt legate între ele cu legătură covalentă puternică, care apare între gruparea carboxilului a unui aminoacid şi gruparea amino a altuia. Un asemenea tip de legătură se numeşte ***peptidică*** (din greacă *pepton* – sudat). Datorită unei astfel de legături puternice se formează compusul, din resturile a doi aminoacizi – ***dipeptid.*** Structurile care se formează dintr-un număr foarte mare de aminoacizi (de la 6–10 până la câteva zeci), ţin de *polipeptide* (legătura peptidică este însemnată cu culoare):

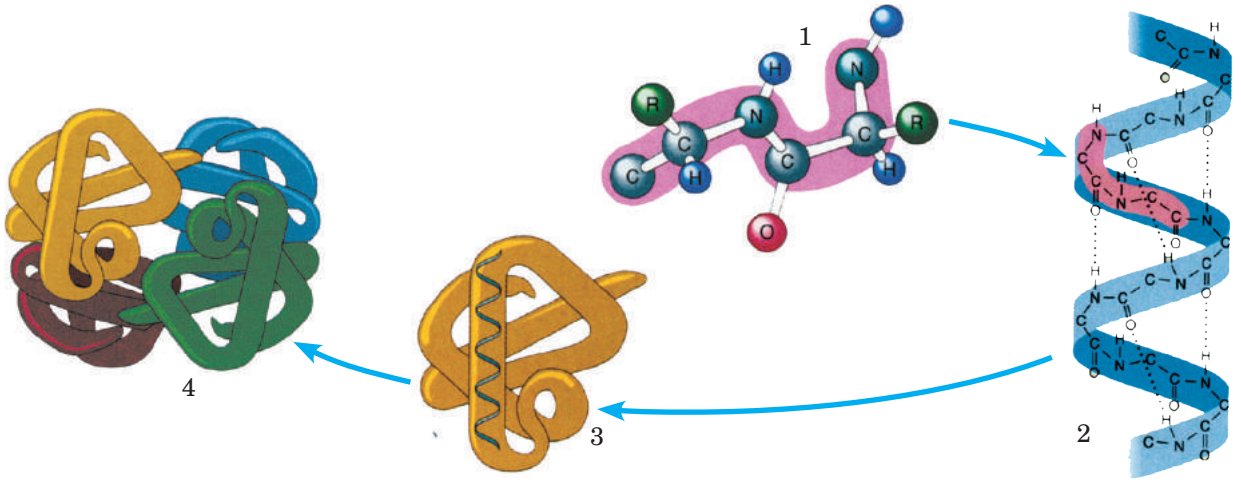


Polipeptidele cu masa moleculară mare (peste 6000) se numesc **proteine.** Ele se formează din unul sau din câteva lanţuri polipeptide şi pot să formeze câteva mii de resturi de aminoacizi.

Nivelurile organizării structurale ale proteinelor. Sunt cunoscute patru niveluri de organizare structurală a proteinelor: primar, secundar, terţiar, cuaternar (des. 17).

Structura primară a proteinelor determină o anumită consecutivitate a resturilor de aminoacizi, unite cu ajutorul legăturilor peptidice (des. 17.1). O astfel de structură determină particularităţile şi funcţiile moleculei de proteină.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 17. Nivelurile de organizare a moleculelor de proteină:
1 – primar; 2 – secundar; 3 – terţiar, 4 – cuaternar

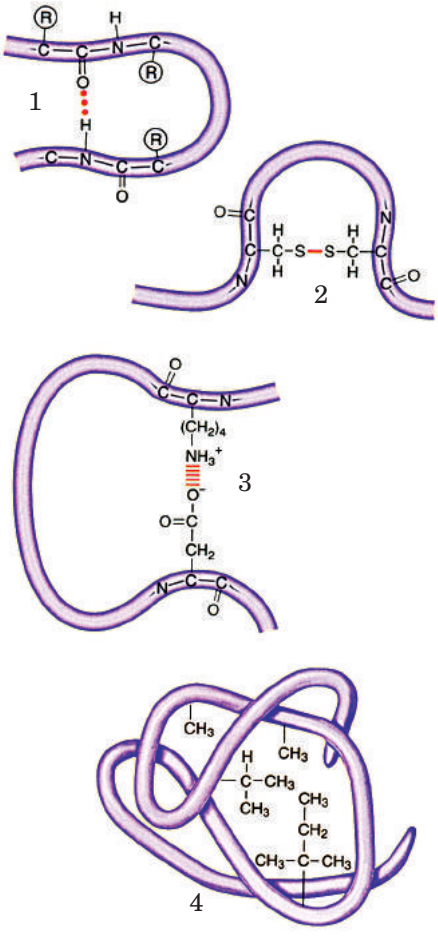
Pentru îndeplinirea funcţiilor speciale molecula de proteină trebuie să dispună de ***structura secundară,*** parţial sau complet să capete o formă de spirală datorită legăturilor de hidrogen, care apar între atomii de Hidrogen ai grupării NH într-un inel al spiralei şi cei de Oxigen ai grupării CO din alt inel al spiralei (des. 17.2). Deşi legăturile de hidrogen sunt cu mult mai slabe decât cele peptidice, însă împreună formează o structură destul de puternică.

Structura terţiară este determinată de capacitatea spiralei polipeptidice de a se răsuci într-un anumit mod, formând un ghem sau o *globulă,* datorită legăturilor care apar între resturile aminoacizilor cisteinei (des. 17.3). Aşa-zisele legături disulfurice. Menţinerea structurii terţiare este asigurată de interacţiunile hidrofobe, electrostatice şi altele, precum şi de legăturile de hidrogen (des. 18). Interacţiunile hidrofobe sunt forţele de gravitaţie între moleculele nepolare sau între segmentele nepolare ale moleculelor în mediul apos. Resturile hidrofobe ale diferiţilor aminoacizi în mediul apos se apropie, parcă se „lipesc”, şi stabilizează structura proteinei. Structura globulară este stabilizată suplimentar de *interacţiunea ionilor*, care apar între grupurile chimice cu sarcină pozitivă şi negativă.

Structura cuaternară a proteinelor apare la unirea a câtorva globule. De exemplu, molecula hemoglobinei este compusă din patru resturi ale moleculei proteinei de mioglobină (des. 17. 4). Susţinerea structurii cuaternare este asigurată de interacţiunile hidrofobe, electrostatice şi de altele, precum şi de legăturile de hidrogen.

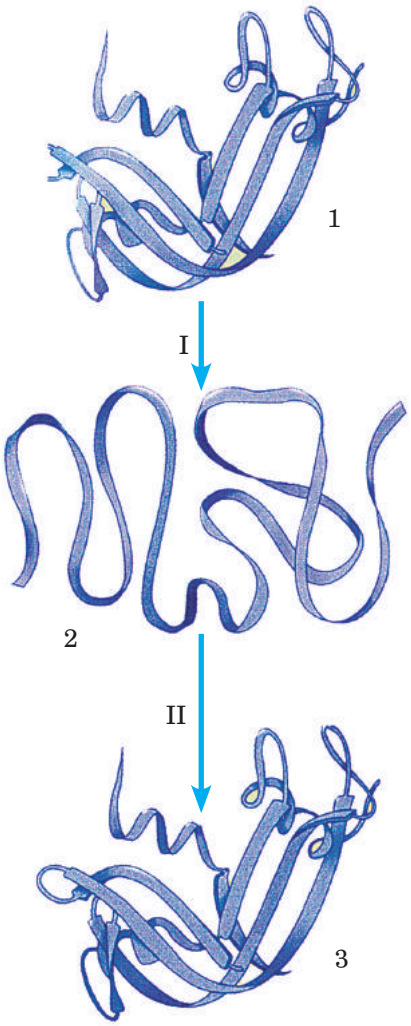
În dependenţă de componenţa lor chimică proteinele se împart în simple şi compuse. *Proteinele* **simple** sunt compuse numai din resturi de aminoacizi, iar cele **compuse** sau *proteidele* au în moleculele lor componente neproteinice – resturi de acizi ortofosforici şi nucleici, glucide, lipide, atomi de Fier, Zinc, Cupru etc.

Proprietăţile proteinelor. Proprietăţile funcţionale ale proteinelor sunt condiţionate de componenţa lor de aminoacizi şi de structură. După forma lor moleculele sunt ***fibrile*** (asemănătoare fibrelor) şi ***globulare*** (sferice). Proteinele fibrile, de obicei, nu se dizolvă în apă şi exercită funcţiile structurală (de exemplu, cheratina intră în componenţa părului omului sau a blănii animalelor) sau a mişcării (proteinele



Des. 18. Legăturile care menţin organizarea spaţială a moleculei de proteină: 1 – de hidrogen; 2 – disulfurice; 3 – interacţiuni ale ionilor; 4 – interacţiuni hidrofobe

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 19. Denaturarea (I) şi renaturarea (II) moleculei de proteină:
1, 3 – molecule active ale proteinelor,
2 – moleculă inactivă de proteină

Pe scurt despre principalul

Proteinele sunt biopolimeri cu molecule înalte, în monomerii cărora sunt resturi de aminoacizi. Douăzeci de aminoacizi standard se pot asocia între ei în diferite combinaţii cu ajutorul legăturii peptide (diferă de legătura covalentă). Sunt cunoscute patru niveluri de organizare structurală a proteinelor (conformaţii): primar, secundar, terţiar, cuaternar.

Una din principalele proprietăţi ale proteinelor este capacitatea lor la denaturare şi renaturare (schimbarea şi reînnoirea structurii lor fireşti). Procesul ireversibil de dereglare a structurii iniţiale a proteinelor se numeşte destrucţie.

muşchilor). În schimb, proteinele globulare de cele mai multe ori se dizolvă în apă şi îndeplinesc în organism alte funcţii: de exemplu, hemoglobina asigură transportarea gazelor, pepsina – descompunerea proteinelor din hrană, imunoglobulina (anticorpi) – de protecţie.

Una din proprietăţile principale ale proteinelor constă în capacitatea lor de a-şi modifica sub influenţa diferitor factori (acţiunea acizilor concentraţi şi alcaliilor, temperatorilor înalte etc.) structura şi proprietăţile. Procesul deteriorării fireşti a structurii proteinelor, care este însoţit de dezvelirea moleculei de proteină fără schimbări în structura ei primară, se numeşte ***denaturare*** (des. 19). De regulă, denaturarea are un caracter ireversibil. Dar dacă în stadiile iniţiale ale denaturării încetează acţiunea factorilor, care au condiţionat-o, proteina îşi poate reface starea iniţială. Un asemenea fenomen este numit ***renaturare.*** În organisme denaturarea inversă este deseori legată de îndeplinirea unor anumite funcţii de către moleculele de proteină: asigurarea activităţii motorii, de transmitere către celule a semnalelor din mediul ambiant, de catalizare a reacţiilor biochimice etc. Procesul ireversibil de deteriorare a structurilor primare ale proteinelor se numeşte ***destrucţie***.

Termeni şi noţiuni-cheie:

polipeptide, proteine febrile şi globulare, proteine, proteide, denaturare, renaturare, destrucția.

Verificați-vă cunoştinţele obţinute

1. Care este structura aminoacizilor? 2. Ce sunt polipeptidele şi proteinele? 3. Care aminoacizi sunt numiți substituibili şi care nesubstituibili? Care este structura proteinelor? Care aminoacizi se combină în lanțul polipeptidic? 5. Care proteine sunt simple şi care – compuse? 6. Care sunt nivelurile organizării spațiale a proteinelor? Care sunt particularitățile proprii proteinelor? 8. Cum particularitățile proteinelor depind de structura lor spațială?

Chibzuiți

1. Ce au comun şi prin ce se deosebesc procesele de denaturare şi de destrucție? 2. Care este rolul în viața organismelor a disponibilității moleculelor proteinei la denaturare? 3. De ce lipsa în raţie a proteinelor de origine animalieră influențează negativ asupra activității vitale a organismului omului?

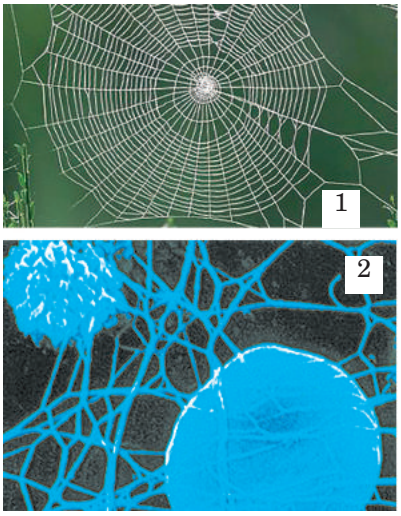
§5. FUNCȚIILE PROTEINELOR

Amintiți-vă, ce ştiți despre organite? Ce sunt endospermul, cromozomii, anticorpii şi antigenele? Ce prezintă catonii şi anionii? Din ce se compun glicoproteidele? Care celule țin de eucariote?

Diversitatea moleculelor de proteine este determinată de funcţiile lor în organisme.

Funcţia de construcţie sau de structură constă în aceea că proteinele constituie partea componentă a membranelor celulare. Din proteine sunt formate structurile ce reprezintă scheletul celulei, care fixează într-o anumită poziţie organitele sau asigură deplasarea lor în celulă. Proteinele, de asemenea, intră în componenţa ribozomilor, cromozomilor şi mai în toate celelalte structuri celulare.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 20. Structurile din componența cărora fac parte proteinele: 1 – păienjenișul; 2 – coagularea de sânge (tromba); 3 – pana de păun; 4 – părul omului

Amintiţi-vă: principalul component al cartilajului şi tendonilor este proteina elastică şi trainică colagen. Proteina elastinei, pe care o conţin legăturile, are proprietatea de a se întinde; elasticitatea fibrelor este asigurată de oseină; cheratina intră în componenţa ghearelor, unghiilor, coarnelor, acelor, părului animalelor, asigurându-le tăria. Principalul component al fibrelor de mătase şi păienjenişului este proteina fibroin (des. 20).

Funcţia energetică a proteinelor constă în aceea că în cazul descompunerii depline a unui gram de proteină se degajă 17,2 kJ de energie.

Funcţia de protecţie a proteinelor. Structurile în componenţa cărora intră proteinele (scheletul extern al antropoidelor, oasele, cartilajul) previn deteriorările celulare, organelor şi a întregului organism. Proteinele (imunoglobulinele, interferonii) apără organismele de pătrunderea din exterior a compuşilor şi microorganismelor patogene.

Activizați-vă cunoștințele!

Imunoglobulinele (sau anticorpii), create în organismele animalelor vertebrale, sunt proteine speciale, capabile să „identifice” şi să anihileze bacteriile, viruşii, compuşii creaţi pentru organism (antigenele). Interferonul este proteina care împiedică înmulțirea viruşilor.

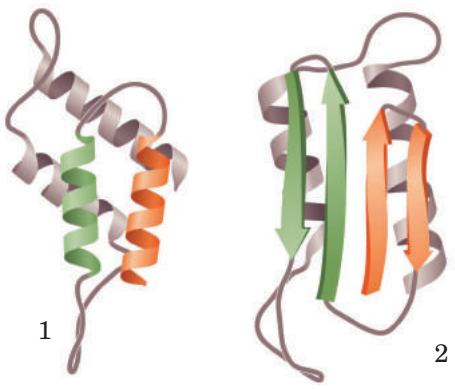
Proteinele sângelui (de exemplu, tromboplastinele, trombinele, fibrinogenul) participă la procesele de coagulare, de creare a trombelor, evitând pierderile mari de sânge în cazul vătămării pereţilor vaselor sangvine (des. 20.2). Funcţia de protecţie o pot îndeplini şi unii fermenţi, de exemplu, lizozima, pe care o conţine saliva, membrana mucoasă, lichidul lacrimogen, îndeplinind rolul de barieră antibacteriană nespecifică.

Funcţia de semnalare a proteinelor constă în aceea, că unele proteine compuse (glicoproteidele) ale membranei celulelor sunt capabile să „identifice” compuşii chimici specifici şi să reacţioneze la ei în modul cuvenit. Legându-i sau schimbându-le structura, ele transmit un semnal despre aceste substanţe în alte sectoare ale membranei sau în interiorul celulei. Această funcţie a proteinelor asigură proprietatea importantă a celulelor – excitarea.

Funcţia de contracţie sau de mişcare a proteinelor. Unele proteine asigură capacitatea celulelor, ţesuturilor şi

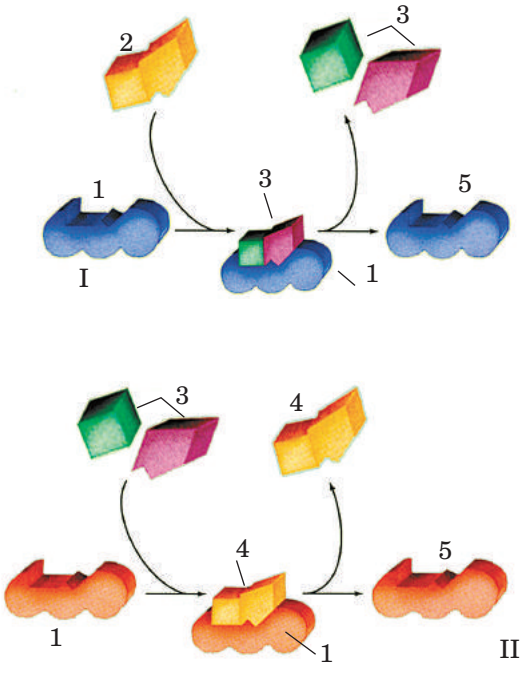
E interesant să ştim

Prionii sunt particule infecțioase de proteine care prezintă pericol pentru mulți reprezentanți ai faunei, de asemenea şi pentru om. Iată exemple de boli cauzate de ei: encefalopatia spongiformă – boală cronică, care afectează bovinele, miopatia şi alte boli ale omului. Moleculele de proteine, în care se formează prionii, au particularități biologice neobişnuite. Se consideră că prionii sunt proteine obişnuite pentru celulă, structura cărora s-a modificat în rezultatul schimbărilor în materialul ereditar (des. 21). Pătrunzând în alte celule (ale sistemului nervos, limfocitelor etc.) şi influențând asupra proceselor de formare a proteinelor lor, prionii condiționează apariția la ele a agenților de infecții asemănători, fără să fie schimbată componența lor aminoacidică.



Des. 21. Proteină normală (1); proteină prionică (2)

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 22. Mecanismul de acţiune al fermenţilor. I. Fermentul (1) se asociază temporar cu substanţa (2) şi asigură scindarea ei în compuşi simpli (3). II. Fermentul (1) intră în complex temporar cu două molecule (3) şi asigură reacţia lor în rezultatul căreia se formează substanţe compuse (4). După reacţie structura fermentului nu se schimbă (5)şi el este gata să asigure o nouă reacţie

Pe scurt despre principalul

Moleculele de proteine îndeplinesc în organism diferite funcţii importante: de construcţie sau de structură; energetică; de protecţie (imunoglobulinele (anticorpi), interferonii, unii fermenţi); de semnalare; de contracţie sau de mişcare; de depozitare; de transportare; funcţia antifreeze, de reglare, catalitică.

Fermenţii simpli prezintă molecule de proteină, compuse numai din resturi de aminoacizi. Reacţia fermentativă se desfăşoară de 10^6–10^{12} ori mai repede decât în mediul fără fermenţi.

întregului organism de a-şi modifica forma, de a se mişca. De exemplu, proteinele de contracţie actina şi miozina, care intră în componenţa celulelor muşchilor, asigură proprietatea lor de a se contracta.

Proteina de contracţie tubulina intră în componenţa flagelilor şi ciliilor unor celule eucariote.

Funcţia de depozitare a proteinelor. Proteinele depozitate pot servi drept rezervă de substanţe nutritive pentru organism (proteinele din ovulele animalelor, celulele endosperme ale plantelor). Aceste proteine sunt consumate de făt în primele etape ale dezvoltării sale.

Funcţia de transport a proteinelor. Ştiţi deja că hemoglobina este pigmentul respirator al sângelui omului, animalelor vertebrate şi nevertebrate. Moleculele lui sunt capabile să creeze compuşi nedurabili cu oxigen şi să-i transporte la toate organele şi celulele, asigurând procesele de respiraţie a celulelor şi ţesuturilor.

Proteinele, create din membrana plasmatică, asigură transportarea substanţelor în celulă şi din celulă în exterior.

E interesant să ştim

La animalele nevertebrate (de exemplu, la crustacee) funcţia de unire a gazelor o efectuează pigmentul respirator de origine proteinică, hemocianina. În loc de Fier el conţine Cupru. Combinând oxigenul, hemocianina dă o culoare albastră sângelui unor astfel de animale ca homarul, xiphosura.

Funcţia de rezistenţă la temperaturi nefavorabile. În plasma sângelui la unii peşti există proteine care previn degerarea lor în condiţiile temperaturilor joase. ***Funcţia de reglare.*** Origine proteică au anumiţi hormoni şi neurohormoni, care reglează schimbul de substanţe şi dezvoltarea organismelor.

Funcţia de accelerare a reacţiilor este proprie unor proteine deosebite – ***fermenţi*** sau ***enzime,*** care influenţează asupra desfăşurării reacţiei biochimice. Unii dintre fermenţi asigură descompunerea unor compuşi, altele – sinteza (des. 22). Fermenţii sunt simpli şi compuşi. *Fermenţii simpli* sunt molecule proteice (pepsină, tripsină etc.), care sunt compuşi din resturi de aminoacizi. *Fermenţii compuşi*, în afară de partea proteică, conţin şi o parte neproteică.

Termeni şi noţiuni-cheie:

fermenţi (enzime), imunoglobuline, interferoni.

Verificaţi-vă cunoştinţele obţinute

1. În ce constă funcţia de protecţie a proteinelor? Daţi exemple. 2. Prin ce se caracterizează funcţia de mişcare a proteinelor? 3. Ce funcţie îndeplinesc fermenţii? 4. Pe care proprietăţi ale proteinelor se bazează capacitatea organismelor de a primi iritările?

Chibzuiţi

În rezultatul reacţiilor cu fermenţi, spre deosebire de cele fără fermenţi, nu sunt formate produse secundare, deci, ieşirea produsului finit este de 100 %. Ce însemnătate are aceasta pentru funcţionarea normală a organismului?

Discutaţi în grupuri

Folosind diferite surse de informaţii şi cunoştinţele, obţinute la lecţiile bazelor sănătăţii, argumentaţi necesitatea folosirii de către om a diferitor produse alimentare.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Studierea proprietăților fermenților

Scopul: a lua cunoştinţă de acţiunea fermenților asupra desfăşurării reacției biochimice.

Ustensile şi materialele: stativ cu eprubete, pipete gradate, instilatoare, balon de sticlă, beţişoare din sticlă, termostat, soluție Ligol, apă distilată, un pahar cu gheață, soluție apoasă de 0,2 % de amidon.

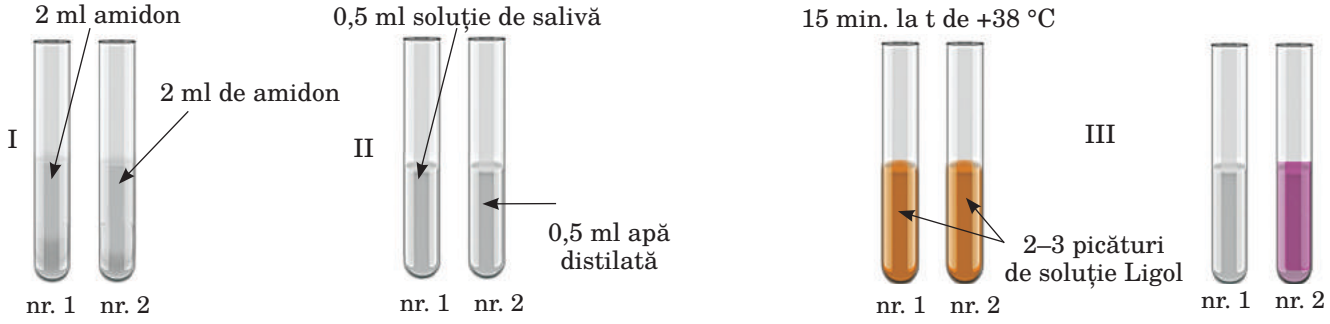
Sarcina. Studiați acțiunea fermentului salivei (amilază) asupra amidonului.

1. Clătiți-vă cavitatea bucală de 2–3 ori cu apă, apoi cu 50 ml de apă distilată în decurs de 3–5 minute şi colectați lichidul salivar într-un balon de sticlă.

2. Numerotați două eprubete şi introduceți câte 2 ml soluție de amidon (vedeți schema cercetării 1).

3. În eprubeta nr.1 adăugați 0,5 ml lichid salivar cu fermentul amilază (dizolvă amidonul), iar în eprubeta nr. 2 – 0,5 ml de apă distilată (vedeți schema cercetării II).

4. După amestecarea conținutului lichid eprubetele nr. 1 şi nr. 2 sunt ținute timp de 15 minute la temperatura de + 38 °C (optimă pentru amilază). După aceasta adăugați în conținut 2–3 picături de soluție Ligol. În eprubeta unde era salivă se observă decolorarea soluției în rezultatul dizolvării amidonului de către fermentul salivei amilază, iar unde ea nu a fost – se păstrează culoarea albastră-violetă (vedeți schema III).



§6. ACIZII NUCLEICI. PARTICULARITĂȚILE ŞI FUNCȚIILE ARN

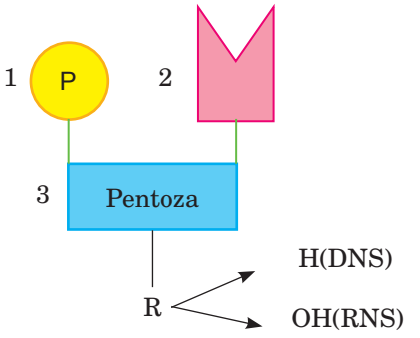
Amintiți-vă, care compuşi sunt numiți biopolimeri. Care sunt nivelurile organizării structurale a moleculelor proteice?

Ţineţi minte că fiinţele vii sunt capabile să păstreze informaţia ereditară şi s-o transmită urmaşilor în timpul înmulţirii. Această funcţie este îndeplinită de acizii nucleici. Anumite tipuri de acizi nucleici participă la realizarea informaţiei ereditare.

Acizii nucleici sunt biopolimeri macromoleculari compuşi, monomerii cărora sunt ***nucleotidele***. Numărul nucleotidelor în componenţa unei singure molecule de acid nucleic poate fi de la 200 până la 200 milioane. Pentru prima dată acizii nucleici au fost descoperiţi în nucleul celulei, de unde şi provine denumirea acestor compuşi (din latină *nucleus* – nucleu). Iar cu timpul aceşti compuşi au fost descoperiţi şi în alte părţi ale celulei.

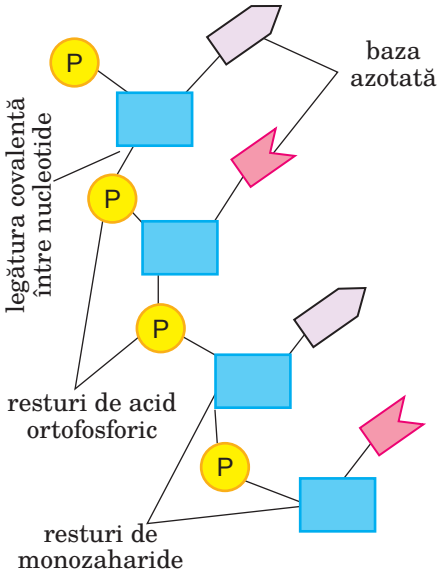
Molecula nucleotidei este formată din trei părţi: resturi de bază azotată, monozaharidă dezoxiriboză (pentoză) şi acid ortofosforic (des. 23). În dependenţă de varietatea pentozei, ce intră în componenţa nucleotidei, sunt deosebite două tipuri de acizi nucleici: **dezoxiribonucleic (ADN)** şi **ribonucleic (ARN).** În componenţa ADN şi ARN intră resturi de dezoxiriboză, iar în cea a ARN – de riboză.

Moleculele ADN şi ARN mai conţin şi resturile diferitor baze azotate. În moleculele de ADN sunt răsăşiţe de adenină (prescurtat este indicat cu litera **A),** guanină (**G**), cintozină

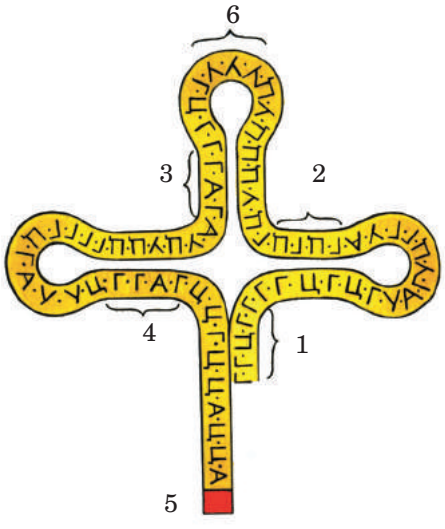


Des. 23. Schema construcţiei nucleotidei:
1 – resturi de acid fosfatic;
2 – resturi de bază azotată;
3 – resturi de monozaharidă (pentoză);
în moleculele de dezoxiriboză
spre deosebire de riboză în loc
de grupa hidroxil (OH) este
un atom de Hidrogen (H)

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 24. Schema construcţiei acidului nucleic



Des. 25. Construcţia ARN-m: 1–4 segmentele de asociere a nucleotidelor complementare cu ajutorul legăturii de hidrogen; 5 – segmentul la care aderă aminoacidul; 6 – anticodon

(**C**) şi timină (**T**), în moleculele de ARN – adenină (**A**), guanină (**G**), citozină (**C**) şi uracil (**U**).

În componenţa acizilor nucleici unele nucleotide sunt legate între ele în lanţ cu ajutorul legăturilor covalente, care apar între resturile pentozei dintr-o nucleotidă şi resturile acidului ortofosforic al alteia (des. 24). Particularităţile biologice ale acizilor nucleici sunt condiţionate de ordinea plasării nucleotidelor în lanţ. Ca şi la proteine, această ordine creează structura primară a acizilor nucleici. Cele mai complicate niveluri de organizare a moleculelor acizilor nucleici – secundar şi terţiar – se menţin pe contul interacţiunilor necovalente (în deosebi, a legăturilor de hidrogen).

Tipurile ARN. Moleculele de ARN ale celulelor procariotelor şi eucariotelor sunt formate dintr-un singur lanţ. Există trei tipuri principale ARN care se deosebesc după poziţia ce o deţin în celulă, dimensiunile şi funcţiile.

ARN-ul mesager sau ***de informaţie*** (***ARN-m*** sau ***ARN-i***) constituie o copie a unui anumit sector al moleculei ADN. O astfel de moleculă transferă informaţia ereditară de la molecula ADN la locul de sinteză a lanţului polipeptidic, de asemenea participând nemijlocit la formarea lui.

ARN-ul de transport (ARN-t) este cel mai mic după dimensiune între toate moleculele ARN (este compus din 70–90 de nucleotide). El atrage la sine aminoacizii şi îi transportă la locul de sinteză a moleculei proteice. Acolo molecula ARN-t „recunoaşte” un anumit segment al ARN-m. Acest segment – **codonul** – constituie o consecutivitate din trei nucleotide, care codează unul din aminoacizi. Astfel, este determinată ordinea repartizării resturilor de aminoacizi în molecula de proteină, care se sintetizează.

ARN de transport după formă se aseamănă cu o frunză de trifoi. Această structură este condiţionată de faptul că în unele segmente ale moleculei ARN-t (4–7 sectoare consecutive) între nucleotidele complementare apar legături de hidrogen. În bucla superioară a „frunzei de trifoi” se situează trei nucleotide, sau ***triplet,*** care corespund unui anumit aminoacid. Acest triplet se numeşte ***anticodon.*** Lângă baza moleculei ADN este un segment, la care datorită legăturii covalente se alătură aminoacidul respectiv (des. 25).

ARN-ribozomal (ARN-r) intră în componenţa organitelor deosebite ale celulei – ribozomii (despre structura lor vezi § 11). Împreună cu proteinele el îndeplineşte funcţia de structură, asigurând o anumită poziţie spaţială a ARN-i şi ARN-t în timpul biosintezei moleculei de proteină. În celulele eucariotelor ARN-r este sintetizat în nucleu.

E interesant să ştim

Moleculele de ARN, de asemenea, pot îndeplini funcțiile fermenților deosebiți. Ele sunt numite ribozime. Acționează la fel ca și fermenții de origine proteică. Multe ribozime sunt capabile să cataliza descompunerea proprie sau descompunerea altor molecule de ARN. În afară de aceasta, partea activă a ribozomilor este tot ribozimă – organite, care participă la sinteza moleculei proteice. În anul 1989 pentru stabilirea particularităților catalitice ale ARN doi savanți americani – Thomas Robert Cech și Sidney Altman – au fost distinși cu Premiul Nobel în domeniul chimiei.

Moleculele de ARN sunt folosite și în practica de tratare și în selecție. Pentru aceasta sunt create așa-numitele molecule antisenzoriale de ARN. Moleculele antisenzoriale au în componența lor nucleotide,

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

care corespund consecutivității nucleotidelor ARN-m (ARN senzorial). ARN senzorial codează proteinele dăunătoare pentru organism sau nedorite pentru selecționator. În timpul introducerii în celulă a ARN antisenzorial nucleotidele lui se leagă cu nucleotidele ARN senzorial. Aceasta blochează biosinteza proteinelor, codate de molecula senzorială a ARN-m. De exemplu, aplicând tehnologiile antisenzoriale, pot fi slăbite simptomele infecției HIV (HIV – virusul deficitului imunitar al omului).

Moleculele ARN pot cauza boli la plante. Asemenea forme acelulare de viaţă sunt numite ***viroizi.*** Ei au fost descoperiţi în 1971 de către Theodor Diener, care a studiat boala infecţioasă la cartofi, cunoscută cu denumirea „tuburi de tuberculi”. S-a constatat că infecţia a fost cauzată de o mică moleculă de ARN cu un singur lanţ. Cercetările detaliate de mai departe au dat posibilitate să fie stabilit că acest ARN are forma de lanţ închis.

Materialul genetic al viroidului nu codează nici o proteină, sarcina lui principală este autocrearea în celula stăpânului. Viroizii au fost găsiţi numai la plante: la om, animale şi la bacterii agenţi patogeni asemănători nu au fost descoperiţi.

Termeni şi noțiuni-cheie:

nucleotide, acizi nucleici, ARN, triplet, anticodon.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Care sunt particularitățile structurii acizilor nucleici? Care sunt tipurile de acizi nucleici? 2. Ce ştiți despre tipurile de ARN? 3. Care este structura şi funcțiile moleculei de ARN-m (ARN-i)? 4. Care este structura ARN-t legată de funcțiile lui? 5. Care sunt funcțiile moleculei de ARN-r?

Chibzuiți

În care procese, care au loc în celulă, participă moleculele de ARN?

§7. STRUCTURA, PARTICULARITĂȚILE ŞI FUNCȚIILE ADN

Amintiți-vă, în care structuri ale celulei se păstrează informația ereditară. Ce ştiți despre monomeri, biopolimeri? Care organisme sunt numite eucariote şi procariote? Care procese sunt numite denaturare, renaturare şi destrucție?

Structura ADN. Moleculele de ADN în celulele eucariotelor se află în nucleu, plastide şi în mitocondrii, în celulele procariotelor – în sectoare deosebite ale citoplasmei. Decodificarea structurii ADN-ului are o istorie aparte. În anul 1950 savantul american Erwin Chargaff (1905-2002) şi colegii săi au descoperit existenţa unor legităţi privind conţinutul calitativ al bazelor azotate în moleculele de ADN:

în primul rând, numărul nucleotidelor de adenină în orice moleculă de ADN este egală cu numărul nucleotidelor, ce conţin timină (**A=T**), iar numărul nucleotidelor cu guanină – cu numărul nucleotidelor cu citozină (**G=C**);

în al doilea rând, suma nucleotidelor cu adenină şi guanimă este egală cu suma nucleotidelor de tinină şi citozină **(A+G=T+C).**

Această descoperire a contribuit la stabilirea în 1953 de către James Watson şi Francis Crick (des. 27) a structurii spaţiale a ADN (des. 28). Molecula ADN este alcătuită din două lanţuri de nucleotide îmbinate între ele prin legături de

Pe scurt despre principalul

Acizii nucleici sunt biopolimeri cu molecule înalte, monomerii cărora sunt nucleotidele. Molecula nucleotidei este formată din resturile a trei compuşi: baza azotată, monozaharidă dezoxiriboză (pentoză) şi acid ortofosforic.

Există două tipuri de acizi nucleici: dezoxiribonucleic (ADN) şi ribonucleic (ARN). Din componența ADN fac parte resturile pentozei dezoxiribozei, din componența ARN – ribozele. În moleculele ARN sunt patru tipuri de nucleotide: cu adenină (A), cu guanină (G), cu citozină (C) şi cu uracil (U). În moleculele de ADN, de asemenea, sunt patru tipuri de nucleotide, însă uracilul este înlocuit cu timină (T).

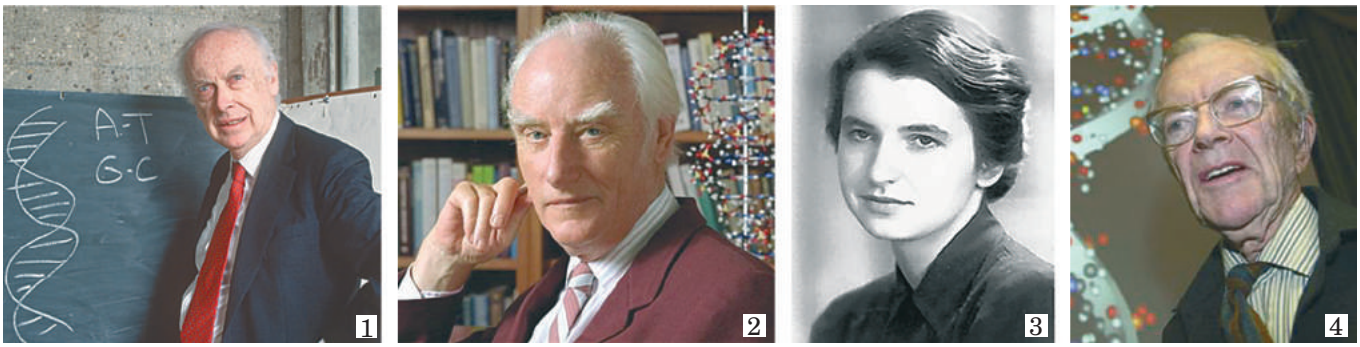
Există trei tipuri de ARN, care se deosebesc după locul de aflare în celulă, dimensiunile şi funcțiile lor: ARN de mesager sau de informație (ARN-m sau ARN-i), ARN de transport (ARN-t) şi ARN ribozomal (ARN-r).

Des. 26. ***Miescher Johann Friedrich*** *(1844–1895)*

E interesant să ştim

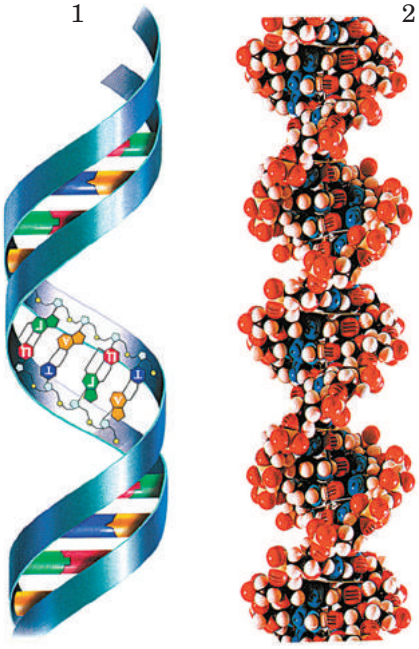
Miescher Johann Friedrich – biolog elveţian (des. 26). În anul 1869 a descoperit ADN, separându-l din nucleul leucocitelor. De aceea la început acest compus nou a fost numit nuclein (din latină nucleus – nucleu), dar în curând, când au fost stabilite particularitățile de acid ADN, au început să folosească noua denumire de „acid nucleic”. J. F. Miescher a stabilit şi componența chimică a ADN. Cu timpul, moleculele de ADN au fost descoperite şi în alte organite ale celulei (mitocondrii şi plastide).

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 27. 1. ***James Dewey Watson*** *(născut în 1928) – biolog american, laureat al Premiului Nobel în domeniul fiziologiei şi medicinii în 1962 (împreună cu F. Crick şi M. Wilkinson) pentru descoperirea structurii moleculei de ADN. 2.* ***Francis Harry Compton Crick*** *(1916–2004) – biolog britanic, laureat al Premiului Nobel în domeniul fiziologiei şi medicinii în 1962 pentru descoperirea structurii moleculei de ADN. 3.* ***Rosalind Franklin*** *(1920–1958) savantă engleză, cunoscută prin cercetările sale în domeniul studierii structurii moleculei de ADN. 4.* ***Maurice Hugh Wilkins*** *(1916–2004) – fizician englez şi specialist în domeniul biologiei moleculare, laureat al Premiului Nobel în domeniul fiziologiei şi medicinii în 1962. Împreună cu R. Franklin a aplicat metodele de radiografie la studierea structurii moleculelor de ADN.*

Complementaritate (din latină *complementum* – completare) înseamnă corespunderea spațială între molecule sau particulele lor, care face posibilă interacțiunea între ele şi legăturile chimice create.



Des. 28. Molecula de ADN: 1 – schema structurii; 2 – modelul spațial. Atrageți atenția: ambele lanțuri ADN sunt răsucite în jurul axei comune, precum unul în jurul celuilalt

hidrogen. Aceste legături apar între două nucleotide, care se completează dimensional una pe alta, iar dimensiunile A şi G sunt ceva mai mari decât cele T şi C. De aceea, restul de adenină (A) al nucleotidei dintr-un lanţ al moleculei de ADN întotdeauna se îmbină cu restul de timină (T) al nucleotidei din celălalt lanţ (între ele apar două legături de hidrogen), iar guanina (G) – cu citozina (C) (între ele apar trei legături de hidrogen).

Corespunderea precisă a nucleotidelor în cele două lanţuri ale ADN-ului este numită **complementaritate.** Cele două lanţuri de nucleotide se împletesc reciproc, formând o spirală răsucită spre dreapta cu un diametru de aproximativ 2 nm (1 nm (nanometru) este egal cu $1 \cdot 10^{-6}$ mm). Distanţa între perechile complementare vecine cu baza azotată constituie 0,34 nm, iar un pas al spiralei este egal cu 3,4 nm şi conţine circa zece perechi de baze. Aşa apare structura secundară a moleculei de ADN, pe când cea primară prezintă o anumită consecutivitate a rămăşiţelor nucleotidelor în formă de lanţ.

Moleculele de ADN în celulă creează structuri compacte. De exemplu, lungimea ADN a celui mai mare cromozom al omului este de circa 10 cm, însă ea este răsucită în aşa fel că încape în cromozomul cu o lungime de 5 mkm. Aceasta se întâmplă datorită faptului că spirala cu două lanţuri ADN cunoaşte în continuare o contractare spaţială, formând structura terţină – superspirala. O astfel de structură este caracteristică pentru ADN al cromozomilor eucariotelor şi este condiţionată de interacţiunile între ADN şi nucleele proteinelor. În deosebi, complexele ADN cu proteine intră în componenţa structurilor nucleului celulei – cromozom. În zona nucleului celulei procariotelor molecula de ADN are o construcţie inelară şi nu se combină cu proteinele.

Particularităţile ADN. La fel ca şi moleculele proteinelor, moleculele de ADN sunt predispuse la denaturare şi renaturare. În anumite condiţii (acţiunea acizilor, alcaliilor, temperaturii înalte etc.) legăturile de hidrogen între bazele azotate complementare ale diferitor lanţuri ale moleculelor de ADN se rup. În aceste cazuri molecula de ADN se scindeaza

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

total sau parţial în anumite lanţuri şi respectiv îşi pierde acţiunea biologică. După încetarea acţiunii factorilor negativi structura moleculei poate fi reînnoită datorită reînnoirii legăturilor de hidrogen între nucleotidele complementare.

O particularitate importantă a moleculelor de ADN este **capacitatea lor de a se dubla**. Acest fenomen se numeşte ***replicare***. El se bazează pe principiul complementarităţii: succesiunea nucleotidelor în lanţul nou creat este determinată de poziţia lor în molecula maternă de ADN. Molecula maternă de ADN serveşte drept **matriţă**. Replicarea ADN este un proces semiconservativ, adică două molecule fiice conţin câte un lanţ, moştenit de la molecula maternă, şi câte unul – sintetizat din nou (fig. 29). Datorită acestui fapt moleculele fiice de ADN sunt copia exactă a celei materne. Fenomenul dat asigură transmiterea informaţiei ereditare de la molecula maternă de ADN la cele ale fiicelor.

Funcţiile ADN. ADN înseamnă **codarea, păstrarea informaţiei ereditare şi transmiterea ei celulelor fiice în timpul înmulţirii.** În deosebi, unele lanţuri ale moleculelor de ADN servesc drept matriţă pentru sinteza diferitelor tipuri de molecule ADN (des. 30). Acest proces se numeşte ***transcripţie***.

Unitatea de informaţie ereditară pentru toate organismele este **gena** – un segment al moleculei ADN (la unii viruşi – ARN). Gena conţine informaţie ereditară privind structura unei anumite proteine sau a unui acid nucleic.

În mod funcţional gena este unitatea ereditară integră, iar orice dereglare a construcţiei ei schimbă informaţia codată în ea sau duce la pierderea ei. Genele se împart în gene de structură, care codează structura proteinelor şi acizilor ribonucleici, şi de reglare, care servesc drept loc de asociere a fermenţilor şi altor substanţe biologic active. Genele regulatorii influenţează asupra capacităţii de acţiune a genelor de structură şi participă la procesul de dublare a ADN şi la înscrierea informaţiei ereditare în molecula de ARN.

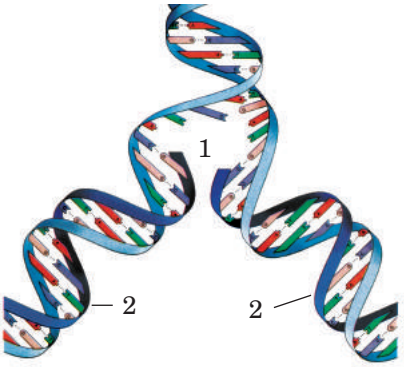
Totalitatea întregii informaţii genetice, codate în genele unei anumite celule sau ale întregului organism, se numeşte **genotip**. Este un sistem integru, unde unele gene interacţionează între ele.

Numărul genelor în diferite organisme oscilează foarte mult. Cea mai simplă organizare a materialului ereditar este cea a viruşilor, care conţine de la una până la câteva sute de gene de structură. Materialul ereditar al procariotelor are o construcţie complicată, incluzând atât gene de structură, cât şi gene de reglare. Materialul ereditar al eucariotelor este şi mai complicat: numărul ADN în nucleul lor este mai mare, deci e mai mare şi numărul genelor de structură şi de reglare.

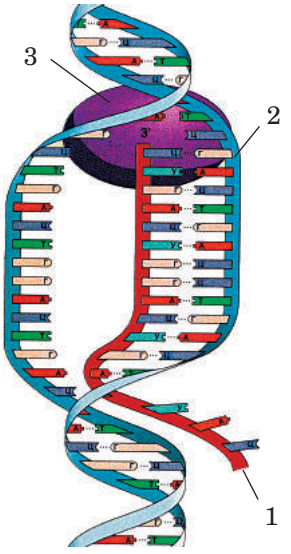
Cercetarea materialului ereditar al diferitor organisme a demonstrat că numărul ADN în nucleul lor depăşeşte de 8–10 ori numărul necesar pentru codarea genelor de structură. Cauzele acestui fenomen sunt diferite. *În primul rând*, ADN conţine mai multe succesive, fiecare repetându-se de sute de mii de ori. *În al doilea rând,* o parte însemnată de ADN în genere nu poartă informaţie genetică. *În al treilea rând,* este prezent un număr foarte mare de gene de reglare. S-a demonstrat că genele sunt formate din anumite blocuri

E interesant să ştim

În 1952 J. Watson şi F. Crick, folosind regula lui E. Chargaff şi radiogramele lui Rosalind Franklin şi Maurice Wilkins, au creat modelul moleculei spaţiale de ADN. J. Watson este vestit şi prin faptul că în perioada 1989–1992 a fost organizatorul şi conducătorul proiectului „Genomul omului”, datorită căruia a fost descifrată succesiunea nucleotidelor de ADN la om. J. Watson a devenit primul om din lume, genomul căruia a fost descifrat în întregime.



Des. 29. Procesul de replicare a moleculelor de ADN: cu participarea fermentului se desfac legăturile de hidrogen (1) şi pe fiecare lanţ matern după principiul complementar se formează molecule fiice (2)



Des. 30. Transcripţia – sinteza moleculei de ARN (1) pe unul din lanţurile moleculei de ADN (2). Aceste procese asigură fermentul specific (3)

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Informația despre succesiunea aminoacidului în componența proteinelor, codată după anumite reguli sub formă de succesiune a nucleotidelor acidului nucleic, se numeşte **cod genetic.**

Pe scurt despre principalul

Molecula de ADN este compusă din două lanțuri ale nucleotidelor, care se asociază între ele cu ajutorul legăturilor de hidrogen. Corespunderea precisă a nucleotidelor în lanțurile ADN, între care apar legături de hidrogen, se numeşte „complementaritate”.

Moleculele de ADN sunt predispuse la denaturare şi renaturare, precum şi la destrucție. Ele, de asemenea, sunt capabile la autodublare (replicare).

Funcțiile principale ale ADN sunt codarea, păstrarea informației ereditare şi transmiterea ei celulelor fiice în timpul înmulțirii.

Totalitatea informației genetice, codată în genele unei anumite celule sau în organismul integru, se numeşte „genotip”.

Genele se împart în gene de structură, care codează structura proteinelor şi acizilor ribonucleici, şi gene de reglare, care servesc drept loc de asociere a fermenților cu alte substanțe biologic active.

Activizați-vă cunoştințele

Atât celule aparte, cât şi organisme întregi aparțin *sistemelor biologic deschise*. Aceasta înseamnă că existența lor este posibilă numai datorită primirii permanente din mediul ambiant a substanțelor nutritive împreună cu rezervele de energie acumulate în ele, transformării lor cu degajare de energie şi eliminare în exterior a produselor pentru activitatea vitală. O bună parte din energia degajată serveşte pentru menținerea echilibrului termic al organismului. Totalitatea proceselor amintite se numeşte *schimb de substanțe* sau *metabolism*.

(părți). Unele dintre ele sunt copiate în ARN-m şi poartă informaţia despre structura anumitor compuşi, iar altele – nu.

E interesant să ştim

Înainte se considera că genele ocupă o poziție bine determinată în componența moleculei de acid nucleic. Însă, în anii 60 ai secolului al XX-lea a fost descoperit fenomenul senzațional: deplasarea fermentului ADN de la un segment la altul. Dacă un asemenea fragment nimereşte în succesiunea codării nucleotidelor ale altei gene, această genă îşi pierde funcția. Deci, există programe genetice care condiționează restructurarea unor fragmente aparte ale moleculei de ADN.

Termeni şi noțiuni-cheie:

replicare, transcriere, genă, gene de structură şi de reglare, genotip.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Care sunt particularitățile structurii ADN? 2. Ce este comun şi diferit în structura moleculelor de ADN şi ARN? 3. Care este structura spațială a moleculei de ADN? 4. Care sunt funcțiile ADN în celulă? 5. Ce este gena şi ce este genotipul? 6. Care este structura genelor?

Chibzuiți

Care legături vor fi ruinate, în primul rând, în rezultatul acțiunilor asupra moleculelor de ADN a diferitor factori: între nucleotidele vecine, care intră în componența unuia şi aceluiaşi lanț, sau între nucleotidele de complementare din diferite lanțuri? Argumentați răspunsul.

§8. NOȚIUNEA DESPRE TRANSFORMAREA ENERGIEI ÎN SISTEMELE BIOLOGICE. ATP

Amintiți-vă structura nucleotidelor. Ce însemnătate fiziologică au procesele de respirație? Ce înseamnă metabolism şi homeostază? Ce înseamnă energia din punctul de vedere al fizicii? Ce sunt fermenții, proteinele simple şi compuse? Care procese sunt numite oxidative, dar care de reînnoire? Care compuşi sunt numiți pentoze?

Totalitatea reacţiilor de sinteză, care asigură dezvoltarea celulelor şi organismelor, completarea componenţei lor chimice se numeşte **schimb plastic.** La realizarea acestor procese se cheltuieşte o anumită cantitate de energie. Procesele de descompunere a substanţelor compuse în simple sunt însoţite de degajarea energiei. Ele sunt numite **schimb energetic.**

Procesele de sinteză a compuşilor necesari organismului şi procesele de descompunere a lor sunt părţi diferite ale unui proces unic al schimbului de substanţe şi de transformare a energiei în organismele vii – ***metabolismul.*** Datorită proceselor schimbului de substanţe şi de transformare a energiei este asigurată menţinerea homeostazei în cazul schimbării condiţiilor mediului ambiant.

Autotrofele, heterotrofele şi mixotrofele. Pentru organismele care populează planeta noastră, sursa principală de energie este lumina solară, datorită căreia direct sau indirect sunt satisfăcute necesităţile în energie a acestora

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

(des. 31). *Amintiţi-vă:* organismele, capabile să sintetizeze substanţele organice din cele anorganice, sunt numite ***autotrofe*** (din greacă *autos* – singur şi *trofe* –a consuma) (des. 32. A). Unele dintre ele sunt capabile la fotosinteză. Ele sunt numite ***fototrofe*** (din greacă *fotos* – şi *trofe).* La ele aparţin plantele verzi, unele bacterii (de exemplu, cianobacteriile). Energia luminii, pe care aceste organisme o absorb din mediul ambiant, este folosită de ele de asigurarea propriilor procese de activitate vitală sau o acumulează în formă de energie ale legăturilor chimice ale compuşilor sintetizaţi de ele.

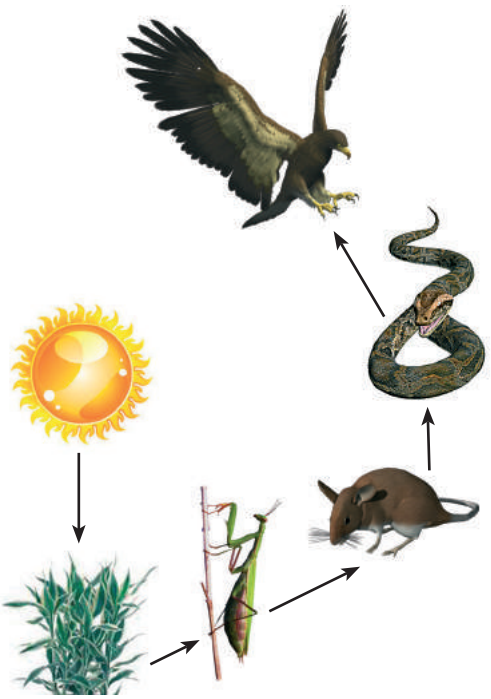
Alte organisme autotrofe pentru sinteza compuşilor organici folosesc energia, care se eliberează în timpul reacţiilor chimice (unele bacterii: nitrificate, bacteriile feruginoase, bacteriile sulfuroase). Ele mai sunt numite ***hemotrofe*** (din greacă *hemo* – chimic şi *trofe).*

Ciupercile, majoritatea animalelor şi bacteriilor aparţin la cele heterotrofe (din greacă – *heteros* – diferite şi *trofe)* (des. 32. B). Pentru ele sursa de energie sunt compuşii organici, creaţi de alte organisme. Aceşti compuşi sunt primiţi împreună cu hrana (organismele vii, resturile lor sau produsele vitale). Există şi *mixotrofe* (din greacă *mixis* – mixt şi *trofe)* – organisme cu tip mixt de nutriţie (drosera (roua cerului), vâscul, alga verde, euglena verde; des. 32 C). Asemenea organisme sunt capabile să sintetizeze substanţele organice din cele anorganice, dar şi să înghită substanţe organice gata. După cum ştiţi, drosera este capabilă „să vâneze" animale mici – insecte şi crustacee.

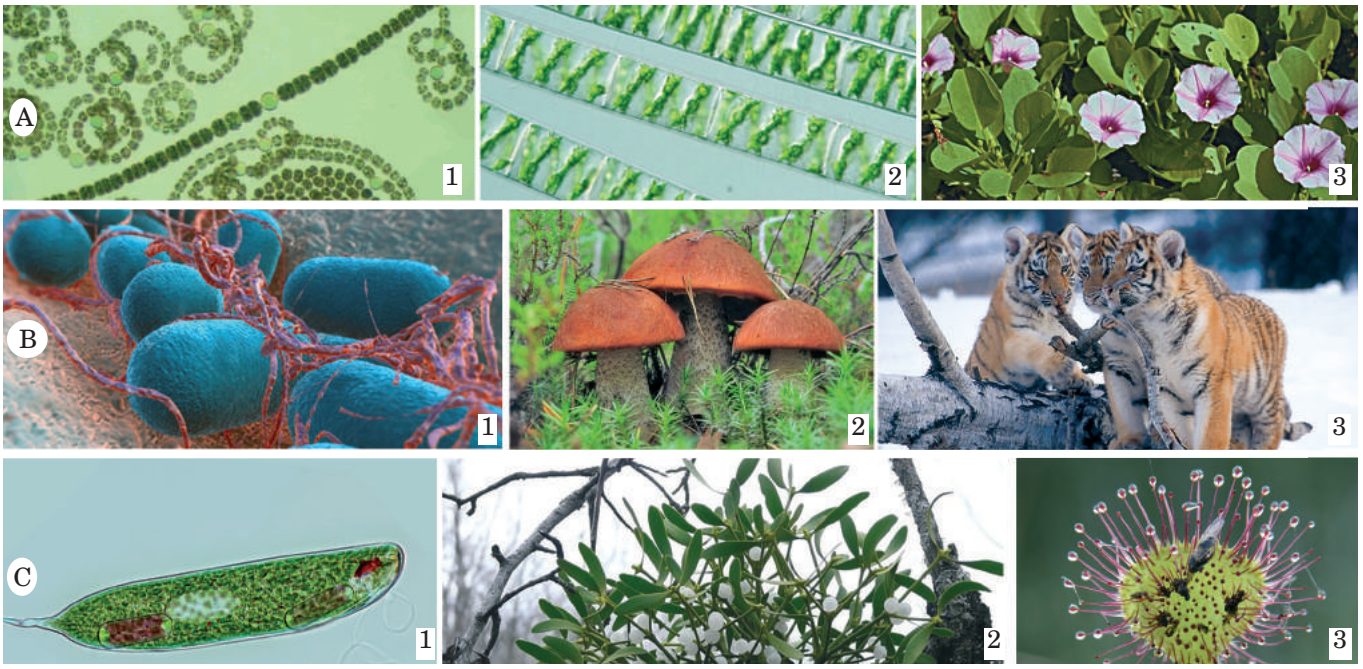
ATP şi funcţiile lui. Acidul adenozintrifosforic (ATP) este un compus, care după componenţa sa este nucleotid. Molecula de ATP este compusă din resturile bazei azotate (adenină), pentozei (riboză) şi a trei resturi de acid ortofosforic (des. 33). Această substanţă are proprietăţi chimice neobişnuite pentru alţi compuşi organici.

Aceste două legături chimice au un conţinut mare de energie, care apare între resturile succesive ale acidului

Memorizăm: procesele schimbului plastic mai sunt numite *anabolism* sau *reacții de asimilare,* iar procesele energetice – *catabolism* sau *reacții de disimilare.*



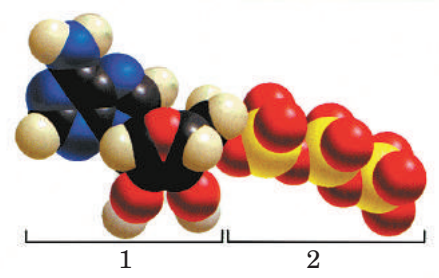
Des. 31. Lumina solară – principala sursă de energie pentru organismele vii. Temă. Explicaţi rolul plantelor în asigurarea cu energie a altor vieţuitoare de pe planeta noastră



Des. 32. A. Organisme autotrofe: 1 – cianobacterii; 2 – alge verzi; 3 – florile droserei.
B. Organisme heterotrofe: 1 – bacterii heterotrofe; 2 – ciuperci; 3 – animale.
C. Organismele mixotrofe:1 – euglena verde; 2 – vâscul; drosera

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Moleculele de ATP servesc drept acumulator chimic universal de energie în celule, cu participarea lor au loc toate procesele metabolismului.



Des. 33. Structura moleculei de ATP: 1 – adenozină (compus din adenină şi pentoză); 2 – triortofostat (trei resturi de acid ortofosforic)

Pe scurt despre principalul

Totalitatea proceselor de pătrundere în sistemele biologice a substanțelor nutritive din mediul înconjurător, energiei , transformării lor şi extragerii din ele a produselor vitale se numeşte „schimb de substanțe" sau „metabolism".

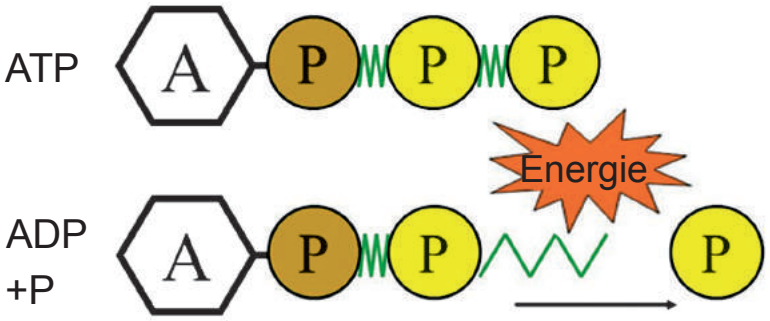
În organisme concomitent au loc procesele schimbului plastic şi energetic.

Organismele, care sunt capabile să sintetizeze substanțe organice din cele anorganice, se numesc autotrofe. Pentru heterotrofe surse de energie sunt compuşii organici, formați de alte organisme. Mixotrofele sunt organisme cu tip mixt de nutriție.

Molecula de acid adenozintrifosforic (ATP) este formată din resturile bazei azotate (adenină), pentozei (ribozomi) şi din trei resturi de acid ortofosforic. Între resturile moleculelor de acid ortofosforic apar două legături chimice cu conținut mare de energie.

ortofosforic. Acolo şi se păstrează această cantitate însemnată de energie.

Dacă cu participarea fermentului respectiv se separă un rest al acidului ortofosforic, atunci ATP se transformă în acid **adenozindifosforic (ADP),** eliberându-se circa 42 kJ energie (des. 34). Dacă se separă două resturi ale moleculei de acid ortofosforic, ATP se transformă în **acid adenozinmonofosforic (AMP).** Se eliberează 84 kJ energie.



Des. 34. Transformarea moleculei de ATP în timpul schimbului de energie: energia eliberată în rezultatul scindării moleculei de ATP a restului acidului ortofosforic

Deci, în cazul alipirii la AMP a restului acidului ortofosforic se depozitează 42 kJ energie. În acest caz se creează molecula de ADP. De asemenea, 42 kJ de energie se acumulează în condițiile alipirii a încă a unui rest al acidului ortofosforic la molecula de ADP. Astfel, molecula de ADP se transformă în moleculă de ATP. Energia, care se eliberează în procesul de scindare a moleculelor de ATP, este folosită la sinteza compuşilor necesari organismului, menținerii unei anumite temperaturi a corpului, asigurării altor procese de activitate vitală.

Termeni şi noțiuni-cheie:

schimbul plastic (anabolism, reacții de asimilare), schimbul energetic (catabolism, reacții de disimilare), autotrofe, heterotrofe, mixotrofe, ATP.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Ce înseamnă metabolismul, schimburile plastic şi energetic? 2. Care organisme sunt numite autotrofe, mixotrofe şi heterotrofe? 3. Ce surse de energie folosesc organismele autotrofe? 4. Care este structura moleculei de ATP? 5. În ce constă rolul ATP la transformarea energiei în moleculă?

Chibzuiți

1. De ce viața este imposibilă fără transformarea energiei? 2. De ce în timpul oxidării compuşilor organici se eliberează energie?

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

LUCRARE PRACTICĂ 1

Rezolvarea exercițiilor elementare de structură ale proteinelor şi acizilor nucleici

Date necesare pentru rezolvarea exercițiilor: masa moleculară relativ minimă a aminoacizilor este aproximativ de 100, masa moleculară relativ minimă a nucleotidului – 345, lungimea relativ minimă a unui nucleotid aparte – 0,34 nm. Un aminoacid este codat consecutiv cu trei nucleotide (triplete). Rezolvând exercițiile, trebuie să ținem minte: în componența moleculei de ADN nucleotidele din diferite lanțuri ale ei se asociază după principiul complementarității (A–T şi G–C), în componența moleculelor de ARN în loc de nucleotidul cu timină (T) este prezent nucleotidul cu uracil (U).

Exerciţiul 1. Molecula de proteină este compusă din 200 de resturi de aminoacizi. Determinaţi lungimea segmentului cu lanţurile moleculei de ADN, care corespunde genei ce codează această proteină, ţinând cont că 300 de nucleotide din componenţa acestei gene nu codează aminoacizii.

Exemplu de rezolvare a exercițiului. 1. Dacă molecula de proteină este compusă din 200 de resturi de aminoacizi, atunci ei sunt codați 200 x 3 = 600 nucleotide. 2. La această cifră adunăm încă 300 de nucleotide necodate: 600+300 = 900. 3. Determinăm lungimea segmentului, care codează proteina respectivă, înmulțind numărul nucleotidelor la lungimea unuia dintre nucleotide: 900 x 0,34 = 306 nm.

Exerciţiul 2. Lungimea segmentului unuia dintre lanţurile moleculei de ADN a celulei bacteriei este de 238 nm. Determinaţi numărul resturilor de aminoacizi în molecula proteinei, care codează segmentul respectiv al moleculei de ADN.

Exerciţiul 3. Masa moleculară a proteinei este de 60 000. Determinaţi numărul nucleotidelor, care intră în componenţa segmentului moleculei de ADN cu această genă.

Exerciţiul 4. Cercetările au demonstrat că 24 % din numărul total al nucleotidelor moleculei de ARN-m îi revin guaninei (G), 38 % – uracilului (U), 22 % – citozinei (C) şi 16 % – adeninei (A). Determinaţi conţinutul în procente al bazelor azotate ale moleculei de ADN, pe care a fost sintetizată această moleculă de ARN-m.

Molecula de ARN-m:	G – 24%, U – 38 %,	C – 22 % şi A – 16 %.
Primul lanț al ADN:	C– 24 %, A – 28 %,	G – 22% şi T – 16 %.
Lanțul doi al ADN:	G – 24 %, T – 38 %,	C – 22 % şi A – 16 %.

2. Calculăm conținutul în procente al bazelor azotate ale moleculei de ADN, pe care a fost sintetizată această moleculă de ARN–m: C – 23 % (24+22 / 2 = 23), G – 23 % (24+22 / 2 = 23), A – 27 % (38 +16 / 2 = 27), T – 27 % (38 + 16/2 = 27).

Răspunsul: din componenţa moleculei de ADN fac parte 23 % de nucleotide cu citozină, 23 % nucleotide cu guanină, 27 % de nucleotide cu adenină şi 27 % de nucleotide cu timină.

Exerciţiul 5. Se ştie că molecula de ARN-m este compusă din 1535 de nucleotide. Din câte resturi de aminoacizi este compusă molecula de proteină, care este codată de această moleculă de ARN-m?

Exerciţiul 6. Determinaţi componenţa nucleotidă a segmentului moleculei de ADN, dacă molecula de ARN-m, sintetizată pe unul din lanţurile ei, are următoarea componenţă nucleotidă:UAGGUCGAACGU.

Exerciţiul 7. Componenţa nucleotidă a unuia din lanţurile ADN este următorul: GCTAACCGATACGG. Pe alt lanţ al acestei molecule este sintetizată molecula de ARN-m. Determinaţi componenţa nucleotidă a ei.

Exerciţiul 8. Ambele lanţuri ale moleculei ADN sunt compuşi din 2250 de nicleotide. Determinaţi numărul resturilor de aminoacizi în componenţa moleculei de proteină, care este sintetizată pe unul din lanţurile moleculei de ADN.

Exerciţiul 9. Hormonul pancreasului glucogan este compus din 29 de resturi de aminoacizi. Câte triplete intră în componenţa genei, care codează această moleculă?

Exerciţiul 10. Masa nucleară a tripletelor de codare ale moleculei de ADN este de 20 700. Determinaţi numărul resturilor de aminoacizi, care intră în componenţa acestei molecule de proteină.

Exerciţiul 11. Determinaţi masa moleculară a moleculei proteice, care este codată de segmentul moleculei de ADN cu o lungime de 102 nm.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Exerciţiul 12. Determinaţi lungimea genei, care codează proteina şi este compusă din 125 de resturi de aminoacizi.

Exerciţiul 13. Unul din lanţurile moleculei de ADN arată în felul următor: GCG GGT GGA TAA CTA GCC. Cum va arăta cel de-al doilea lanţ al acestei molecule, sintetizată în timpul autodublării?

Exerciţiul 14. Componenţa nucleotidă a moleculei de ARN-m este următoarea: AACGUUCCAGCU. Determinaţi componenţa nucleotidă a lanţului ADN, care este opus lanţului pe care este sintetizată această moleculă de ARN-m.

Test pentru consolidarea cunoştinţelor

Alegeți din răspunsurile propuse pe cel corect

1. Evidențiați elementul, care intră în componența hormonilor glandei tiroide: a) Cupru; b) Bor; c) Iod; d) Cobalt.
2. Evidențiați denumirea compuşilor, dizolvați în apă: a) hidrofobi; b) hidrofili; c) organici; d) anorganici.
3. Numiți compusul care nu se dizolvă în apă: a) ceara; b) glucoza; c) fructoza; d) zahărul de trestie.
4. Evidențiați compuşii, în timpul descompunerii cărora este degajată cantitatea cea mai mare de energie: a) lipide; b) glucide; c) proteine; d) vitamine.
5. Numiți compusul, care transmite informația ereditară din nucleu la locul de sinteză a moleculei proteice: a) ADN; b)ARN-m; c) ARN-r; d) ARN-t.
6. Evidențiați compuşii, care asigură accelerarea reacțiilor biochimice: a) ADN; b) hormoni; c) vitamine; g) fermenți.
7. Evidențiați care resturi de aminoacizi se asociază în lanț polipeptidic: a) datorită legăturilor de hidrogen; b) datorită legăturilor covalente; c) datorită interacțiunilor hidrofobe; d) datorită interacțiunilor ionice.
8. Indicați, cum trebuie să arate structura secundară de proteină: a) globulă; b) câțiva resturi de aminoacizi asociați între ei; c) spirală; d) lanț de resturi de aminoacizi.
9. Determinați compusul, din componența căruia fac parte nucleotida de timină: a) ceară; b)ADN; c) ARN-m; d) ARN-t.
10. Numiți compusul, care ține de biopolimeri: a) glucoza; b) ARN-m; c) grăsimile; d) dezoxiriboza.
11. Indicați elementul chimic, care aparține la organogene: a) Carbon; b) Fier; c) Sulf; d) Fosfor.
12. Numiți compuşii, din componenta cărora fac parte acizii ortofosforici: a) proteinele; b) monozaharidele; c) ATP; d) grăsimile. oteinele; b) monozaharidele; c) ATP; d) grăsimile.

Creați perechile logice

13. Stabiliți corespondența între elementele chimice şi compuşii, din componența cărora ele fac parte.

1 Fier (Fe)	**A** hormonul glandei tiroide
2 Magnium (Mg)	**B** moleculă de clorofilă
3 Cupru (Cu)	**C** hormonul pancreasului
4 Iod (I)	**D** moleculă de hemoglobină
	E moleculă de hemocianină

14. Stabiliți corespondența între biopolimeri şi monomerii lor.

1 polizaharide	**A** acizi graşi
2 proteine	**B** nucleotide cu timină
3 ADN	**C** aminoacizi
4 ARN	**D** nucleotide cu uracil
	E monozaharide

15. Determinați cantitatea energiei, care este degajată în timpul descompunerii compuşilor organici respectivi.

1 1 g de proteine	**A** 17,2 k/J
2 1 g grăsimi	**B** 42 k/J
3 transformarea ATP în ADP	**C** 38,9 k/J
4 transformarea ATP în AMP	**D** 126 k/J
	E 84 k/J

16. Stabiliți corespondența între tipurile acizilor nucleici şi funcțiile lor.

1 ADN	**A** structura: intră în componența subunităților de ribozomi
2 ARN-m	**B** energetică
3 ARN-t	**C** păstrarea informației ereditare
4 ARN-r	**D** transportarea resturilor de aminoacizi la locul sintetizării moleculei
	E transmiterea informației ereditare de la nucleu la locul sintetizării moleculei proteice

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Exerciții cu alegerea a trei răspunsuri corecte din trei grupuri de variante ale răspunsurilor propuse

17. Numiți particularitățile caracteristice diverselor niveluri de organizare structurală a moleculelor de proteină.

Primar	Secundar	Terțiar
1) succesiunea simplă a resturilor de aminoacizi	1) succesiunea simplă a resturilor de aminoacizi	1) succesiunea simplă a resturilor de aminoacizi
2) au aspect de spirală	2) au aspect de spirală	2) au aspect de spirală
3) au aspect de globulă	3) au aspect de globulă	3) au aspect de globulă

18. Numiți funcțiile, pe care le îndeplinesc în celulă moleculele de compuşi organici.

ADN	Proteine	ATP
1) codarea informației ereditare	1) catalitică	1) energetică
2) energetică	2) codarea informației ereditare	2) de structură (de construcție)
3) catalitică	3) de transmitere a informației ereditare la locul de sinteză a altor molecule organice	3) de transportare a aminoacizilor

19. Numiți compuşii, în componența căror se află tipurile de legături chimice amintite.

Cu cantitate mare de energie	De hidrogen	Disulfide
1) ATP	1) molecula de apă	1) ARN-m
2) ADN	2) ATP	2) structura terțină a proteinelor
3) polizaharide	3) structura secundară a proteinelor	3) ATP

Întrebări cu răspunsuri deschise

20. Comparați proprietățile şi funcțiile lipidelor şi glucidelor.
21. Ce este comun şi diferit între procesele de destrucție şi de denaturare?
22. De ce rolul principal în procesele de transformare a energiei în organismele animalelor le revine glucidelor, deşi în timpul descompunerii a 1 g de energie se degajează energie de două ori mai mult?
23. Ce legătură există între structura moleculei de apă şi particularitățile ei?
24. Care din compuşii chimici joacă un rol la menținerea echilibrului energetic al organismului? Argumentați răspunsul.
25. Prin ce se deosebeşte specificul acțiunilor fermenților? Argumentați răspunsul.
26. Ce este comun şi diferit în structura şi funcțiile diferitor tipuri de acizi nucleici?
27. Care structură a ADN este legată prin particularitățile şi funcțiile sale cu organismele vii?
28. De ce unele animale, care populează teritoriile cu temperaturi înalte, au mari rezerve de grăsime? Argumentați răspunsul.
29. Care din compuşii organici ai organismelor vii joacă un rol de protecție? Argumentați răspunsul.
30. De ce organismul omului nu poate exista pe deplin în condițiile consumului numai a hranei vegetale? Argumentați răspunsul.
31. Ce este comun şi diferit între structura ATP şi nucleotidele din componența diferitor acizi nucleici?
32. Care proteine joacă rolul de protecție? Argumentați răspunsul.
33. De ce caracterul activ al fermenților se poate afirma numai în anumite condiții? Argumentați răspunsul.
34. Care legități ale conținutului cantitativ al resturilor bazelor nitrogene în moleculele de ADN au constituit baza pentru stabilirea structurii ei spațiale. Argumentați răspunsul.
35. Cum structura moleculei de ARN-t este legată de funcțiile ei? Argumentați răspunsul.

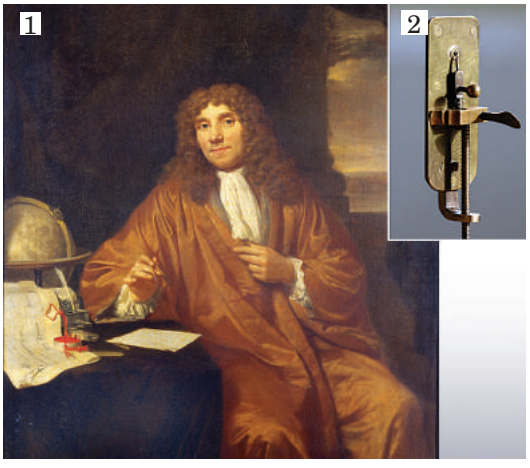
Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

TEMA 2. STRUCTURA CELULEI

În această temă veţi afla despre:

- metodele principale de studiere a celulei;
- particularităţile nivelului celular al organizării materiei vii;
- structura celulelor eucariote şi procariote, trăsăturile comune şi diferite ale organizării lor.

Des. 35. ***Robert Hooke*** *(1), microscopul construit de el (2), secţiunea scoarţei (3)*



Des. 36. ***Antony van Leeuwenhoek*** *(1), microscopul construit de el (2)*

§9. METODELE DE CERCETARE ALE CELULELOR. TIPURILE DE MICROSCOPIE

Amintiţi-vă structura microscopului optic. Care sunt regulile de folosire a lui?

Care ştiinţă studiază celula? Celulele, structura lor şi procesele de activitate vitală sunt studiate de ştiinţa numită ***citologia***. Ea îşi are începuturile de la descoperirea din 1665, făcută de savantul **Robert Hooke** (des. 35). Cu ajutorul microscopului construit de el însuşi a examinat membrana celulelor unei felii subţiri de scoarţă şi a propus termenul *celulă*.

În anul 1702 cercetătorul olandez **Antony van Leeuwenhoek** (des. 36), de asemenea, cu ajutorul microscopului construit de el însuşi, a descoperit bacteriile şi animalele unicelulare (infuzorii etc.), a descris celulele animalelor multicelulare (eritrocitele şi spermatozoizii).

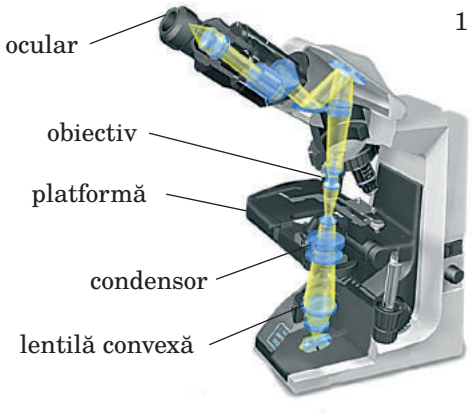
Care metode sunt aplicate în citologia contemporană? Cercetările contemporane în domeniul citologiei sunt orientate, în primul rând, la studierea celor mai mici organite şi a structurii, funcţiilor lor în celulă. Doar dispozitivele mai performante şi tehnologiile de vârf deschid noi perspective în faţa cercetătorilor. În prezent se dezvoltă tot mai mult cercetările în domeniul ingineriei celulare.

Primul dispozitiv, care a dat posibilitatea să fie studiată celula, a fost microscopul optic. Priviţi desenul 37 şi amintiţi-vă structura microscopului optic. Metodele de cercetare cu ajutorul acestui dispozitiv se numesc *microscopie optică*.

Metoda microscopiei optice se bazează pe faptul că prin obiectul de cercetare transparent sau semitransparent trece un flux de lumină, care apoi ajunge în sistemul de obiective şi lentile (des. 37). Aceste lentile măresc vizual obiectul de cercetare, dimensionarea fiind un rezultat al măririi de către obiectiv şi lentile. De exemplu, dacă lentilele asigură o dimensionare de 120 ori, iar obiectivul – de 40 de ori, atunci imaginea finală a obiectului cercetat va fi mărită de 400 de ori. Microscoapele optice actuale asigură o mărire a obiectelor de cercetare de 2-3 mii de ori. Vă puteţi perfecţiona deprinderile de lucru cu microscopul optic în timpul efectuării lucrărilor de laborator (vezi p. 61).

Metoda microscopiei electronice. Structurile celulare de cele mai mici dimensiuni (membrane, etc.) au fost descoperite şi studiate cu ajutorul ***microscopului electronic***, inventat în prima jumătate a secolului al XX-lea. Microscopul

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 37. 1. Schema construcției și principiul de funcționare a microscopului optic. ***Temă.*** *Atrageți atenția la trecerea razelor de lumină de la sursa lor la sistemul de lentile ale obiectivului și ocularului. 2. Celulele plantelor, văzute la microscopul optic*

Des. 38. 1. ***Matias Iacob Shleiden*** *(1804–1981). 2.* ***Theodor Schwann*** *(1810–1882)*

electronic poate mări imaginea obiectului cercetat până la 500 mii de ori şi chiar mai mult (des. 39). Construcţia microscopului electronic este asemănătoare cu cea a microscopului optic, însă în locul fluxului de lumină se aplică un flux de electroni, care se deplasează într-un câmp magnetic. Rolul lentilelor este preluat de electromagneţi, capabili să schimbe direcţia mişcării electronilor, să-i concentreze (focalizeze) în fascicule, pe care le îndreaptă spre obiectul de cercetare.

O parte din electroni, traversând prin obiectul cercetării, se pot abate din calea lor, să se disperseze şi să interacţioneze cu obiectul de cercetare sau să-l traverseze fără schimbări. Trecând prin obiectul de cercetare, electronii nimeresc pe un ecran luminiscent, provocând iluminarea lui, sau pe materiale foto speciale, cu ajutorul cărora imaginile pot fi fotografiate.

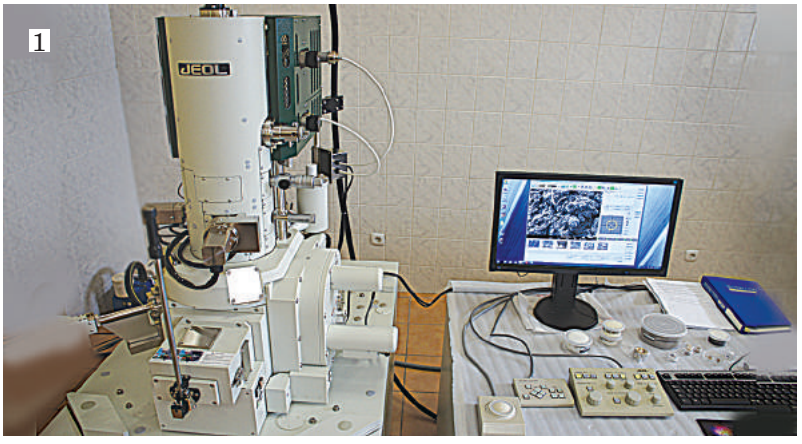
Cu ajutorul metodei ***microscopiei electronice de scanare*** se poate studia suprafaţa celulelor, unele organite etc. (des. 40). În cazul dat fluxul de electroni nu trece prin obiectul de cercetare, ci se reflectă de suprafaţa lui.

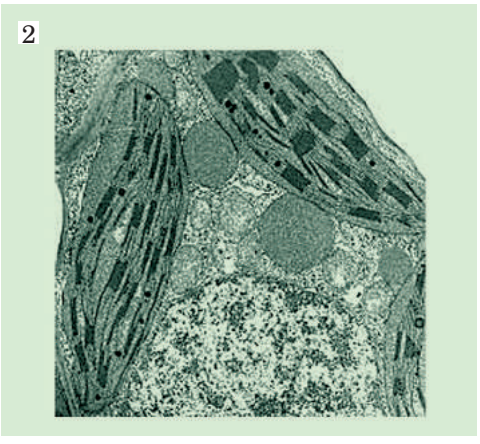
La celulele vii sunt studiate procesele de activitate vitală (mişcarea citoplasmei, divizarea etc.). Structura fină a celulei este studiată pe celulele prelucrate într-un anumit mod.

Pentru aceasta celulele trebuie fixate în prealabil cu anumite substanţe (spirt, formalină etc.), prin congelare rapidă

E interesant să ştim

Botanistul german, **Matias Iacob Shleiden,** (des. 38) a descris nucleul celulei plantei. Citologul şi fiziologul german, **Theodor Schwann,** luând cunoştinţă de lucrările lui M. Shleiden şi comparându-le cu cercetările proprii a celulelor animalelor, a formulat principiile fundamentale ale teoriei celulare: toate organismele vii sunt compuse din celule: celulele animalelor şi plantelor sunt asemănătoare după construcție şi componența chimică.

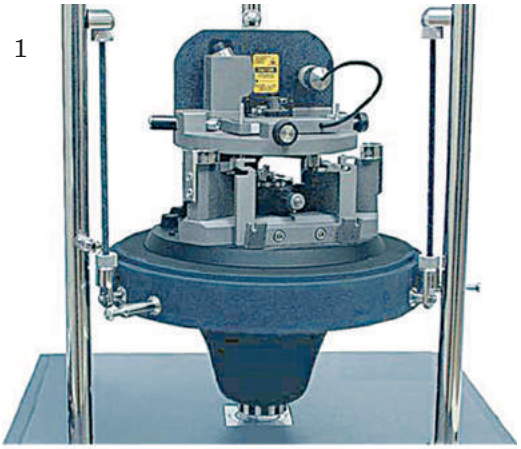




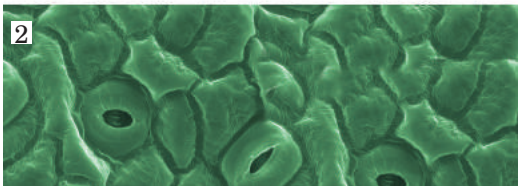
Des. 39. 1. Microscopul electronic contemporan. 2. Fotografia cloroplastelor în celulă, făcută cu ajutorul microscopului electronic

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

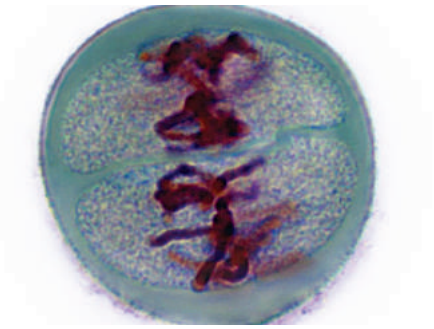
1



2



Des. 40. 1. Microscop de scanare modern. 2. Fotografia pieliței frunzei, făcută cu ajutorul microscopului de scanare



Des. 41. Schimbul cu locurile între cromozomii, descoperiți cu ajutorul metodei atomilor marcați (explicați esența acestei metode)

sau uscarea lor. Unele structuri ale celulelor fixe sunt vopsite cu vopsele speciale şi sunt pregătite materiale microscopice, care pot fi păstrate un timp îndelungat. Pentru a fi fotografiate cu ajutorul microscopului electronic de scanat suprafaţa celulei sau anumite organite sunt acoperite cu praf metalic, de exemplu, cu aur.

Metoda culturii celulelor oferă savanţilor posibilitatea de a avea permanent la dispoziţie celule de diferite tipuri. Pentru aceasta celulele vii sunt ţinute şi înmulţite într-un mediu nutritiv artificial (de exemplu, sunt pregătite din substanţe agar, obţinute din alge roşii). Schimbând componenţii mediului nutritiv, se poate observa cum diferiţi compuşi influenţează asupra creşterii şi înmulţirii celulelor, altor proprietăţi ale lor. Culturile celulelor se folosesc în medicină, în serviciul veterinar şi în cel de protecţie a plantelor pentru verificarea influenţei diverselor preparate chimice, viruşilor, organismelor monocelulare, pentru obţinerea substanţelor biologic active (preparate medicale, biostimulatori etc.).

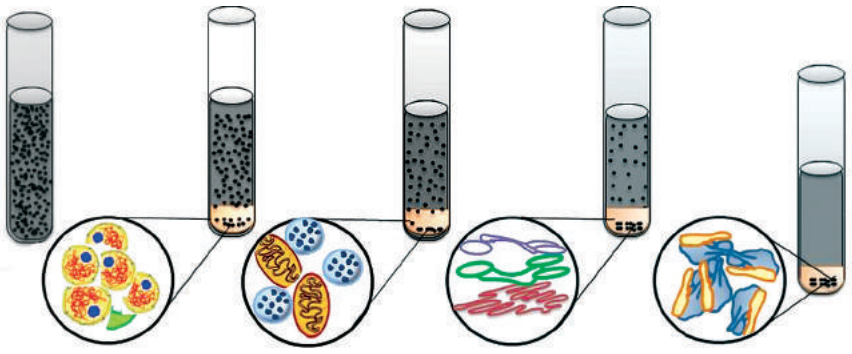
Metoda atomilor marcaţi oferă posibilitatea înţelegerii mai bine a locului şi a desfăşurării anumitor fenomene fizico-chimice în celulă. Pentru aceasta în celulă se introduce o substanţă, în care unul din atomii unui anumit element (Carbon, Fosfor etc.) este înlocuit cu izotopul său radioactiv. Cu ajutorul unor dispozitive speciale, capabile să fixeze aceşti izotopi, se poate urmări migraţia acestor substanţe în celulă, transformările lor, descoperi locul şi caracterul unor sau altor procese biochimice. De exemplu, cu ajutorul acestei metode s-a demonstrat că în timpul divizării deosebite a celulei (mai amănunţit veţi afla din § 24) cromozomii unei perechi se pot schimba cu locul (des. 41).

Metoda centrifugii este folosită pentru studierea diferitor structuri ale celulelor. Pentru aceasta în prealabil celulele sunt mărunţite şi în eprubete speciale sunt introduse în centrifugă – dispozitiv pentru producerea rotaţiei rapide. Deoarece diferite structuri celulare au grade variate de densitate şi, fiind supuse rotaţiei centrifugii, se depun în straturi: cele cu densitate mai mare se depun la fund, iar cele cu densitate mai mică – deasupra (des. 42). Aceste straturi sunt separate şi cercetate aparte.

Aplicarea metodelor citologice în diagnosticarea bolilor. Metodele citologice se folosesc pe larg în diagnosticarea diferitor boli ale omului, animalelor domestice şi plantelor cultivate, la determinarea stării fiziologice a organismului.

A

B



Des. 42. A. Centrifugă. B. Metoda centrifugii: stadiile succesive de depunere a structurilor celulelor în dependenţă de masa lor

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Astfel, în oncologie (ştiinţa care studiază cauzele apariţiei, elaborează mijloace de diagnosticare şi tratare a bolilor de cancer) aceste metode sunt folosite pentru depistarea tumorii cancerigene, pentru diagnosticarea stadiilor timpurii ale acestor maladii. Pentru aceasta sunt descoperite celulele cu anomalii şi este studiată capacitatea lor de a se înmulţi repede. A fost elaborată metoda citologică de identificare a bolilor de sânge, sistemului digestiv, rinichilor, plămânilor, pielii etc. De exemplu, mărirea considerabilă a numărului eritrocitelor atestă despre boala periculoasă – eritrocitoza, a leucocitelor – despre leucoză. Primul care a presupus că bolile la om sunt legate de schimbările patologice în structura şi funcţionarea celulelor a fost savantul german din secolul al XIX-lea Rudolf Virchow.

Termeni şi noţiuni-cheie:

microscopia optică şi electronică.

Verificaţi-vă cunoştinţele obţinute

1. Cu ajutorul căror metode sunt studiate celulele? 2. În ce constă metoda microscopiei optice? 3. Prin ce se deosebesc principiile de funcţionare a microscoapelor optic şi electronic? 4. Care structuri sunt descoperite cu ajutorul microscopului de scanare? 5. Explicaţi esenţa metodei atomilor marcaţi. 6. În ce scop este folosită metoda culturii celulelor? 7. Care este rolul metodelor citologice în diagnosticarea diferitor boli?

§10. STRUCTURA CELULEI EUCARIOTE: APARATUL EXTERIOR

Amintiţi-vă ce înseamnă difuzia, hidrofil şi hidrofob. Ce înseamnă imunitate, anticorpi şi antigene? Ce înseamnă denaturarea? Care sunt structura şi funcţiile moleculei de ATP? Ce înseamnă fagocitoza?

După cum ştiţi, **celula este unitatea de structură şi funcţională a fiinţelor vii**. Aceasta înseamnă că la nivelul celular de organizare a materiei vii se manifestă pe deplin toate particularităţile a tot ce este viu: schimbul de substanţe şi transformarea energiei, predispunerea la creştere, înmulţirea, mişcarea, iritarea, păstrarea şi transmiterea informaţiei ereditare urmaşilor etc.

Amintiţi-vă: în dependenţă de existenţa nucleelor toate organismele se împart în procariote şi eucariote. Celulele procariotelor (de exemplu, bacteriile) nu au nucleu. Despre structura altor celule veţi afla din §15.

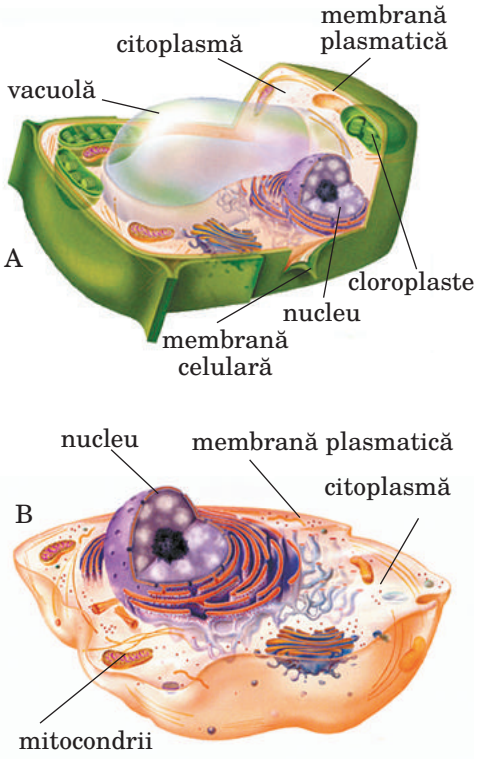
Celulele eucariotelor – ciupercilor, plantelor şi animalelor – neapărat au nucleu. În pofida diferitor forme, organizarea celulelor tuturor acestor organisme este subordonată legităţilor unice (des. 43). Conţinutul intern al fiecărei celule este înconjurat de aparatul exterior, din componenţa căruia face parte membrana celulară. Mediul intern al celulei dintre membrana celulară şi nucleu se numeşte *citoplasmă*. În ea se află structurile permanente ale *organitelor*. Fiecare din organite asigură anumite procese ale activităţii vitale a celulei. Structurile instabile – *incluziunile* – sunt compuşii de rezervă sau produsele finite ale schimbului de substanţe.

Pe scurt despre principalul

Pentru cercetarea celulelor sunt folosite diferite metode: microscopia optică şi electronică, metoda atomilor marcaţi, metoda centrifugii etc.

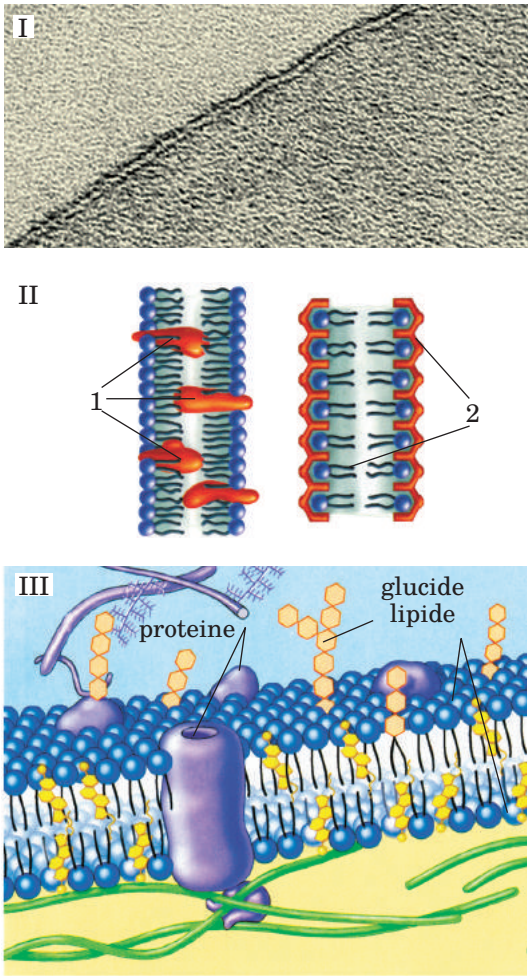
Celulele pot fi cercetate atât vii, cât şi în stare fixată. Pentru a dispune permanent de material pentru cercetarea celulelor de anumite tipuri, este aplicată metoda culturii celulelor.

Metodele citologice sunt aplicate pe larg pentru diagnosticarea diferitor boli la om, animale domestice şi la plantele cultivate, pentru determinarea stării fiziologice a organismelor.

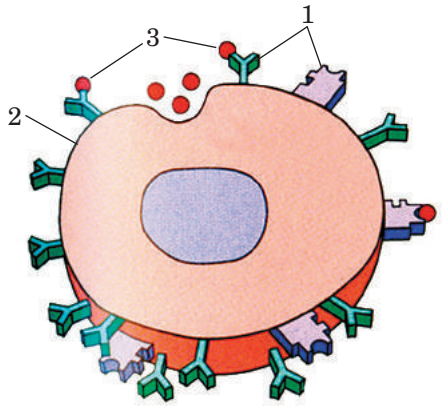


Des. 43. Modele ale structurii interne ale celulelor eucariote: A. Plantelor. B. Animalelor. ***Temă.*** *Examinaţi desenul şi amintiţi-vă, care organite ale celulelor animalelor şi plantelor vă sunt cunoscute de la precedentele cursuri de biologie şi care sunt funcţiile lor*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 44. Structura membranei plasmatice: I. Fotografie făcută cu ajutorul microscopului electronic. II. Schema aflării în membrană a proteinelor (1) şi lipidelor (2). III. Modelul mozaic fluid al structurii membranei plasmatice



Des. 45. Funcţia de protecţie a membranei celulare: anticorpii (1) din componenţa membranei (2) leagă antigenele (3) şi previn pătrunderea acestora în celulă

Aparatul exterior. Din aparatul exterior fac parte membrana plasmatică, structurile supramembrane şi submembrane. Din componenţa **membranei plasmatice** (ea mai este numită ***plasmalemă)*** fac parte lipidele, proteine-le şi glucidele (des. 44). Moleculele lipidelor formează două straturi: „cozile" lor hidrofile (grupa ortofosforică) sunt îndreptate spre părţile externă şi internă ale membranei. „Cozile" hidrofobe, formate din şanţurile acizilor graşi, sunt îndreptate spre mijloc (des. 44. II).

Componentul funcţional principal al membranelor celulare sunt proteinele. Unele din moleculele proteinelor se află ori pe suprafaţa externă, ori pe cea internă a membranelor, de aceea ele şi se numesc ***superficiale***. Alte molecule de proteină pătrund prin stratul dublu al lipidelor.

Glucidele intră în componenţa membranelor în exclusivitate sub formă de substanţe combinate din molecule de proteină sau de lipide.

Un asemenea model de structură a membranelor biologice a fost numit ***mozaic fluid*** (des. 44. III). Această denumire se datorează faptului că 30 % din lipidele membranelor sunt strâns legate de proteinele interne, formând un complex unic de compuşi, atunci când restul lipidelor se află în stare lichidă. De aceea, formaţiile de proteine şi lipide parcă sunt „încorporate" în masa lipidică fluidă, care se aseamănă cu un mozaic.

Moleculele, care intră în componenţa membranelor, sunt capabile de a se mişca. Datorită acestui fapt membranele pot să se refacă repede în cazul unor deteriorări neînsemnate. Membranele plasmatice se pot întinde şi constrânge, de exemplu, în timpul schimbării formei sau mişcării celulelor, formând riduri care măresc suprafaţa celulei.

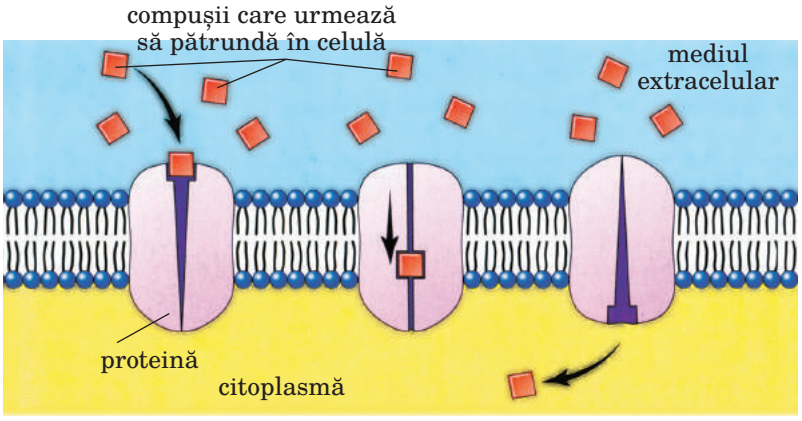
Funcţiile membranei celulare. Membrana celulară îndeplineşte, în primul rând, **funcţia de protecţie:** apără mediul intern al celulei de influenţe nefavorabile. În deosebi, între proteinele membranelor sunt şi de acele, capabile să lege antigenele (substanţe străine pentru celulă), şi astfel nu le permite să pătrundă în celulă. Deci, membrana plasmatică este unul din segmentele reacţiilor de protecţie a organismului – imunitatea (des. 45).

Funcţia de transport. Membrana celulară se caracterizează prin semipenetraţie: unii compuşi pot trece repede prin ea, alţii trec lent sau în genere nu pot pătrunde prin ea. Compuşii necesari pentru activitatea vitală a celulelor, precum şi produsele schimbului de substanţe pătrund prin membrana plasmatică cu ajutorul transportului pasiv sau activ.

Transportul pasiv asigură pătrunderea selectată a substanţelor prin membrană. În acest caz moleculele se deplasează datorită diferenţei în concentraţia de substanţe pe ambele părţi ale membranei: din segmentul, unde concentraţia lor este mare, în segmentul unde concentraţia lor este mică. La efectuarea transportului pasiv se consumă puţină energie sau în genere nu se consumă. Transportul pasiv asigură diferite mecanisme. În deosebi, cu ajutorul difuziei în celulă ajung apa şi substanţele dizolvate în ea.

Dacă membrana lasă să pătrundă moleculele unei substanţe şi reţine pe cele ale alteia, are loc *difuzia unilaterală* numai a substanţei capabile să traverseze membrana. *Difuzia uşoară* înseamnă trecerea prin membrană a anumitor molecule

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 46. Difuzia ușoară. Numai după interacțiunea cu proteina membranei compusul ajunge la citoplasmă

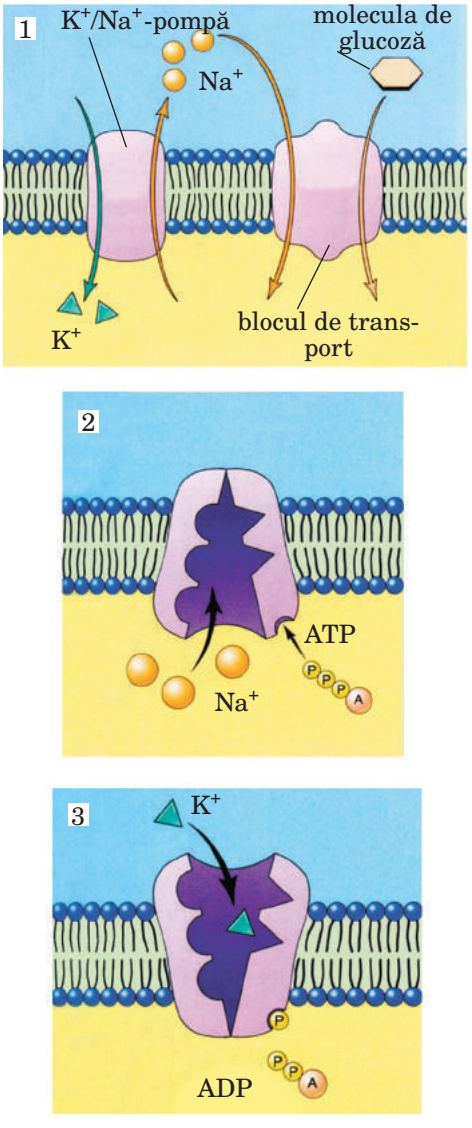
cu ajutorul proteinelor-transportatoare care străbat membrana (des. 46). Aceste proteine interacționează cu anumite molecule pe una din suprafața membranei și în rezultatul schimbării structurii sale spațiale le transportă în altă parte.

Transportul activ al substanțelor prin membranele celulare, spre deosebire de cel pasiv, se realizează cu cheltuieli însemnate de energie, acumulată în moleculele ATP.

Unul din mecanismele transportului activ al substanțelor prin membrană se numește ***pompa de potasiu-sodiu*** (des. 47). El este legat de faptul că concentrația de ioni de Potasiu din interiorul celulei este mai mare decât în mediul extern, iar a ionilor de Sodiu– dimpotrivă. Datorită acestei diferențe de concentrare în rezultatul difuziei ionii de Sodiu intră în celulă, iar de Potasiu ies din ea. Însă, concentrarea acestor ioni în celula vie și în afara ei niciodată nu se va egala, deoarece există un mecanism deosebit, datorită căruia ionii de Sodiu sunt scoși („pompați") din celulă, iar ionii de Potasiu intră (sunt „pompați") în celulă. Existența mecanismului pompei de potasiu-sodiu este demonstrată și de faptul că în celulele moarte sau congelate concentrația ionilor de Potasiu și Sodiu din ambele părți ale membranei plasmatice foarte repede se egalează. Transportarea activă a ionilor de Na^+ și K^+ se aplică pentru susținerea excitabilității electrice a celulelor nervoase și ale mușchilor, ușurează transportarea în celulă a monozaharidelor, aminoacizilor, ionilor de Potasiu.

De mecanismul transportării substanțelor prin membrană ține și ***citoza***. Există două tipuri principale de citoză: fago- și pinocitoza (des. 48).

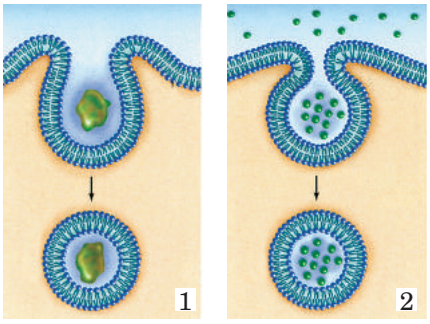
Fagocitoza (din greacă *fagos* – a mistui) constă în capturarea activă a obiectelor microscopice solide (părți de substanțe organice, celule mici etc.) (des. 48.1). Sunt predispuse la fagocitoză anumite tipuri de celule animaliere. *Amintiți-vă:* cu ajutorul fagocitozei „înghit" hrana unele organisme unicelulare (de exemplu, amibele) și celulele animalelor multicelulare (de exemplu, celulele digestive ale hidrei). Celulele speciale ale animalelor multicelulare cu ajutorul fagocitozei exercită funcția de apărare (de exemplu, macrofagele). Ele capturează și digerează microorganismele patogene.



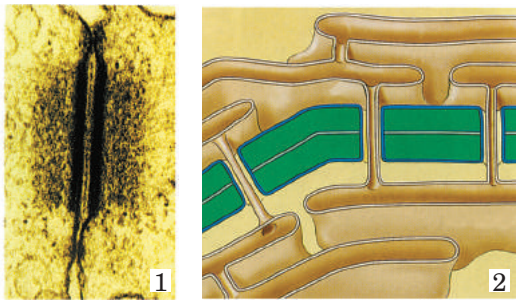
Des. 47. 1. Schema generală care ilustrează transportul activ cu participarea pompei de potasiu-sodiu. 2. Ionii de Na^+ sunt scoși din celulă, unde concentrația lor a fost cu mult mai mică, decât în mediul extern. 3. Ionii de K^+ sunt „pompați" în celulă, unde concentrația lor este mai mare decât în mediul extracelular

Memorizăm: însemnătatea biologică a pompei de potasiu-sodiu constă în aceea, că datorită ei deplasarea ionilor de Sodiu în condiții energetice favorabile ușurează transportarea energetică nefavorabilă a mai multor compuși moleculari (glucoza, aminoacizii etc.). În aceste procese participă proteine de transport deosebite, care fac parte din componența membranelor celulare.

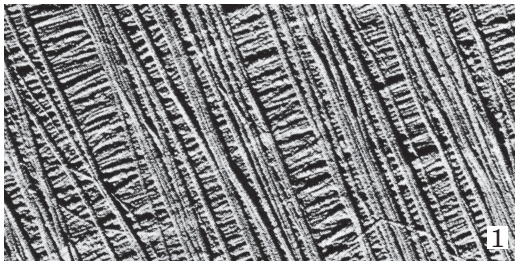
Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

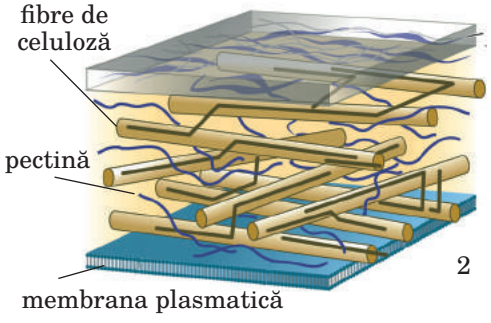


Des. 48. Schema citozei:
1 – fagocitoza; 2 – pinocitoza



Des. 49. Contactele intercelulare:
1 – contactele strânse între membranele plasmatice a două celule animaliere;
2 – contacte între celulele plantelor





Des. 50. Învelişul celular al celulei de plante: 1 – fotografie făcută cu ajutorul microscopului de scanare; 2 – schema structurii

Pinocitoza (din greacă *pino* – a bea) este un proces de înglobare de către celulă a lichidului împreună cu compuşii dizolvaţi în el prin invaginarea membranei (des. 48.2). Veziculele de pinocitoză se desprind de membrană din partea ei interioară.

Funcţia de semnalare a membranelor celulare. În componenţa membranei celulare sunt proteine, capabile, ca răspuns la acţiunile diferitor factori din mediul ambiant, să-şi schimbe structura spaţială, semnalizând celula. Asemenea particularităţi ale structurii membranelor plasmatice asigură excitabilitatea organismelor.

E interesant să ştim

Cu moleculele ce intră în componența membranei pot interacționa viruşii. Dacă o astfel de acțiune a avut loc, virusul pătrunde în celulă, iar dacă nu – nu. Anume pe aceasta se bazează crearea preparatelor medicamentoase împotriva infecțiilor virotice: ele sunt orientate la aceea, ca să facă imposibilă interacțiunea particulelor virotice cu moleculele din componența membranei.

Funcţia de asigurare a contactelor intercelulare la organismele multicelulare. În locurile de contact a două celule animaliere membranele fiecăreia dintre ele sunt capabile să creeze riduri. Acestea dau legăturii intercelulare tărie şi elasticitate, legând strâns celulele (des. 49.1). Celulele plantelor se leagă între ele datorită creării unor canale intercelulare microscopice, din membrană şi umplute cu citoplasmă (des. 49.2).

Membranele plasmatice, de asemenea, participă la creşterea şi divizarea celulelor.

Complexele supramembranare ale celulelor sunt compuse din structuri, stabilite deasupra membranei plasmatice. După cum ţineţi minte, la plante şi ciuperci acesta este învelişul celular, iar la celulele animalelor – glicocalixul.

Învelişul celular al plantelor este format din mănunchiuri de fibre de celuloză polizaharidă, insolubile în apă (des. 50) şi de o carcasă (matrice). În dependenţă de tipul de ţesut şi de funcţiile pe care le îndeplineşte, în componenţa învelişului celular al plantelor pot intra şi alte glucide, precum şi lipide, proteine, compuşi anorganici (SiO_2, carbonaţi şi ortofosfat de potasiu etc.). De exemplu, învelişul celular al scoarţei sau a canalelor la plante cu timpul sunt străbătute de compuşi lipidici. Prin urmare, conţinutul celulei moare şi, deci, îndeplineşte funcţiile de sprijin sau conducătoare. Celulele învelişului pot să se solidifice, adică spaţiile între fibrele de celuloză se umplu cu o substanţă organică specială – lignina, care dă învelişului tărie suplimentară.

La diferite grupuri de ciuperci adevărate în componenţa învelişului celular, în afară de celuloză, intră chitina – polizaharidă cu conţinut de azot, care îi dă tărie, glicogenul, pigmenţii întunecaţi (ai melaninei) şi alţi compuşi.

Funcţia de sprijin a învelişului celular constă în menţinerea formei celulei. Învelişul celular asigură contactele intercelulare între celulele plantelor.

Glicocalixul este un strat foarte subţire la suprafaţă, format din compuşi de proteină şi lipide cu glucide (des. 51). El nu este în stare să menţină forma celulei, însă asigură legătura nemijlocită a celulei cu mediul înconjurător. Din componenţa

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

glicocalixului fac parte moleculele receptore, capabile să identifice excitaţiile din mediul înconjurător. El participă la transportarea selectată a substanţelor în interiorul celulei şi în exterior (lasă să treacă sau nu moleculele în dependenţă de dimensiunile lor, sarcina etc.). În afară de aceasta, glicocalixul asigură legătura între celulele animalelor multicelulare.

Complexele submembranare ale celulelor sunt structuri variate de origine proteinică: microfilamente şi microtuburi, care formează citoscheletul – un schelet original al celulei. Mai amănunţit despre aceasta veţi afla din paragraful următor.

Termeni şi noţiuni-cheie:

aparatul exterior al celulei, modelul mozaic fluid al structurii membranelor celulare, transportarea pasivă şi activă, fagocitoza, pinocitoza, glicocalixul.

Verificați-vă cunoştinţele obținute

1. Din ce compuşi sunt create membranele biologice? 2. Ce prezintă modelul mozaic fluid de structură a membranelor biologice? 3. Care sunt funcţiile principale ale membranei plasmatice? 4. Cum se desfăşoară transportarea substanţelor prin membrana plasmatică? 5. Ce este comun şi deosebit între procesele de fagocitoză şi pinocitoză? 6. Datorită cărui fapt membrana plasmatică îşi îndeplineşte funcţiile de protecţie? 7. Ce intră în componenţa învelişului celular al plantelor şi ciupercilor? Care sunt funcţiile lor? 8. Ce înseamnă glicocalixul? Care sunt funcţiile lui?

Chibzuiți

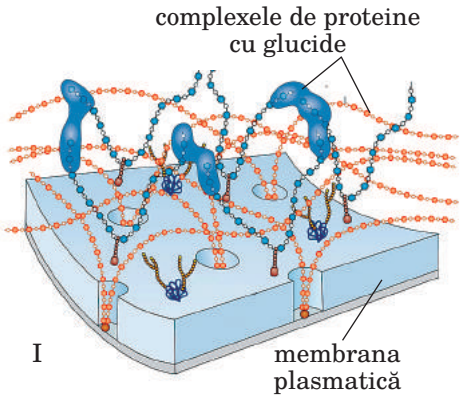
1. Ce însemnătate are mişcarea proteinelor în membranele biologice pentru a-şi îndeplini funcţiile? 2. Ce este comun şi deosebit în structura şi în funcţiile învelişului celular şi ale glicocalixului? 3. Alga claminomonada unicelulară şi reprezentantul animalelor unicelulare – euglena verde – au multe particularităţi comune şi procese de activitate vitală. Care anume particularităţi ale structurii învelişului celulelor lor servesc drept motiv de a considera că claminomonada este plantă, iar euglena verde – organism asemănător cu cel al animalelor?

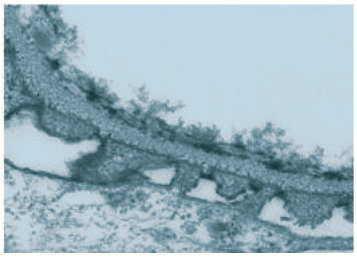
§11. STRUCTURA CELULEI EUCARIOTE: CITOPLASMA, RIBOZOMII, ORGANITELE MIŞCĂRII, CENTRUL CELULAR

Amintiţi-vă din cursul de chimie care soluţii sunt numite coloide. Ce înseamnă sol şi gel? Ce tipuri de ARN cunoaşteţi? Care organite ale mişcării sunt în eucariotele unicelulare? Cum se desfăşoară procesul de fagocitoză?

Citoplasma. Mediul intern al celulei, cu excepţia nucleului, este numită **citoplasmă** (din greacă *kitos* – celulă şi *plasma* – lipire, formare). Este format dintr-o soluţie coloidă neordinară şi substanţe organice şi anorganice în apă – ***citozolul.*** Conţinutul de apă poate avea o oscilaţie destul de mare, în celulele tinere fiind de 90 %. În citoplasmă sunt compuşi organici din diferite proteine, mono-, oligo- şi polizaharide, lipide, din diferite tipuri de ARN etc. Din cei anorganici – cationii metalelor (în deosebi, Ca^{2+}, K^{+}), anionii acizilor carbonat şi ortofosforic, anionii Cl^{-} etc.

Citozolul se poate afla în stare lichidă (sol) sau în stare de *gel*. De menţionat, că diferite segmente ale lui pot fi în




II

Des. 51. I. Schema structurii glicocalixului, stabilit deasupra membranei plasmatice.
II. Fotografia electronică microscopică a glicocalixului

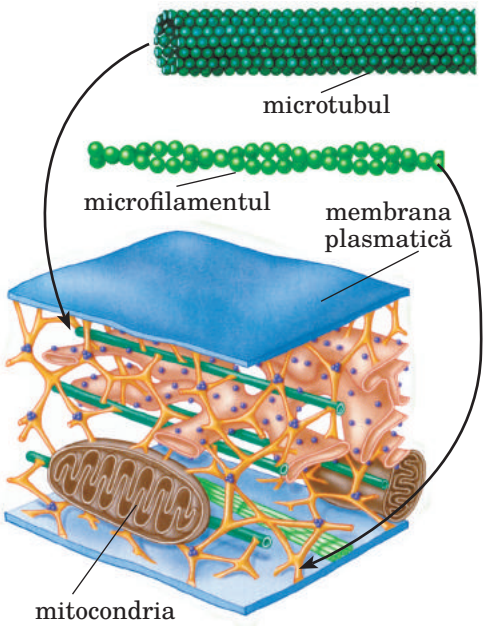
Pe scurt despre principalul

Toate celulele sunt limitate de membrana plasmatică, care asigură schimbul de substanţe din mediul înconjurător, iar în organismele multicelulare – interacţiunea celulelor între ele. Toate membranele diverse ale structurii celulelor sunt compuse, mai întâi de toate, din lipide şi proteine. Modelul din ultima vreme al membranelor biologice a fost numit mozaic fluid.

Membrana celulară îndeplineşte diverse funcţii: de protecţie, de asigurare a proceselor schimbului de substanţe, de semnalare, de transportare a substanţelor, de contact cu celulele vecine etc. Diverşi compuşi, necesari pentru activitatea vitală a celulelor, precum şi produsele schimbului de substanţe trec prin membrana plasmatică cu ajutorul mecanismelor de transportare pasivă şi activă.

Deasupra membranei plasmatice la plante şi la ciuperci este stabilit învelişul celular, la celulele animalelor – glicocalixul. De complexul de celule submembranare ţine citoscheletul, creat din structuri proteice.

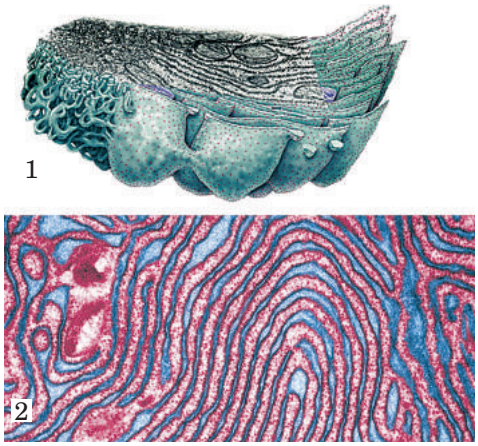
Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 52. Schema structurii citoscheletului

E interesant să ştim

În celulele multor organisme animaliere unicelulare (infuzorii, euglenele etc.) de complexul submembranic ține *pelicula.* Este o sferă densă din exterior a citoplasmei, în care se pot afla diferite structuri de sprijin (pungi plate, înconjurate de membrană în infuzorii, frize de proteine în euglenă etc.). Pelicula dă tărie învelişului celulei, asigurându-i stabilitate relativă formei acesteia.



Des. 53. Sistemul membranelor din interiorul membranelor celulelor eucariote: schema structurii (1); fotografia făcută cu ajutorul microscopului electronic (2)

acelaşi timp în diferite stări. Trecerea citozolului dintr-o stare în alta asigură mişcarea ameboidă a celulelor cu ajutorul unor prelungiri ale acestora, precum şi procesele de fago- şi pinocitoză. Starea fizică a citozolului influenţează asupra vitezei desfăşurării proceselor biochimice: cu cât e mai dens, cu atât mai lent au loc reacţiile biochimice.

Citozolul uneşte într-un singur sistem biologic funcţional toate celulele structurii şi asigură interacţiunea acestora. În citozol au loc transportarea diferitor compuşi, procesele schimbului de substanţe. Citozolul se află permanent în mişcare.

Citoplasma ca mediu celular intern al celulei se caracterizează prin structură şi proprietăţi relativ durabile. Spaţiul interior al celulei eucariote are o subordonare strictă.

Citoscheletul sau scheletul intern al celulei prezintă un sistem de formaţii proteice – microfilamente şi microtuburi (des. 52). El îndeplineşte funcţia de sprijin, precum şi uneşte toate componentele celulei: aparatul ei extern, citoplasmele de structură, nucleul. Elementele citoscheletului contribuie la fixarea organitelor într-o anumită poziţie şi la deplasarea lor în celulă.

Microfilamentele sunt structuri sub formă de fire subţiri, formate din proteine contractile, în mare parte din actină (*amintiţi-vă:* actina este o componentă a celulelor muşchilor) (des. 52). Ele străbat citoplasma şi pot participa la modificarea formei celulei. Mănunchiurile de microfilamente sunt fixate cu un capăt de o anumită structură (de exemplu, de membrana plasmatică), iar cu altul – de organite etc.

Microtuburile sunt structuri proteice în formă de cilindri deşerţi (des. 52). Ele participă la formarea fusului de diviziune a celulelor eucariote, intră în componenţa flagelilor şi ciliilor etc. Microtuburile asigură deplasarea organitelor şi macromoleculelor în celulă. Mănunchiurile de microtuburi cu un capăt se fixează de o structură sau moleculă, iar cu celălalt – de alta.

Membranele din interiorul celulelor. Toate celulele sunt formate de sistemul *de membrane biologice (biomembrane),* care joacă un rol important în asigurarea funcţionării lor normale. Mediul intern al moleculei este divizat de membranele din interiorul celulei în segmente funcţionale aparte (des. 53).

Un astfel de sistem de membrane este necesar pentru plasarea substanţelor (fermenţilor, pigmenţilor etc.), precum şi pentru împărţirea proceselor incompatibile în spaţiu a schimbului de substanţe şi de transformare a energiei, protecţia anumitor segmente ale celulei de acţiunile fermenţilor digestivi etc. În membranele biologice au loc procese, legate de primirea informaţiei, parvenită din mediul înconjurător, formarea şi transmiterea excitabilităţii, transformarea energiei, protecţia de pătrundere a microorganismelor patogene şi de alte manifestări ale activităţii vitale a celulelor, organelor şi organismului în ansamblu. Membranele intracelulare (una, două sau mai multe) sunt înconjurate de organite.

Organitele (din greacă *organon* – organ, instrument) sunt structuri celulare stabile. Fiecare din organite asigură procese respective de activitate vitală a celulei (nutriţia, mişcarea, sinteza anumitor compuşi, păstrarea şi transmiterea informaţiei ereditare etc.).

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

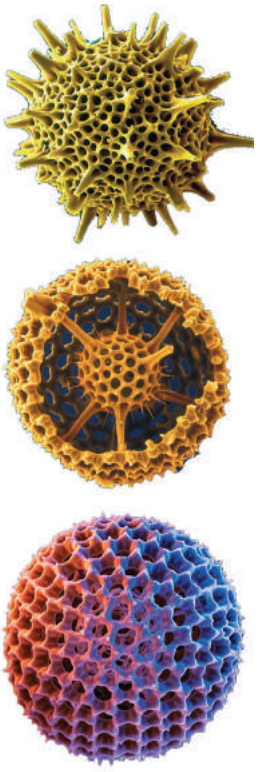
E interesant să ştim

Unele animale unicelulare au structuri intracelulare deosebite, care îndeplinesc funcţia de sprijin. Ca şi incluziunile, acestea au structuri de anumite forme aflate în celuloză şi nu sunt separate de ea prin membrane. De exemplu, animalele maritime unicelulare au un schelet extern himeric (în formă de sfere găurite, puse una în alta, coroane etc.), care sunt compuse din SiO_2 sau din $SrSO_4$ (des. 54).

Spre deosebire de organite, celulele ***incluziunii*** sunt structuri instabile. Ele pot să dispară şi să apară în procesul de activitate vitală a celulei. Incluziunile sunt compuşi de rezervă sau produse finite ale schimbului de substanţe.

Care sunt structura şi funcţiile ribozomilor? Organitele obligatorii ale oricăror celule sunt **ribozomii** (de la acidul ribonucleic şi din greacă *soma* – corp). Sunt organite fără membrană, care participă la biosinteza proteinelor în celule. Ribozomii au forma unor corpuri sferice, compuse din două părţi diferite ca dimensiune – subunităţi: mare şi mică (des. 55). Fiecare subunitate conţine ARN-r şi molecule de proteine, care interacţionează între ele. Subunităţile de ribozomi se pot separa după sinteza moleculei proteice şi uni din nou înainte de începerea acestui proces.

Componentele de structură ale ribozomilor se formează în nucleu cu participarea nucleolilor: pe molecula de ADN se sintetizează ARN-r, care se asociază cu ribozomii proteinelor, care se află aici din citoplasme. După aceasta subunităţile de ribozomi formate ies în afara nucleului, în citoplasmă. Ribozomii sunt şi în asemenea organite ca mitocondrii şi plastidele. Însă, dimensiunile lor sunt mai mici, decât la cei din citoplasma celulei.



Des. 54. Scheletul mineral intracelular al radiolarilor

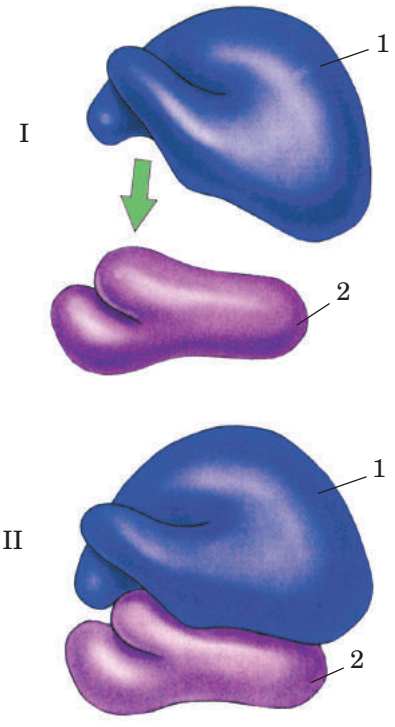
E interesant să ştim

Numărul ribozomilor în celulă depinde de intensitatea proceselor de biosinteză a proteinelor. De exemplu, la animalele vertebrate cel mai mare număr de ribozomi se află în celulele ficatului, în măduva oaselor, unde aceste procese se desfăşoară foarte activ.

Ce organite ale mişcării se află în celulele eucariotelor? În celulele multor organisme unicelulare şi multicelulare se află organitele mişcării. Acestea sunt pseudopodele, flagelii şi cilii.

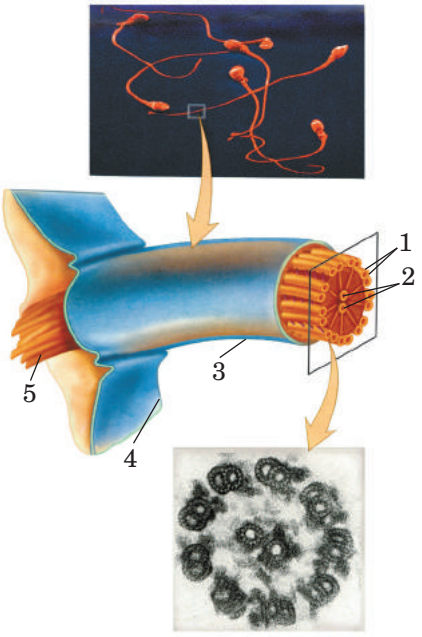
Pseudopodele (din greacă *psevdos* – pseudo şi *podos* – picior) sunt formaţii nepermanente ale citoplasmei. Ele apar datorită mişcării citoplasmei: acolo, unde ea se mişcă în exterior, se formează o creştere a celulei, înconjurată de membrana plasmatică (des. 56). După cum ştiţi, pseudopodele nu numai că asigură deplasarea celulei, dar şi captivarea particulelor solide – procesele fagocitozei (de exemplu, macrofagii cu ajutorul pseudopodelor distrug microorganismele patogene).

Flagelii şi **cilii** se întâlnesc în unele organisme unicelulare (clamidomonada, euglena, infuzorii), precum şi în unele tipuri de celule ale organismelor multicelulare (epiteliile căilor respiratorii ale mamiferelor, spermatozoizii animalelor, plantelor superioare cu spori etc.). Flagelii şi cilii se aseamănă cu formaţii subţiri ale citoplasmei (cu diametrul aproximativ de 0,25 mkm), acoperite cu membrană plasmatică. În interiorul

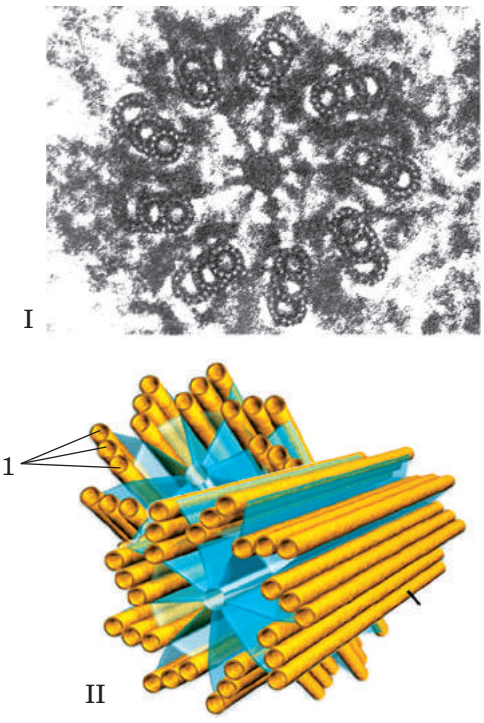


Des. 55. Structura ribozomilor. I. Separarea subdiviziunilor mare (1) şi mică (2). II. Subdiviziunile mare (1) şi mică (2) în componenţa ribozomilor

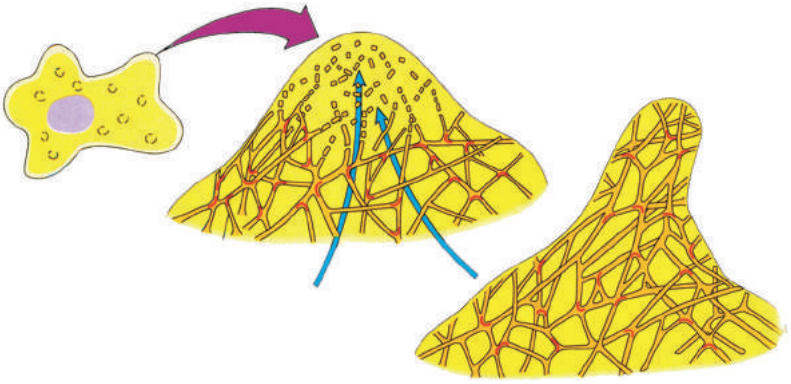
Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 57. Secvența părții libere a flagelului: 1 – grupul din două microtuburi, situat la periferia flagelului; 2 – perechea de microtuburi centrali; 3 – membrana, care înconjoară partea liberă a flagelului; 4 – membrana plasmatică, care înconjoară celula; 5 – corpul bazal



Des. 58. Structura centrului celulei: I. Fotografie făcută cu ajutorul microscopului electronic. II. Schema structurii centriolului: 1 – grupul de microtuburi a câte trei în fiecare



Des. 56. Schema creării pseudopodelor (cu săgeata este indicată direcția mișcării citoplasmei). Atrageți atenția: în timpul formării pseudopodelor se mărește numărul microtuburilor

acestor organite este un sistem complicat din microtuburi (des. 57).

Mişcarea flagelilor şi ciliilor se produce pe contul eliberării energiei ATP, în acest caz perechile vecine de microtuburi parcă patinează una faţă de alta. Funcţionarea ciliilor se aseamănă cu vâslirea şi, de obicei, este coordonată (de exemplu, de infuzorii). Pentru cilii este caracteristică mişcarea asemănătoare cu cea a elicei sau a undelor. Funcţia flagelilor şi a ciliilor nu numai că asigură deplasarea celulei, dar şi pătrunderea particulelor de hrană pe suprafaţa celulei împreună cu fluxul de apă, pe care ele îl creează (de exemplu, mişcarea ciliilor celulelor digestive ale hidrei). Flagelii şi cilii pot, de asemenea, să îndeplinească funcţiile de excitabilitate (de exemplu, la viermii laţi) şi de protecţie (ciliile epitelii cavităţii nazale).

Centrul celular (centrozomul) este un organit compusă din doi centrioli, stabilită în segmentul luminos al citoplasmei (des. 58). Centriolii au o formă cilindrică, compusă din nouă complexe de microtuburi, câte trei în fiecare. În perioada divizării în două a celulei, centriolii sunt legaţi de suprafaţa externă a învelişului nucleului. Ei se întâlnesc în celulele multor animale multicelulare, însă lipsesc în celulele plantelor superioare, în unele ciuperci, alge şi animale unicelulare.

Funcţia lor constă în aceea că structurile respective participă la divizarea celulelor.

Centrul celular participă la formarea microtuburilor citoplasmei, flagelilor şi ciliilor.

Termeni şi noțiuni-cheie:

citozolul, ribozomii, pseudopodele, flagelii, cilii, centriolii.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Ce prezintă citoplasma? 2. Care este structura şi funcțiile citoplasmei? 3. Care este structura ribozomilor? Care sunt funcțiile lor? 4. Unde şi cum se formează ribozomii? 5. Ce sunt pseudopodele? Ce funcții îndeplinesc ele? 6. Ce este comun şi deosebit în funcționarea flagelilor şi ciliilor? Care sunt funcțiile lor? 7. Ce înseamnă centrul celular? Care sunt funcțiile lui?

Chibzuiți

Care celule ale organismului omului au pseudopode, flageli sau cilii? Care sunt funcțiile lor?

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

§12. STRUCTURA CELULEI EUCARIOTE: RETICULUL ENDOPLASMATIC, COMPLEXUL GOLGI, LIZOZOMII, VACUOLELE

Amintiţi-vă de structura şi funcţiile ribozomilor. Care organite ale celulelor eucariotelor sunt înconjurate cu o singură membrană? Ce vacuole se întâlnesc în celulele organismelor unicelulare ale plantelor şi animalelor de apă dulce? Ce înseamnă pinocitoza şi fagocitoza?

Ştiţi deja că conţinutul intern al celulelor eucariote este subordonat sistemului de membrane.

Care sunt structura şi funcţiile reticulului endoplasmatic? **Reticulul endoplasmatic** (des. 59) constituie un sistem de cavităţi în formă de mici canale cu ramificaţiile lor (aşa-numitele cisterne). Ele sunt separate de membrana celulară şi comunică între ele. Există două tipuri de reticule endoplasmatice: granular şi neted. ***Reticulul endoplasmatic granular*** se numeşte aşa deoarece pe membrana lui se află ribozomii. Membranele reticulului endoplasmatic granular pot contacta cu membrana plasmatică.

Pe ***membrana netedă a reticulului endoplasmatic*** nu sunt ribozomi. Tipurile reticulului endoplasmatic – granular şi neted – au legături spaţiale şi funcţionale: membranele lor pot trece nemijlocit una în alta.

Una din funcţiile principale ale reticulului endoplasmatic granulat constă în asigurarea biosintezei proteinelor. Aceste procese au loc pe membranele lui cu participarea ribozomului (mai amănunţit despre mecanismul sintezei proteinelor veţi afla din § 22). Proteinele sintetizate se pot acumula în cavităţile goale ale reticulului endoplasmatic granulat şi sunt distribuite în mai multe sectoare ale celulei sau sunt scoase de ea în exterior (des. 60). În afară de aceasta, reticulul endoplasmatic granulat participă la sinteza componentelor membranelor celulare, în deosebi a membranei externe a învelişului nucleului în perioada divizării în două a celulei.

Pe membrana reticulului endoplasmatic neted sunt sintetizare lipidele, glucidele, unii hormoni, care pot fi acumulaţi în cavităţile ei. În cavităţile reticulului endoplasmatic neted (de exemplu, în celulele ficatului) sunt acumulaţi şi se neutralizează compuşii toxici pentru organism, care cu timpul sunt eliminaţi din celulă.

Pe scurt despre principalul

Conținutul intern al celulei, cu excepția nucleului, este numit citoplasmă. Baza ei este formată de soluții coloidale neomogene transparente şi de substanțe anorganice – citozol. Ca mediu intern al celulei, el uneşte într-un singur sistem biologic funcțional toate structurile celulei şi asigură interacțiunea lor.

Elementele citoscheletului contribuie la fixarea într-o anumită poziție a organitelor şi deplasarea lor în celulă.

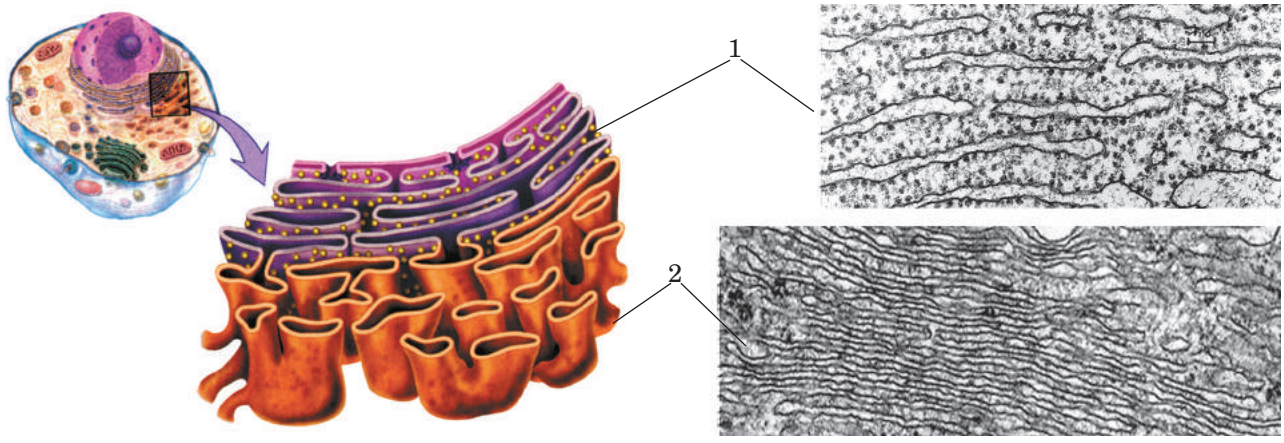
Mediul intern al celulei este împărțit de membranele intercelulare în anumite sectoare funcționale.

Organitele fără membrană ale celulelor – ribozomii – participă la biosinteza proteinelor din celulă. Ei sunt compuşi din subdiviziunile mare şi mică. Fiecare subdiviziune conține ARN-r şi molecule proteinice, care interacționează între ele.

De organitele mişcării celulei țin pseudopodele (pseudo picioruşe), flagelii şi cilii.

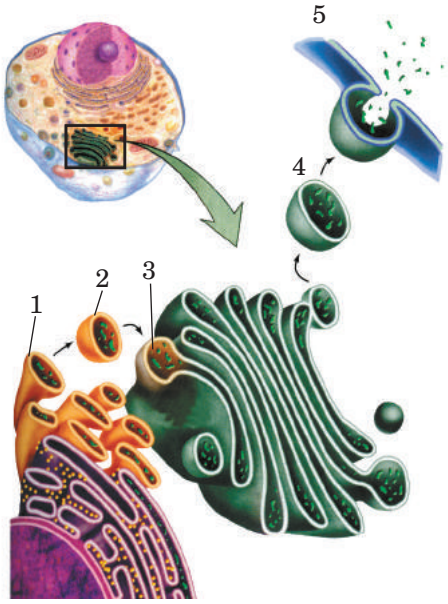
Centrul celular este un organit, compus din două centriole, stabilite de obicei în apropiere de nucleu.

Centriolii participă la divizarea axată a celulelor.

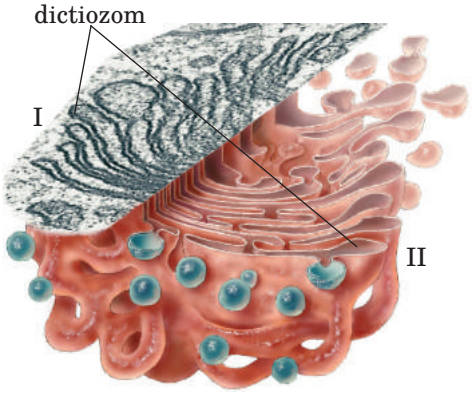


Des. 59. Reticulul endoplasmatic: 1 – granulat; 2 – neted

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 60. Proteinele se formează pe membranele reticulului endoplasmatic, iar apoi în interiorul vezicilor, înconjurate cu membrană (1), se detaşează (2) şi se îndreaptă spre complexul Golgi (3). Mai departe vezicile, înconjurate de membrană (4) se detaşează de complexul Golgi şi se îndreaptă spre membrana plasmatică (5)



Des. 61. Complexul Golgi. I. Fotografie făcută cu ajutorul microscopului electronic. II. Schema structurii

Memorizăm: una din principalele funcţii ale complexului Golgi – acumularea şi schimbarea substanţelor şi plasarea lor în vezicile din membrană.

Reticulul endoplasmatic spaţial şi funcţional este legat de complexul Golgi (des. 60).

Complexul Golgi este un organit obligator al celulei eucariote. Unitatea de structură principală a lui este ***dictiozomul***, un sistem de pungi-cisterne, înconjuraţi de membrană. Alături se află vezici canalicule (des. 61). Către unul din polurile fiecărei cisterne în permanenţă se apropie vezicile, care se desprind de reticulul endoplasmatic, conţinând substanţe ce s-au format acolo. Contopindu-se cu pungile-cisterne ale complexului Golgi, vezicile le transmit acestora conţinutul lor. De la celălalt pol al pungilor-cisterne se detaşează vezici cu diferite substanţe (des. 60, 4).

Funcţiile complexului Golgi sunt diverse. În primul rând, în acest organit se acumulează şi se modifică într-o anumită măsură unii compuşi (de exemplu, proteinele, care se pot aso-cia cu glucidele şi lipidele). Substanţele, care ajung în cisternele complexului Golgi sunt sortate după componenţa chimică şi menirea lor. Moleculele sortate trec de la o cisternă la alta şi sub formă de vezici, înconjurate cu membrană, se detaşează de acest organit. Vezicile detaşate sunt transportate cu ajutorul microtuburilor şi pot da conţinutul lor altor organite. Sau se contopesc cu membrana plasmatică, eliminând conţinutul lor din celulă (vezi des. 60).

Complexul Golgi participă la formarea unor organite ale celulei eucariote, în deosebi a lizozomilor. În formă de vezici, înconjurate de membrană, lizozomii se separă de aceste organite. Iar fermenţii, care intră în componenţa lizozomilor, se sintetizează pe membranele reticulului endoplasmatic granulat.

Lizozomii (din greacă *lysis* – dizolvare) sunt organite care prezintă vezici microscopice, înconjurate de membrană. Ele conţin diferiţi fermenţi, capabili să descompună diferiţi compuşi (proteine, glucide, lipide etc.). În celulă pot fi diferite tipuri de lizozomi, care se deosebesc prin particularităţile structurii şi funcţiilor.

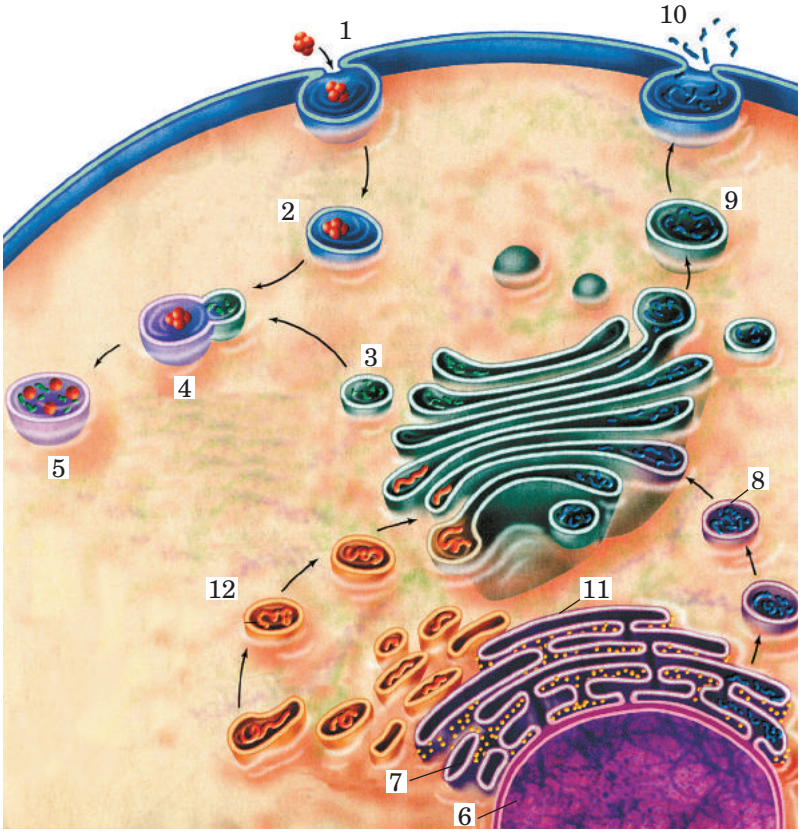
Unii lizozomi, contopindu-se cu pinocitozele sau cu vezicile fagocitozei, participă la formarea ***vacuolelor digestive***. În acest caz se activizează fermenţii şi conţinutul vacuolelor este supus procesului de digestie. Astfel, lizozomii asigură procesele intracelulare de digestie.

Lizozomii de alt tip participă la digestia unor componenţi aparte ai celulei (des. 63), celulelor întregi sau a grupelor lor. Lizozomii pot îndeplini şi funcţii de protecţie – să supună proceselor de digestie microorganismele patogene.

Vacuolele (din latină *vaccus* – vid) sunt organite ale celulelor care reprezintă cavităţi, pline de lichid şi delimitate de membrană. Există câteva tipuri de vacuole. Despre crearea ***vacuolelor digestive***, în care au loc procesele de digestie a substanţelor nutritive şi a microorganismelor din celulă, aţi aflat anterior (vezi des. 62. 4. 5).

Vacuolele celulelor vegetale se formează din vezici care se detaşează de la reticulul endoplasmatic. Apoi vacuolele mici se contopesc în unele mari şi pot să ocupe aproape întregul volum al citoplasmei (des. 64. 1). Aceste vacuole sunt pline de ***suc celular*** – soluţie apoasă de substanţe organice şi anorganice. Funcţiile vacuolelor celulelor plantelor sunt variate: ele menţin turgorul – tensiunea în

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 62. Legăturile de spaţiu între reticulul endoplasmatic, complexul Golgi şi membrana plasmatică:
1 – procesul fagocitozei (particulele de hrană sunt înconjurate de membrana plasmatică);
2 – particulele de hrană, înconjurate de membrană, ajung în citoplasmă;
3 – de la complexul Golgi se separă lizozomul;
4 – lizozomul se contopeşte cu vezica care conţine particule de hrană;
5 – se creează vacuola digestivă;
6 – nucleul celulei;
7 – reticulul endoplasmatic granulat;
8 – vezica de transportare care conţine proteine;
9 – vezica excretoare se apropie de membrană;
10 – conţinutul vezicii excretoare este eliminat din celulă;
11 – reticulul endoplasmatic granulat;
12 – vezicula cu lipide se îndreaptă spre complexul Golgi

celulă, asigurând păstrarea configuraţiei celulare, în ele sunt acumulate substanţele nutritive de rezervă, produsele finite ale schimbului de substanţe şi pigmenţii. Pigmenţii roşi, albaştri, galbeni etc., care se dizolvă în sucul celular, condiţionează culoarea unor anumite tipuri de celule ale plantelor (culoarea roşie a vişinelor, ridichilor, petalelor etc.). Datorită semipermeabilităţii prin membrana vacuolei are loc transportarea substanţelor cu citosol în cavitatea lor şi invers.

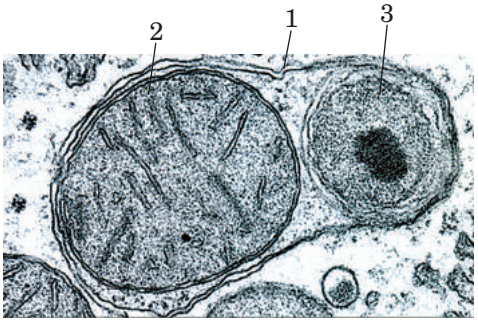
În celulele animalelor unicelulare de apă dulce şi algelor există ***vacuole contractile*** – vezici acoperite cu membrană, capabile să-şi schimbe volumul şi să elimine în exterior conţinutul lor. Aceasta se explică prin faptul că în apa dulce concentraţia de săruri este cu mult mai mică, decât în citoplasmă. De aceea, potrivit legilor fizicii, apa din mediul ambiant ajunge la celulă, mărind tensiunea din interiorul ei. Pereţii vacuolei se comprimă datorită proteinelor contractile, care intră în componenţa ei. Astfel, celulele contractile reglează tensiunea intracelulară, eliminând resturile de apă din celulă şi evitând ruinarea ei.

E interesant să ştim

Cea mai complicată structură a vacuolelor contractile este cea a infuzoriilor (de exemplu, a infuzorului parameci). Ele sunt compuse din rezervor contractil, care se deschide în exterior prin pori. Spre ea duc canale lungi şi subţiri prin care pătrund soluţii apoase din citoplasmă. Mai întâi se contractează pereţii canalelor, împingând soluţiile spre rezervor. Peste un timp oarecare se contractează însuşi rezervorul.

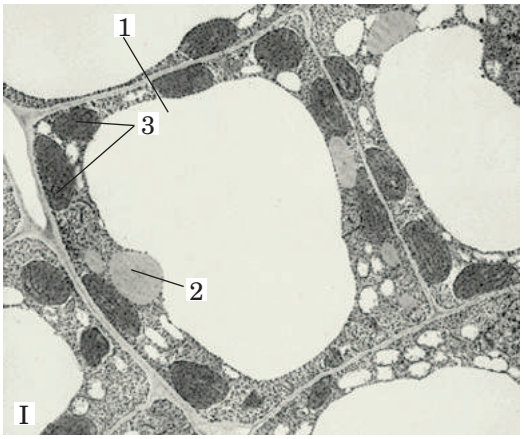
E interesant să ştim

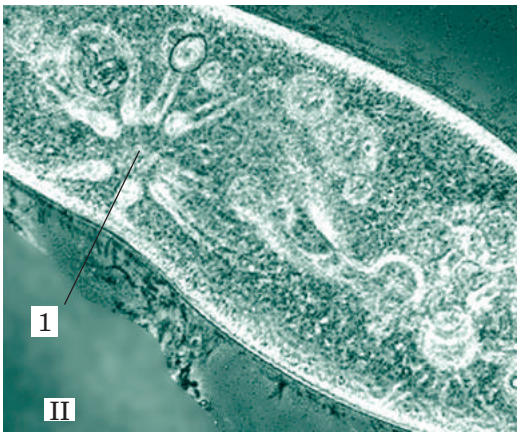
Lizozomii pot participa şi la procesul digestiv extracelular. De exemplu, la ciupercile Neurospora ei sunt aproape de membrana plasmatică şi scot în exterior conţinutul lor – fermenţii.



Des. 63. Lizozomul (1) în care mitocondria (2) şi peroxizomul (3) sunt supuse procesului digestiv, termenul de viaţă al cărora a expirat

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua





Des. 64. 1. Vacuola în celula vegetală:
1 – vacuola cu sucul celular; 2 – nucleul; 3 – cloroplastele.
II. Structura vacuolei contractile în celula infuzorului parameci (1)

Peroxisomele (din greacă *pery* – din jur, latină – *oxi* – Oxigen și greacă *soma* – corp), sau *microcorp* (des. 65), sunt organite în formă sferică, înconjurate cu o singură membrană. Ele conțin diferiți fermenți, în special acei care asigură transformarea grăsimilor în glucide. În afară de aceasta, peroxisomele conțin fermenți, capabili să descompună peroxidul H_2O_2 în oxigen și apă. Deoarece peroxidul de hidrogen este un compus toxic pentru celulă, acest proces are o funcție de protecție.

Pe scurt despre principalul

Reticulul endoplasmatic constituie un sistem de cavități în formă de mici canale şi ramificațiile lor. Reticulul endoplasmatic este de două tipuri – granulat şi neted. Funcția reticulului endoplasmatic constă în participarea la biosinteza proteinelor. Pe membranele reticulului endoplasmatic neted sunt sintetizate lipidele, glucidele, unii hormoni.

Complexul Golgi include o serie de pungi-cisterne, înconjurate de membrane – dictiosoma, alături se află vezici canalicule. Funcțiile complexului Golgi sunt acumularea şi schimbul substanțelor, depozitate în membrană, transportarea vezicilor prin celulă sau eliminarea lor în exterior. Complexul Golgi participă la formarea lizozomilor, vacuolelor contractile etc.

Lizozomii sunt vezici microscopice, înconjurate de membrană, conțin diferiți fermenți, capabili să descompună diferiți compuşi, asigurând procesele de digestie intercelulară.

Termeni şi noțiuni-cheie:

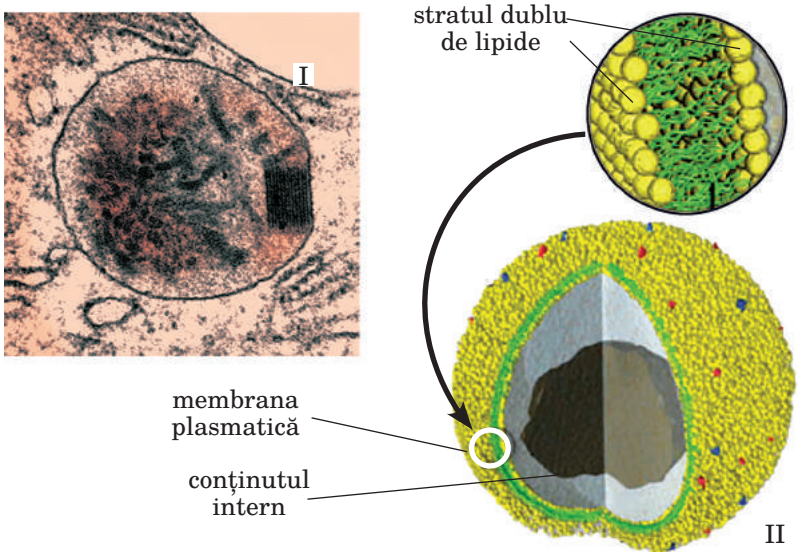
reticulul endoplasmatic, complexul Golgi, lizozomii, vacuolele, peroxisomele.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Ce este comun şi deosebit în structura şi funcțiile reticulului endoplasmatic granulat şi neted? 2. Care sunt particularitățile structurii şi funcțiile complexului Golgi? 3. Care sunt funcțiile lizozomilor în celulă? 4. Ce tipuri de vacuole cunoaşteți? 5. Ce prezintă peroxisomele? Care este rolul lor în celulă?

Chibzuiți

În ce constă legătura spațială şi funcțională între anumite celule ale organitelor cu o singură membrană?



Des. 65. Peroxisoma: I. Fotografie făcută cu ajutorul microscopului electronic. II. Schema structurii

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

§13. STRUCTURA CELULEI EUCARIOTE: MITOCONDRII ŞI PLASTIDELE

Amintiți-vă funcțiile cloroplastelor. Ce tipuri de plastide cunoașteți? Care organisme sunt numite anaerobe? Care sunt particularitățile cloroplastelor la diferite alge? Prin ce se explică ele? Ce înseamnă ATP?

Mitocondrii și plastidele sunt organite ale celulelor eucariotelor, aparatului extern, care, de obicei, este compus din două membrane, separate prin spațiul intermembranar. Cu alte organite ale celulelor mitocondrii și plastidele nu sunt legate spațial. Funcțiile lor comune sunt participarea la schimburile energetice în celulă.

Mitocondrii (din greacă *mitos* – fragment și *chondrion* – granulă) sunt generatori deosebiți de energie în celulă. Ei se aseamănă cu corpuri sferice, bastonașe, filamente (des. 66). Numărul acestor organite în celulă variază de la 1 până la 100 000 și mai mult, aceasta depinde de faptul cât de activ se desfășoară în celule procesele schimbului de substanțe și de transformare a energiei.

Membrana externă a mitocondriilor este netedă, ea separă acest organit de citosol. Membrana internă formează în centrul organitelor ***creste*** (des. 66). Crestele au formă de disc, de tuburi sau formațiuni plastice, care deseori se nivelează. Pe membrana internă, împăturită în interiorul mitocondriei, se află formațiuni proteice fungiforme – *ATP-zomi* (des. 67). Ei conțin un complex de fermenți, necesari pentru sinteza ATP.

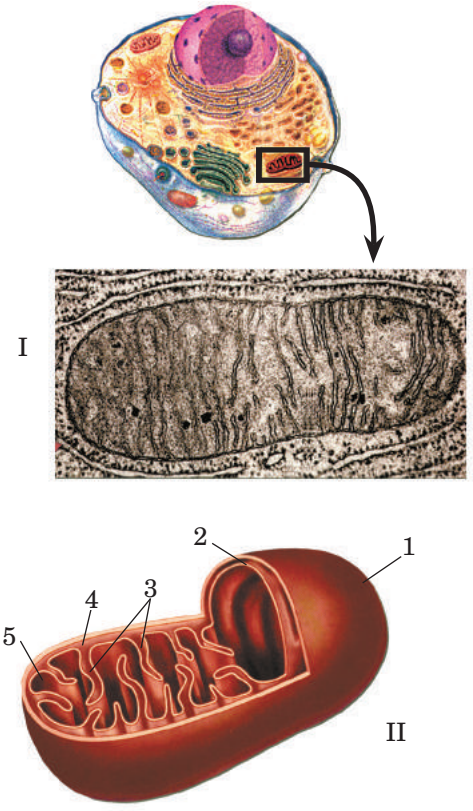
Spațiul intern al mitocondriilor este plin cu lichid semifluid – *matrice.* El conține ribozomi, molecule de ADN, ARN-m, ARN-t etc. În matrice sunt sintetizate proteinele, care intră în componența membranei interne a mitocondriilor.

Funcția principală a mitocondriilor constă în sintetizarea ATP. Acest proces decurge cu ajutorul energiei eliberate în timpul oxidării compușilor organici.

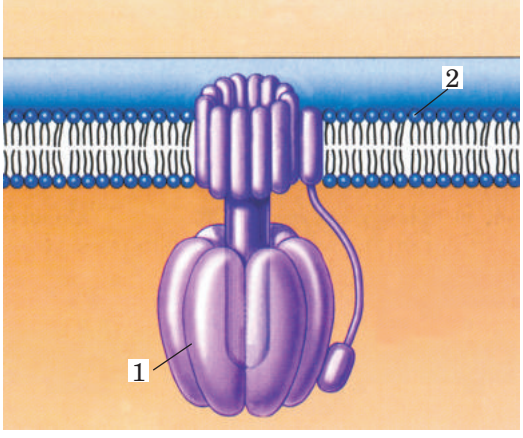
Plastidele (din greacă *plastides* – modelat, format) sunt organite ale celulelor vegetale și a unor animale unicelulare (de exemplu, euglene verzi). Sunt cunoscute trei tipuri de plastide – cloroplaste, cromoplaste, leucoplaste, care se deosebesc după culoare, particularități ale structurii și funcții.

Cloroplastele (din greacă *chloros* – verde) sunt plastide de culoare verde datorită prezenței clorofilei (des. 68). Din cursul de biologie din clasa a 6-a știți că în ele au loc procesele de fotosinteză. Cloroplastele pot fi de diferite forme (des. 69).

Ca și la mitocondrii, membrana externă a cloroplastelor este netedă, iar cea internă formează excrescențe, orientate spre mijlocul organitelor. Substanța care completează spațiul intern al cloroplastelor se numește ***stromă*** (des. 68). De membrana internă sunt legate structurile numite ***tilacoide*** (des. 68). Ele au forma cisternei și sunt înconjurate de membrană. Tilacoidele mici sunt adunate în grane, care se aseamănă cu monede. În tilacoide se află pigmenții principali (clorofile) și suplimentari (carotinoide), precum și toți fermenții, necesari pentru fotosinteză. În stroma cloroplastelor sunt molecule de ADN, diferite tipuri de ARN, ribozomi, granule de polizaharidă de rezervă (mai ales amidon).



Des. 66. Structura mitocondriei:
I. Fotografie făcută cu ajutorul microscopului electronic.
II. Schema structurii:
1 – membrana externă;
2 – membrana internă; 3 – crestele;
4 – cavitatea intermembranară;
5 – matrice



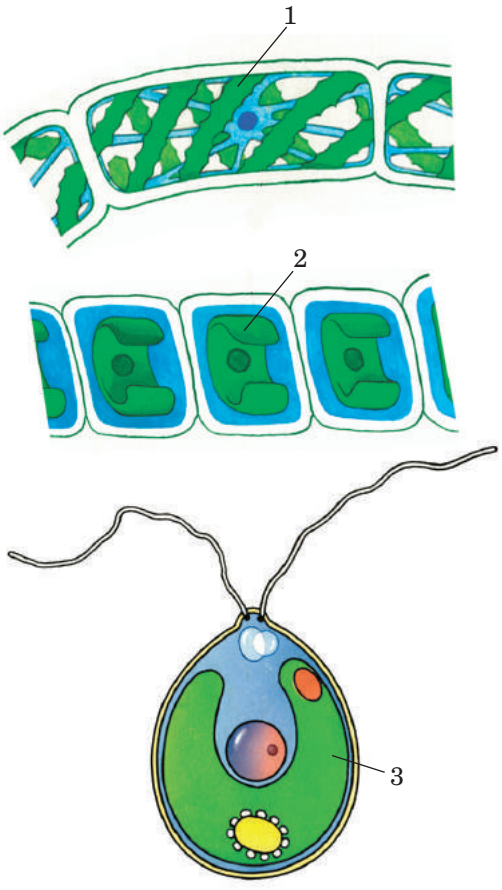
Des. 67. Schema structurii ARP-zomi – structură din componența căreia fac parte fermenții, care asigură sinteza moleculelor de ATP: 1 – ATP-zomi; 2 – membrana internă a mitocondriei

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

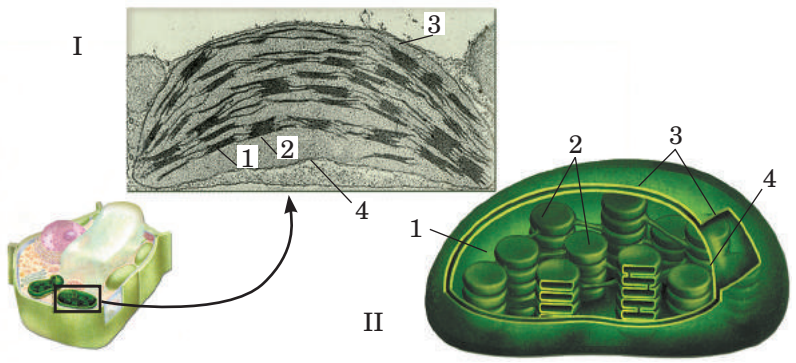
În celulele anumitor grupuri de algii (roşii, brune etc.) culoarea cloroplastelor poate să nu fie verde. Aceasta se explică prin faptul că ele, în afară de clorofilă, conţin şi alţi pigmenţi – roşii, galbeni, bruni etc.

În cloroplaste, ca şi în mitocondrii, sunt sintetizate moleculele de ATP. De membranele tilacoidelor sunt legate formaţiile de proteine fungiforme ATP-zomi.

În celulele algelor cloroplastele pot avea forme de ceaşcă, brâu nelegat, spirale etc. (des. 69).



Des. 69. Diferite forme de cloroplaste în celulele algelor verzi: 1 – în formă de spirală în celulele mătăsii broaştei; 2 – în formă de brâu nelegat în celulele ulothrix-ului; 3 – în formă de ceaşcă în celulele clamidomonadei



Des. 68. Structura internă a cloroplastului: I. Fotografie făcută cu ajutorul microscopului electronic. II. Schema structurii: 1 – stroma, 2 – granele tilacoidelor; 3 – membrana externă; 4 – membrana internă

Leucoplastele (din greacă *leucos* – fără culoare, incolor) sunt plastide incolore de diferite forme în care sunt depozitaţi unii compuşi (amidon, proteine etc.). În stroma leucoplastelor sunt fermenţi, care asigură sinteza şi descompunerea substanţelor de rezervă. Leucoplastele pot fi umplute complet cu granule de amidon.

Cromoplastele (din greacă *chromatos* – culoare, vopsea) sunt plastide de diferite culori (galbenă, roşie, violetă). Le dau culoare pigmenţii (în mare parte carotinoidele) care se acumulează în ele. Deoarece clorofila lipseşte, cromoplastele nu au culoare verde. Cromoplastele dau o anumită nuanţă culorilor petalelor florilor, fructelor, frunzelor etc. Sistemul intern al membranelor la cromoplaste lipseşte sau este creat din tilacoide aparte.

Plastidele de un anumit tip sunt capabile să se transforme în plastide de alt tip. Astfel, leucoplastele se pot transforma în cloroplaste şi cromoplaste. În timpul îmbătrânirii frunzelor, tulpinilor, coacerii fructelor în cloroplaste se descompune clorofila, se simplifică structura sistemului membranar intern şi el se transformă în cromoplaste. Cromoplastele constituie etapa finală a dezvoltării plastidelor. În plastide de alte tipuri ele nu se transformă.

În ce constă autonomia mitocondriilor, cloroplastelor în celulă? Cloroplastele şi mitocondrii, spre deosebire de alte organite, se caracterizează într-o anumită măsură prin funcţionare independentă de alte structuri ale celulei. Aceste organite conţin informaţia ereditară proprie – molecula de ADN circular, sunt capabile să sintetizeze propriile proteine. Ele nu apar din alte structuri membranare ale celulei şi se înmulţesc prin diviziune.

Termeni şi noţiuni-cheie:

stromă (matrice), creste, lamele, tilacoide.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Verificați-vă cunoștințele obținute

1. Care este structura aparatului extern al mitocondriilor şi plastidelor? 2. În ce mod structura mitocondriilor este legată de funcțiile lor? 3. Ce tipuri de plastide cunoaşteți? 4. Care este structura cloroplastelor? 5. Ce funcții îndeplinesc cloroplastele în celulă? 6. Care sunt structura şi funcțiile leucoplastelor şi cromoplastelor? 7. Care transformări reciproce sunt posibile între plastidele de diferite tipuri? 8. De ce funcționarea mitocondriilor şi cloroplastelor în celulă este relativ independentă de alte structuri ale ei?

Chibzuiți

Exprimați-vă presupunerea ce demonstrează particularitățile structurii şi particularitățile mitocondriilor şi cloroplastelor.

§14. NUCLEUL: STRUCTURA ŞI FUNCȚIILE

Amintiți-vă de funcțiile nucleului celulei. Ce sunt cromozomii? Ce este gena? Care sunt structura şi funcțiile acizilor nucleici? Cu ce se ocupă sistematica ca ştiință? Care proteine sunt numite globulare, dar care – fibrilare? Care plante sunt numite monogame şi care dioice? Care sunt structura şi funcțiile ribozomilor?

Nucleul este un component obligatoriu al oricărei celule eucariote. În el se păstrează informația ereditară. Nucleul reglează procesele de activitate vitală a celulelor. Numai unele tipuri de celule eucariote sunt lipsite de nucleu. Acestea sunt eritrocitele la majoritatea mamiferelor, sistemul tubular al plantelor superioare. În asemenea celule nucleul se formează în etapele inițiale de dezvoltare, iar apoi se ruinează. Pierderea nucleului este însoțită de incapacitatea celulelor de a se înmulți.

În multe celule există un singur nucleu, însă sunt şi celule care conțin câteva sau mai multe nuclee (infuzorii, foraminifere, unele alge, ciupercile, fibrele musculare striate etc.).

Nucleul este compus din înveliş şi mediul intern (matrice) (des. 70). ***Învelişul nucleului*** este format din două membrane: internă şi externă. Spațiul îngust dintre ele este umplut cu soluție. În unele locuri membrana externă comunică cu cea internă prin intermediul unor orificii speciale – ***pori nucleari.*** (des. 70. II). Gaura porilor este umplută cu structuri proteice. În deosebi, în componența acestui complex intră proteina – receptoare, capabilă să reacționeze la substanțele care intră prin pori.

Învelişul nucleului asigură reglarea transportului de substanțe, care trec prin el. Din citoplasmă în interiorul nucleului pătrund proteinele sintetizate în ea. În schimb, din nucleu spre citoplasmă sunt transportate diferite tipuri de molecule ARN. Proteinele porilor nucleari asigură identificarea, sortarea şi transportarea diferitor compuşi.

Învelişul nucleului contactează funcțional cu membranele reticulului citoplasmatic (des. 71). Pe suprafața externă a membranei nucleare poate fi o cantitate mare de ribozomi.

Mediul intern al nucleului – matricea nucleară – este compusă din suc nuclear, nucleol şi filamente de cromatină

Pe scurt despre principalul

Membrana externă a mitocondriilor este netedă, iar cea internă formează creste. Funcția principală a mitocondriilor este sintetizarea ATP.

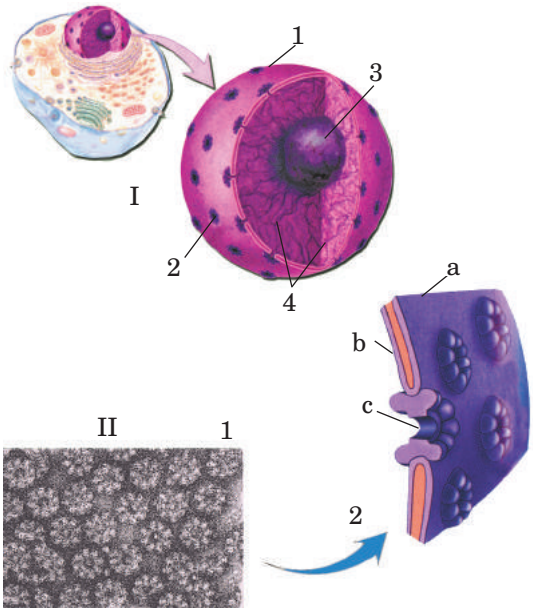
Plastidele sunt organite ale celulelor plantelor şi unor animale unicelulare.

Cloroplastele sunt plastide, de obicei, de culoare verde, care este determinată de pigmentul clorofilei. În ele are loc procesul de fotosinteză.

Leucoplastele sunt plastide incolore de diverse forme, în care se acumulează unii compuşi.

Cromoplastele sunt plastidele care dau anumite nuanțe de culori la flori, fructe, frunze etc.

Cloroplastele, ca şi mitocondrii, spre deosebire de alte organite, se caracterizează printr-un anumit grad de autonomie în celulă.

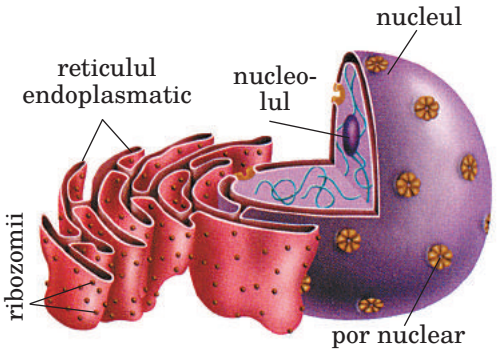


Des. 70. I. Structura nucleului: 1 – învelişul nucleului; 2 – porii nucleari; 3 – nucleolul; 4 – filamente de cromatină. II. Învelişul nucleului: 1 – microfotografia făcută cu ajutorul microscopului electronic de scanat (se văd porii nucleari); 2 – schema structurii: a) membrana externă; b) membrana internă; c) porul nuclear

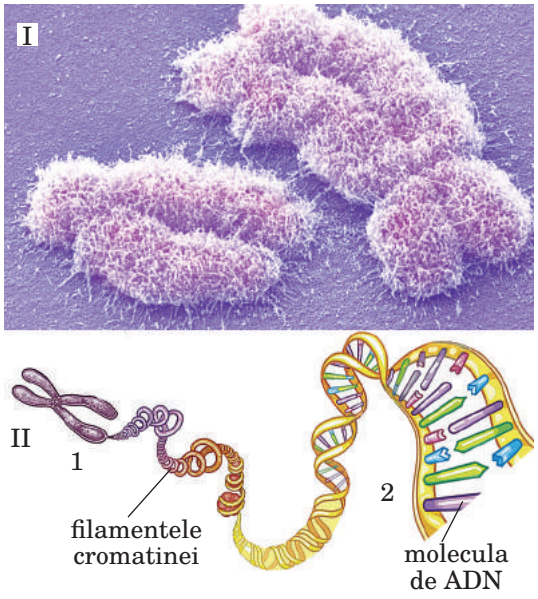
Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

E interesant să ştim

Fiecărui tip de celule îi este caracteristic *coraportul permanent între volumul nucleului şi citoplasmei (coraportul nucleo-citoplasmatic).* Doar nucleul cu un anumit volum poate asigura procesele de biosinteză numai în citoplasma cu un volum respectiv. De aceea, în celulele de dimensiuni mari sau cu intensitate sporită a schimbului de substanţe deseori sunt de la două până la câteva mii de nuclee.



Des. 71. Legătura funcţională a nucleului cu alte organite membranare



Des. 72. I. Cromozomii omului (fotografie făcută cu ajutorul microscopului de scanare). II. Diferite stări ale cromatinei (schemă) 1 – densă; 2 – nedensă

Memorizăm: datorită realizării informaţiei ereditare, codată în molecula de ADN, nucleul reglează procesele biochimice, fiziologice şi morfologice, care au loc în celulă.

(vezi des. 70). **Cromatina** (din greacă *chromatos* – vopsea) reprezintă structurile filamentoase ale nucleului formate din proteine şi acizi nucleici. În timpul diviziunii celulei filamentele de cromatină devin mai dense şi din ele se formează ***cromozomii*** (des. 72).

Sucul nuclear (*carioplasma* sau *nucleoplasma*) după structura sa se aseamănă cu citoplasma. În el sunt fibrile (fibre) de proteină, care formează scheletul intern deosebit al nucleului. El uneşte diferite structuri: nucleolul, filamentele de cromatină, porii nucleari etc. Proteinele matricei asigură o anumită plasare spaţială a cromozomilor, precum şi influenţează asupra capacităţii de acţiune a lor.

Nucleolul are o structură densă, compusă din complexele ARN cu proteine, cromatină şi granule, care servesc drept premergători pentru componenţele ribozomilor (vezi des. 55). În nucleu pot fi unul sau mai multe nucleole (de exemplu, în ovulele peştilor), care sunt formate de cromozom în sectoare deosebite. Funcţiile nucleolului constau în crearea ARN-r şi compuşilor ribozomilor, care intră apoi în citoplasmă.

Funcţiile nucleului. Nucleul păstrează informaţia ereditară şi asigură transmiterea ei de la celula-mamă la celulele fiice. În afară de aceasta, el este un fel de centru de dirijare a proceselor de activitate vitală a celulei, în deosebi reglează procesele de biosinteză a proteinelor. Anume în nucleu, de pe moleculele de ADN pe molecula de ARN-m se transcrie informaţia despre structura proteinelor. Apoi această informaţie este transmisă în locul sintetizării lor. În nucleu, cu participarea nucleolului sunt formaţi compuşii ribozomilor.

E interesant să ştim

La unele animale unicelulare, ca infuzorii, sunt nuclee de două tipuri: *gene-rative* şi *vegetative*. Nucleele de primul tip asigură păstrarea şi transmiterea in-formaţiei ereditare, iar cele de tipul doi reglează procesele de biosinteză a proteinelor.

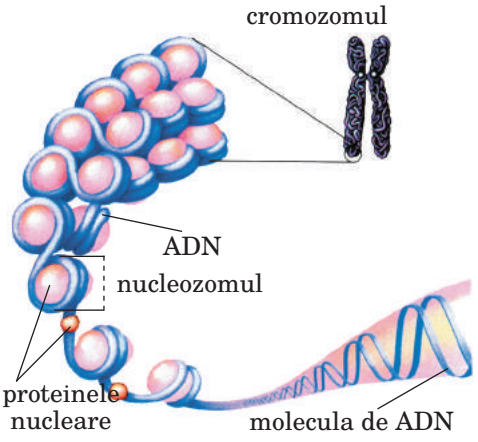
Care este structura cromozomilor? Baza cromozomilor este molecula bicatenară de ADN, legată cu proteinele nucleare (des. 73). În afară de aceasta, în componenţa cromozomilor intră ARN şi fermenţii necesari pentru dublarea moleculei de ADN sau pentru sinteza moleculelor de ARN.

Moleculele de ADN sunt plasate în cromozomi într-o anumită ordine. Proteinele nucleare alcătuiesc structuri speciale – ***nucleosome*** (din latină *nucleus* – nucleu şi din greacă *soma* – corp), în care moleculele de ADN sunt parcă înşirate pe fir. Fiecare nucleosomă este formată din opt globule de proteine. Anumite proteine leagă nucleosomele între ele. O astfel de organizare asigură aşezarea compactă a moleculelor de ADN în cromozomi, deoarece lungimea acestor molecule în stare desfăşurată este cu mult mai mare decât a cromozomului. De exemplu, lungimea cromozomilor în timpul diviziunii celulare este în medie de 0,5–1 mkm, iar cea a moleculelor desfăşurate de ADN – de câţiva centimetri şi mai mult. O astfel de aşezare compactă a moleculelor de ADN îi dă posibilitatea să dirijeze eficient procesele de biosinteză a proteinelor, procesele de autodiviziune, să protejeze de afectări în timpul diviziunii celulei.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Fiecare cromozom este alcătuit din două părți prelungite – ***cromatide,*** care sunt legate între ele în segmentul numit *zona strangulației primare* – ***centromer*** (des. 74). Ea împarte cromozomii în două sectoare – *brațe*. Pe centromer se formează structura proteică – ***kinetocor*** (din greacă *kineo* – a se mișca și *choreo* – a merge înainte). În timpul diviziunii celulelor la kinetocor aderă filamentele fusului diviziunii care asigură repartizarea în ordine a unor cromatide sau a cromozomilor întregi între celulele-fiice.

Fiecare cromatidă conține câte o celulă de ADN cu un complet respectiv de informație ereditară. În timpul diviziunii celulelor, cromatidele se repartizează la celulele-fiice, iar în perioada între două diviziuni numărul cromatidelor se dublează din nou. Aceasta are loc datorită capacității de autodublare a moleculelor de ADN. *Amintiți-vă:* cromozomii conțin gene – segmente ale moleculei de ADN cu informația codată despre structura moleculelor de proteină sau de ARN.



Des. 73. Interacțiunea proteinelor nucleare și moleculelor de ADN în componența filamentelor cromatinei

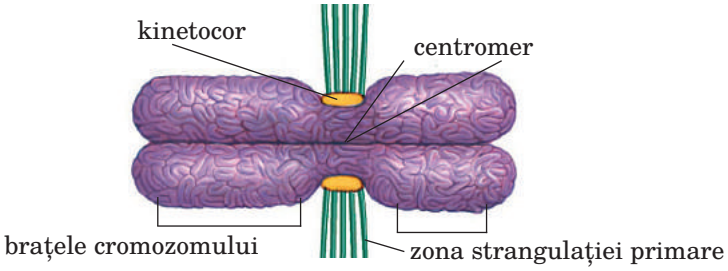
E interesant să știm

Segmentele de la cozile cromozomilor sunt numite *telomeri* (des. 75). Ei apără molecula de ADN. De fiecare dată, când cro-mozomii se dublează în perioada între diviziunile celulelor, seg-mentele de la cozile lor nu se dublează. Dacă nu ar fi telomerii, care nu au în componența lor gene active, atunci în timpul fiecărei diviziuni a celulei cromozomii ar fi pierdut foarte repede informația genetică. Doar la fiecare diviziune a celulei cromozomii pierd la cozile lor un segment mic de molecule de ADN (50–100 perechi de nucleotide) şi de aceea se scurtează. Numai în unele tipuri de celule (de exemplu, celulele suşe) pierderea segmentului telomer se reînnoieşte cu ajutorul unui ferment deosebit. Savanții consideră că scurtarea telomerilor este unul din procesele de îmbătrânire.

Memorizăm: determinarea numărului cromozomilor şi examinarea particularităților structurii lor cu ajutorul microscopului este posibilă numai în timpul diviziunii celulei. În perioada între diviziunile succesive cromozomii aderă la filamentele cromatinei.

Ce înseamnă cariotip? Celulele fiecărei specii de animale, plante ciuperci au o anumită garnitură de cromozomi. Totalitatea indicilor componentului de cromozomi (numărul cromozomilor, forma și dimensiunile lor) se numește **cariotip** (din greacă *karion* – nucleul nucii și *tipos* – formă) (des. 76). Fiecare specie are cariotipul său. De exemplu, în celulele asexuale ale drosofilei sunt numai 8 cromozomi (4 perechi), ale omului – 46 (23 de perechi), ale animalelor maritime unicelulare – radiolarii – 1600.

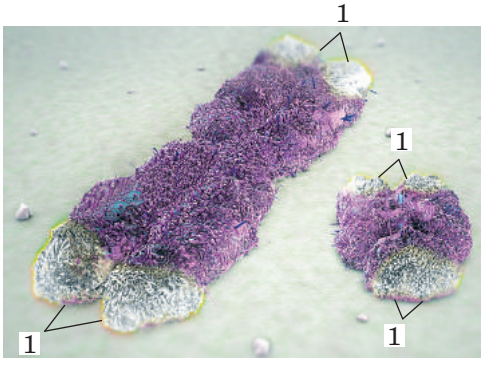
Stabilitatea cariotipului asigură existența speciilor. Cariotipul specific al reprezentanților unei anumite specii le oferă posibilitatea de a se împerechea între ei și a lăsa urmași apți de



Des. 74. Schema structurii cromozomului

E interesant să știm

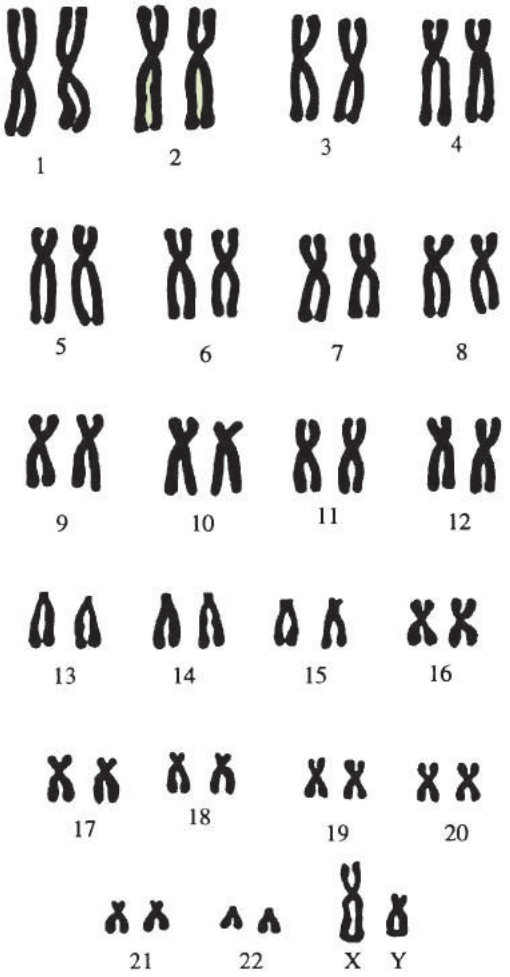
Unii cromozomi au şi construcție secundară unde sunt plasate genele, care răspund de crearea nucleolilor.



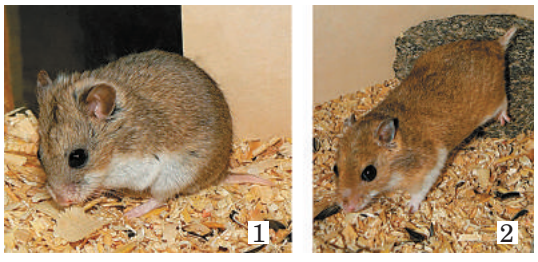
Des. 75. Telomerii (1) pe cozile cromozomilor

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

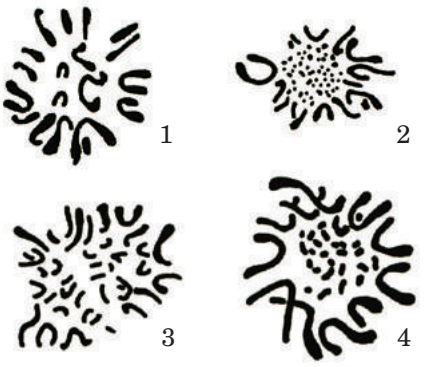
Dacă numărul cromozomilor omologi este mai mult de doi, această garnitură de cromozomi se numeşte ***poliploidă*** (din greacă *polys* – numeroşi); triploidă (3n), tetraploidă (4n) etc.



Des. 77. Cariotipul omului (bărbatului) (cu cifre sunt indicate perechile cromozomilor omologi)



Des. 78. Două specii de ţiştari: de China (1) şi de Daur (2), care se aseamănă la exterior, dar se deosebesc după particularităţile cariotipului



Des. 76. Cariotipurile diferitor animale: 1 – ştiucii; 2 – găinii; 3 – pisicii; 4 – salamandrei

viaţă şi a face imposibilă împerecherea cu reprezentanţii altor specii. Chiar dacă o asemenea împerechere are loc, urmaşii în genere nu se nasc sau sunt inapţi de viaţă şi incapabili de a se înmulţi.

Garnitura de cromozomi a nucleului poate fi haploidă, diploidă sau poliploidă. În **garnitura haploidă** (din greacă *haploos* – singular) (el este notat convenţional 1n) toţi cromozomii se deosebesc unul de altul după structura lor. În **garnitura diploidă** (din greacă *diploos* – dublu) (2n) fiecare cromozom are perechea sa identică după dimensiunile şi particularităţile structurale; ei sunt numiţi ***omologi.*** Respectiv cromozomii, care nu au o anumită pereche, sunt neomologi unul faţă de altul.

La animale cu sex diferit şi la plantele dioice la reprezentanţii unuia dintre sexe cromozomii uneia dintre perechi se deosebesc între ei, în timp ce la reprezentanţii celuilalt sex ei sunt asemănători. Aceştia sunt **cromozomii sexuali,** mai numiţi ***heterocromozomi*** (din greacă *geteros* – altul). Cromozomii altor perechi, care sunt la fel la toţi reprezentanţii, sunt numiţi **asexuali,** sau ***autozomi*** (din greacă *autos* – însuşi). Astfel, în garnitura de cromozomi a femeii sunt doi cromozomi X, iar la bărbat – un cromozom X şi alt cromozom Y (des. 77). Se înţelege că, dacă autozomii au o garnitură de gene asemănătoare, atunci la cromozomi *X* şi *Y* el este diferit.

E interesant să ştim

Structura cariotipului este aplicată în sistematizarea organismelor pentru determinarea speciilor asemănătoare după structură, atunci când este greu de a-i deosebi după particularităţile structurii externe. Astfel, două specii apropiate de ţiştari (de China şi de Daur) sunt foarte asemănătoare după structură şi se deosebesc numai după garnitura de cromozomi (respectiv 22 şi 20 garnitura diploidă) (des. 78). În afară de aceasta, studierea cariotipului oferă posibilitatea de a stabili gradul înrudirii istorice între organisme.

Termeni şi noţiuni-cheie:

nucleu, nucleol, cromatină, cromozom, centromer, cariotip, autozom, heterocromozom

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Verificați-vă cunoștințele obținute

1. Din ce este compus învelişul nucleului? 2. Care este structura porului nuclear? Care este funcția lui? 3. Ce prezintă matricea nucleului? 4. Ce înseamnă cromatină? 5. Care sunt structura şi funcțiile nucleolului? 6. Ce ştiți despre funcțiile nucleului în celulă? 7. Ce înseamnă cariotip? Prin ce se caracterizează el?

Chibzuiți

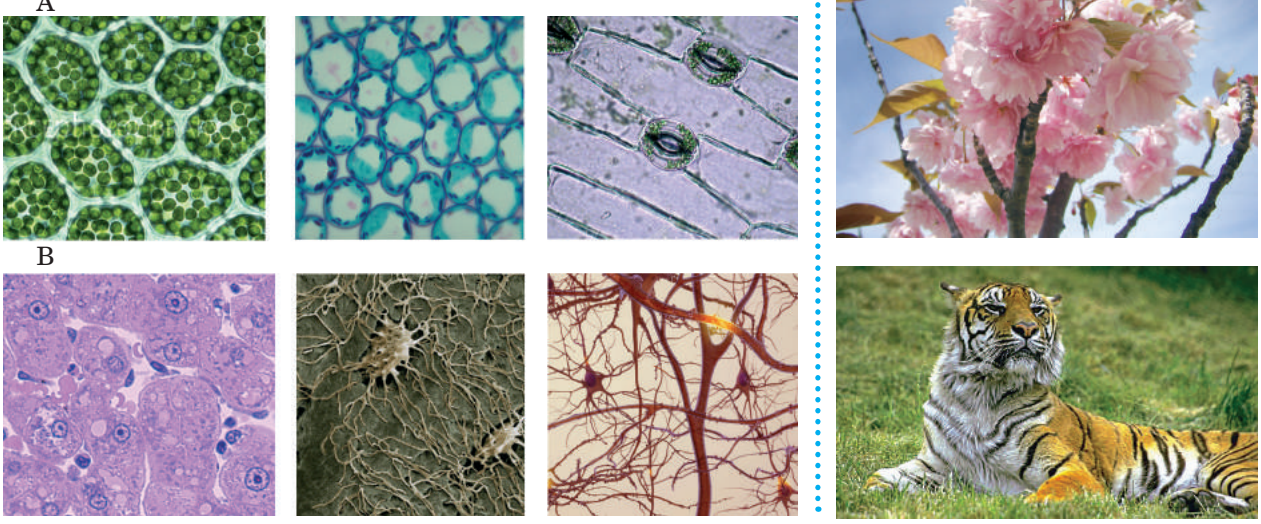
1. De ce celulele eucariote, care şi-au pierdut nucleul, sunt incapabile la diviziune?
2. De ce existența speciilor depinde de stabilitatea cariotipurilor lor?

§15. TIPUL CELULELOR ŞI CARACTERISTICA LOR COMPARATIVĂ. STRUCTURA CELULEI PROCARIOTE

Amintiți-vă care sunt structura și funcțiile membranelor plasmatice. Ce sunt cromozomii, sporii? Care sunt funcțiile ADN în celulă?

După cum ştiți, există organisme unicelulare și multicelulare. La ființele unicelulare celula este totodată și un organism integru de sine stătător, care îndeplinește toate funcțiile vitale, caracteristice și animalelor multicelulare, plantelor și ciupercilor. De aceea celula organismelor unicelulare deseori are o structură mai complicată, decât cea a organismelor multicelulare. Celulele ființelor multicelulare, de obicei, se specializează la îndeplinirea numai a anumitor funcții. Ele pot forma țesuturi, organe și sisteme de organe. Deci, în organismele multicelulare celulele servesc drept părți elementare componente ale țesuturilor sau ale organelor. Funcționarea unor asemenea organisme ca sisteme biologice integre este posibilă numai datorită interacțiunilor celulelor de diferite tipuri (des. 79).

Prin ce se deosebesc după structură celulele plantelor, ciupercilor și animalelor? După cum ştiți, în dependență de nivelul de organizare a celulelor toate organismele



Des. 79. Diferite tipuri de celule ale eucariotelor: A. Plante. B. Animale. ***Temă.*** *Examinați desenul. Folosindu-vă de cunoştințele la biologie, obținute în clasele precedente, determinați aceste celule, țesuturi, din componența cărora ele fac parte, dependența structurii lor de funcțiile pe care le îndeplinesc.*

Pe scurt despre principalul

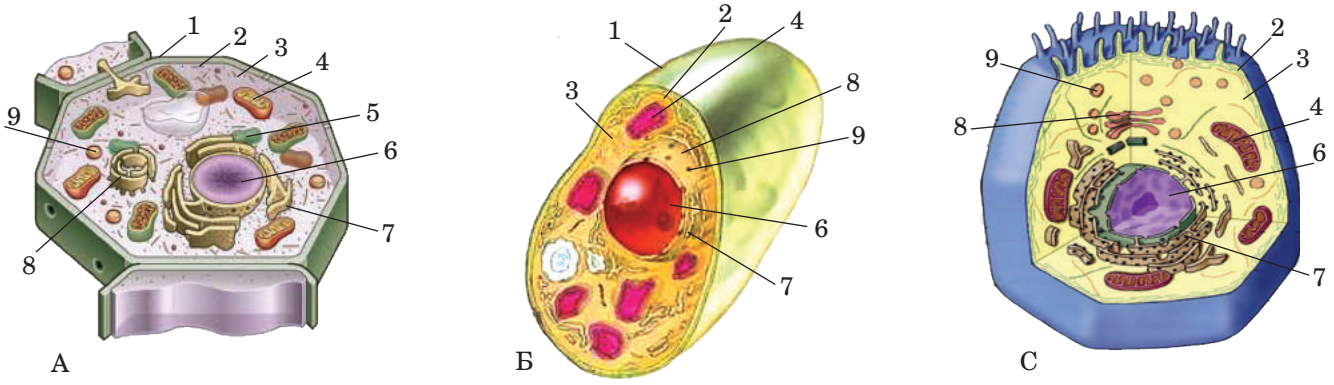
Nucleul este componenta obligatorie a oricărei celule eucariote. El este compus din înveliş şi mediul intern – matricea nucleară. Matricea nucleară este compusă din suc nuclear, nucleol şi filamente de cromatină.

Cromatinele sunt structuri în formă de filamente ale nucleului, create din proteine şi acizi nucleici.

Fiecare cromozom este compus din două cromatide, legate între ele prin zona strangulației primare.

Celulele fiecărei specii de eucariote au garnitura lor de cromozomi – cariotipul.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 80. Structura schematică a celulelor: A. Plantelor, B. Ciupercilor, C. Animalelor: 1 – învelişul celular; 2 – membrana plasmatică; 3 – citoplasma; 4 – mitocondrii; 5 – cloroplastele; 6 – nucleul; 7 – reticulul endoplasmatic; 8 – complexul Golgi; 9 – lizozomul

sunt împărţite în două grupuri – cariote şi eucariote. Celulele procariote (bacterii, arhee) au o structură simplă (ele sunt lipsite de nucleu, majoritatea organitelor etc.). Celulele eucariotelor – animalelor, plantelor şi ciupercilor – au o structură mai complicată. Ele dispun de nucleu, cel puţin la anumite etape ale ciclului lor celular. Citoplasma este împărţită de membrane în segmente funcţionale aparte, ea conţine diferite organite. Însă, în structura celulelor diferitor reprezentanţi ai eucariotelor există şi anumite deosebiri. Să ne amintim de ele.

Examinaţi cu atenţie în desenul 80 schema structurii celulelor plantelor, ciupercilor şi animalelor, examinaţi tabelul 4 şi atrageţi atenţia asupra principalelor deosebiri între celulele animalelor, plantelor şi ciupercilor.

Tabelul 4

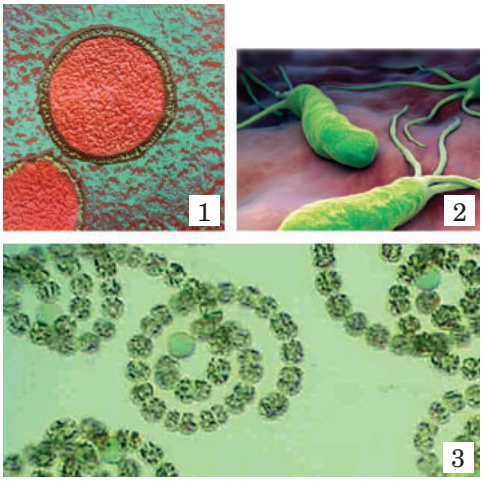
Principalele deosebiri între celulele animalelor, plantelor şi ciupercilor

Structurile celulelor	Animalelor	Plantelor	Ciupercilor
Învelişul celular	Lipseşte, este glicocalixul	Este, din componenţa ei fac parte polizaharida celuloza	Este, din componenţa ei intră, în afară de celuloză, polizaharida chitina
Membrana plasmatică	Este	Este	Este
Nucleul	Este	Este	Este
Vacuolele cu sucul celular	Lipsesc	Se întâlneşte	Se întâlneşte
Mitocondrii	Sunt	Sunt	Sunt
Cloroplastele	Lipsesc, se întâlnesc în unele specii de unicelulare	Sunt	Lipsesc
Organitele	Sunt în anumite tipuri de celule la multicelulare şi la unele unicelulare	Sunt în celulele unor alge şi în spermatozoizii plantelor superioare cu spori	Lipsesc

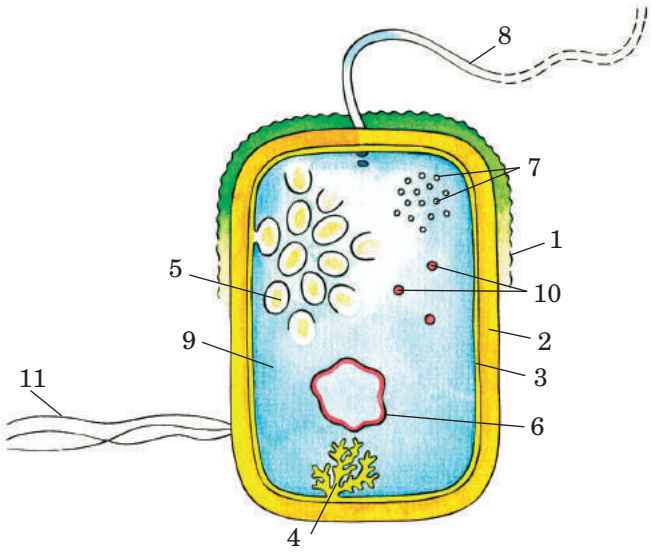
Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Care este structura celulelor procariotelor? Cu circa 2,5 mlrd. ani în urmă, când nu erau nici plante, nici animale, nici ciuperci, pe planeta noastră existau numai **procariote** (din latină *pro* – înainte, în loc, greacă – *karion* – nucleu). Din ele făceau parte arheele (un grup nu prea mare de procariote), diverse bacterii și cianobacterii (des. 81). În celulele procariotelor lipsesc nucleul și astfel de organite ca mitocondrii, plastidele, reticulul endoplasmatic, complexul Golgi, lizozomii, centrul celular etc. (des. 82). O astfel de structură simplă atestă despre vechimea provenienței lor.

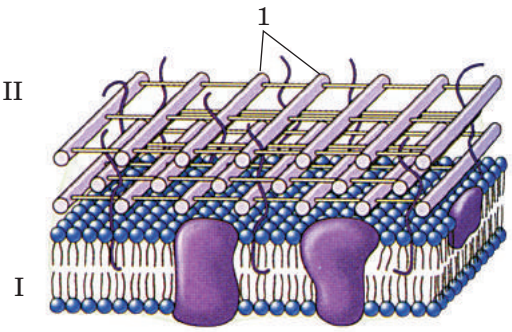
Din componența aparatului extern al celulelor procariotelor fac parte membrana plasmatică și învelișul celular (des. 83). Structura învelișului celular al procariotelor (diferitor grupuri de bacterii, cianobacterii) este destul de complicată.



Des. 81. Reprezentanții procariotelor: 1 – arheele; 2 – bacteriile din grupa Helicobacter; 3 – cianobacteriile



Des. 82. Schema structurii celulelor procariotelor: 1– capsula; 2 – învelișul celular; 3 – membrana plasmatică; 4 – crestele cutate ale membranei; 5 – membranele fotosintetice; 6 – molecula de ADN circular; 7 – ribozomii; 8 – flagelul; 9 – citoplasma; 10 – substanțele nutritive de rezervă; 11 – pilii



Des. 83. Schema structurii învelișului celular al procariotelor: I – membrana plasmatică; II – învelișul celular: 1 – mureina

La bacterii ea este formată dintr-un compus polimer – mureină. Acest compus creează o structură în formă de plasă, care întărește peretele celular. La cianobacterii în componența stratului extern intră polizaharida pectină și anumite proteine contractoare. Ele asigură mișcarea deosebită a celulelor – patinare sau răsucire. Celulele cianobacteriilor nu au cilii.

Compușii din lipide și polizaharide ale învelișului celular dau posibilitate bacteriilor celulare să se lipească de diferite substraturi (celulele eucariotelor, smalțul dinților etc.), precum și să se lipească unele de altele. Deasupra învelișului multor bacterii uneori este situată *capsula salivară* de protecție, compusă din polizaharide. Ea nu este strâns legată de celulă și foarte ușor se ruinează sub acțiunea anumitor compuși.

În citoplasma celulelor procariotelor sunt ribozomi și diferite incluziuni (des. 82). Însă, acești ribozomi sunt mai mici decât ribozomii celulelor eucariotelor. Membrana plasmatică poate crea creste netede sau cutate în citoplasmă. Spre deosebire de celulele eucariotelor, aceste formațiuni nu împart citoplasma în sectoare funcționale separate. Pe curbele membranare se

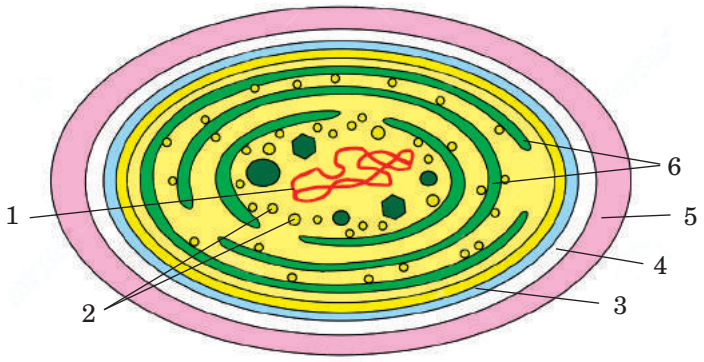
E interesant să știm

În componența învelișului celular al multor bacterii intră şi membrana externă suplimentară, care asigură o protecție sigură a conținutului celulei. Asupra acestor bacterii nu acționează anumiți antibiotici (de exemplu, penicilina, actinomicina). Învelişul celular al bacteriilor are proprietăți antigene, adică organismul, în care nimereşte bacteria, o primeşte ca un corp străin, impropriu lui. Datorită acestui fapt anumite grupuri de leucocite identifică bacteriile patogene şi creează împotriva lor anticorpi *(Amintiți-vă cum anticorpii distrug antigenele.)*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

E interesant să ştim

În celulele unor bacterii (de exemplu, cianobacterii) pigmenții fotosintetici se pot afla în structurile în formă sferică sau în formă de pungi închise, create de crestele membranei plasmatice. Asemenea pungi pot fi plasate separat sau adunate într-un singur loc. La cianobacterii aceste structuri sunt numite *tilacoide* (des. 84).



Des. 84. Structura celulei de cianobacterii: 1 – molecula de ADN circular; 2 – ribozomii; 3 – membrana plasmatică; 4 – învelişul celular; 5 – capsula salivară; 6 – tilacoidele

E interesant să ştim

Moleculele de ADN circular de dimensiuni mici se află şi în citoplasma celulelor procariotelor. Ele sunt numite *plasmide* – factori ai eredității în afara cromozomilor.

Pe scurt despre principalul

Celulele procariotelor – bacteriilor şi arheelor – se caracterizează printr-o structură simplă. Ele nu dispun de nucleu şi de multe organite (mitocondrii, plastide, reticulul endoplasmatic, complexul Golgi, lizozomi, centrul celular etc.).

Aparatul extern al celulelor procariotelor include membrana plasmatică, peretele celular, uneori capsula salivară. În citoplasma celulelor procariotelor sunt plasați ribozomii de dimensiuni mici şi diferite incluziuni. În loc de nucleu în celulele procariotelor se află zona nucleară – nucleoide, unde se află materialul ereditar – molecula de ADN circular. La procariote, spre deosebire de eucariote, ADN nu este legat de proteinele nucleare.

Celulele unor bacterii conțin organite ale mişcării – unul, câțiva sau mai mulți flageli.

pot situa fermenții respiratorii, ribozomii, iar pe cele netede – pigmenții fotosintetici.

În loc de nucleu în celulele procariotelor se află zona nucleară. Acolo este plasat materialul ereditar – molecula de ADN circular (des. 82. 1; 84, 1), care într-un anumit loc este fixată de membrana plasmatică. La procariote moleculele de ADN nu sunt legate de proteinele nucleice. Deci, cromozomii tipici, care în celulele eucariotelor sunt plasate în nucleu, la procariote lipsesc.

Celulele unor bacterii au organite ale mişcării – unul, câțiva sau mulți flageli. Flagelii pot fi de câteva ori mai lungi decât celula, însă diametrul lor este neînsemnat. De aceea, cu ajutorul microscopului optic ei sunt neobservați. Flagelii procariotelor numai la exterior se aseamănă cu flagelii celulelor eucariote. Structura lor este simplă: ei sunt compuși dintr-o moleculă în formă de tub din proteină specială.

Termeni şi noțiuni-cheie:

procariote, arhee.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Ce este comun şi diferit în structura celulelor plantelor, ciupercilor şi animalelor? 2. Prin ce se deosebesc, după structură, celulele procariotelor de celulele eucariotelor? 3. Care este structura aparatului exterior al celulelor eucariotelor? 4. Ce structuri intracelulare au procariotele?

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Prin ce se poate explica structura simplă a celulelor procariotelor în comparație cu cea a eucariotelor? Argumentați răspunsul. 2. Se poate presupune că celulele eucariote au provenit de la cele procariote?

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

LUCRARE DE LABORATOR

Studierea diversității de structură şi funcționale ale celulelor

Scopul: a studia particularitățile structurii celulelor procariotelor şi eucariotelor, a se folosi de schemele preparatelor permanente, microfotografiile celulelor procariote şi eucariote.

Ustensile, materialele şi obiectele cercetării: microscoape, platformă, sticlă de acoperire, pense, beţişoare din lemn şi sticlă, ace spatulate, micro preparate de bacterii permanente, epiteliu al cavității bucale, coji de ceapă, mucegai, fotografii electronice microscopice ale celulelor bacteriilor, animalelor, plantelor şi ciupercilor.

Mod de lucru

1. Pregătiți microscopul pentru lucru.
2. La capacitatea minimă a microscopului pe micro preparatele permanente găsiți celulele bacteriilor, animalelor, plantelor şi ciupercilor.
3. În lipsa micro preparatelor permanente pregătiți micro preparate provizorii:

a) cu beţişorul de lemn sau de sticlă sterilizat luați depuneri de pe suprafața dinților în jurul gingiei, o puneți apoi pe platforma microscopului şi o acoperiți cu sticlă;

b) pregătiți preparatul din epiteliul cavității bucale, pentru aceasta treceți cu beţişorul din sticlă pe suprafața internă a fălcii, treceți tamponul pe platforma microscopului;

c) pregătiți preparatul din coaja de ceapă, pentru aceasta puneți pe platforma microscopului coaja de ceapă picurată cu apă şi o acoperiți cu sticlă;

d) luați de pe pâine sau de pe legume mucegai şi-l puneți pe platforma microscopului, acoperind-o cu sticlă.

4. La capacitatea mare a microscopului examinați celulele bacteriilor, ciupercilor, plantelor şi animalelor. Comparați particularitățile structurii lor.
5. Examinați fotografiile electronice microscopice ale celulelor bacteriilor, ciupercilor, plantelor şi animalelor. Găsiți peretele celular, membrana plasmatică, nucleul, reticulul endoplasmatic, complexul Golgi, mitocondrii, plastidele, vacuolele.
6. Faceți concluzii.

Test pentru consolidarea cunoştințelor

Alegeți din răspunsurile propuse pe cel corect

1. Numiți compuşii din care, de cele mai multe ori, este compusă membrana plasmatică: a) proteine şi glucide; b) glucide şi lipide; c) proteine şi lipide; d) lipide şi săruri minerale.
2. Indicați organismele, celulele cărora sunt predispuse la fotosinteză: a) bacterii; b) ciuperci adevărate; c) plante; d) animale.
3. Indicați organismele, în componența învelişului celulelor cărora intră glicocalixul: a) bacterii; b) ciuperci; c) plante; d) animale.
4. Indicați compuşii, din care, de cele mai multe ori, sunt formați cromozomii: a) proteine şi lipide; b) proteine şi ADN; c) proteine şi ARN; d) lipide şi ARN.
5. Indicați numele savantului, care a propus termenul „celulă”: a) R. Hug; b) T. Schwann; c) M. Schleiden; d) R. Virchow.
6. Numiți organitele, care au un grad anumit de autonomie în celulă: a) lizozomii; b) complexul Golgi; c) mitocondrii; d) reticulul endoplasmatic.
7. Indicați organitele, care reglează tensiunea intracelulară în celulele organismelor unicelulare de apă dulce: a) vacuolele digestive; b) lizozomii; c) centrul celular; d) vacuolele contractile.
8. Indicați moleculele acizilor nucleici, care intră în componența ribozomilor: a) ARN-m; b) ARN-t; c) ARN-r; d) ADN.
9. Numiți structurile, în care sunt prezente cloroplastele: a) crestele; b) centriolele; c) tilacoidele; d) nucleozomii.
10. Indicați organitele, care se află în celulele procariotelor: a) complexul Golgi; b) ribozomii; c) reticulul endoplasmatic; d) mitocondrii.
11. Numiți celulele eucariotelor, care nu au nucleu: a) eritrocitele majorității mamiferelor; b) celulele epiteliului; c) leucocitele; d) neuronii.
12. Numiți structurile, care nimeresc în interiorul nucleului: a) subunități de ribozom; b) tilacoide; c) lamele; d) creste.
13. Numiți organitele, capabile la autodiviziune: a) ribozomii; b) cloroplastele; c) lizozomii; d) vacuolele cu suc celular.
14. Numiți organitele care conțin ADN: a) ribozomii; b) mitocondrii; c) lizozomii; d) complexul Golgi.
15. Numiți organitele, care au ribozomi proprii: a) complexul Golgi; b) lizozomii; c) cloroplastele: d) vacuolele digestive.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Creați perechi logice

16. Stabiliți corespunderea între organite şi structurile celulei şi organismelor, în care ele nimeresc.

1 nucleoidul	**A** celulele muşchilor sartorius
2 flagelul	**B** eritrocitele la majoritatea mamiferelor
3 nucleul vegetativ şi generativ	**C** euglena verde
4 nucleele asemănătoare după structură şi funcții	**D** infuzorii parameci
	E cianobacteriile

17. Stabiliți corespunderea între organitele celulelor eucariote şi particularitățile structurii lor

1 reticulul endoplasmatic granulat	**A** are creste
2 lizozomii	**B** capabili să-şi schimbe periodic volumul, eliminând din celulă surplusurile de apă
3 complexul Golgi	**C** bază formată din mai multe pungi plate unimembranare
4 mitocondrii	**D** conține fermenți, capabili să descompună particulele de hrană
	E pe membrane sunt plasați ribozomii

18. Stabiliți corespunderea structurilor referitor la anumite organite ale celulei.

1 dictiozomul	**A** cloroplastele
2 crestele	**B** centrul celular
3 centriolele	**C** mitocondrii
4 granulele	**D** vacuolele contractile
	E complexul Golgi

19. Stabiliți corespunderea între structura învelişului celulei şi organismele care dispun de ele.

1 glicocalixul	**A** bacterii
2 peretele celular, în componența căruia intră chitina	**B** plante
3 peretele celular, în componența căruia intră mureina	**C** animale
	D ciuperci adevărate

Exercițiu cu alegerea a trei răspunsuri corecte din trei grupuri de variante ale răspunsurilor propuse

20. Caracterizați structura şi funcțiile diferitor organite.

Centrul celular	Lizozomii	Mitocondrii
1) înconjurat cu o singură membrană	1) înconjurat cu două membrane	1) înconjurat cu trei membrane
2) include două centriole	2) conține fermenți hidrolitici	2) conține numai în celule organisme anaerobe
3) se întâlnesc în celulele plantelor superioare	3) se întâlnesc în celulele procariotelor	3) au molecule de ADN proprii

21. Numiți funcțiile principale ale organitelor celulelor eucariote.

Reticulul endoplasmatic granular	Lizozomii	Mitocondrii
1) digestia substanțelor nutritive	1) sinteza proteinelor	1) sinteza ATP
2) sinteza proteinelor	2) sinteza glucidelor	2) fotosinteza
3) sinteza ATP	3) digestia substanțelor nutritive	3) transportarea substanțelor nutritive în celulă

22. Caracterizați structura celulelor diferitor organisme.

Bacterii	Plante	Animale
1) au mitocondrii	1) în componența peretelui celular intră chitina	1) stratul exterior al învelişului celulei – glicocalixul
2) au centru celular	2) celulele conțin vacuole cu suc celular	2) în componența peretelui celular intră celuloza
3) Mureina	3) pot forma pseudopode	3) flagelii sunt compuşi dintr-un singur microtub

Întrebări cu răspuns deschis

23. Cum lipsa nucleului influențează asupra particularităților celulei? Argumentați răspunsul.
24. Prin ce se explică faptul că unele celule eucariote sunt lipsite de nucleu? Dați exemple de asemenea celule.
25. Ce însemnătate are studierea cariotipurilor organismelor pentru ştiința sistematică? Argumentați răspunsul.
26. Ce este comun şi diferit între materialul ereditar al celulelor procariotelor şi eucariotelor?
27. Care organite ale celulelor eucariotelor participă la sinteza compuşilor organici?

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

TEMA 3. PRINCIPIILE DE FUNCȚIONARE A CELULELOR

În această temă veţi afla despre:

- particularitățile schimbului de substanțe şi energie în celulele organismelor autotrofe şi heterotrofe;
- particularitățile proceselor schimbului plastic şi de transformare a energiei la ființele vii şi însemnătatea lor pentru asigurarea activității vitale a organismelor;
- însemnătatea proceselor de respirație pentru asigurarea proceselor schimbului de substanțe;
- însemnătatea fotosintezei pentru existența vieții pe planeta noastră.

§16. SCHIMBUL DE SUBSTANȚE ŞI TRANSFORMAREA ENERGIEI ÎN CELULĂ. MECANISMELE BIOCHIMICE ALE RESPIRAȚIEI

Amintiți-vă ce înseamnă metabolism și homeostază. Ce cantitate de energie se degajează la scindarea proteinelor, lipidelor și glucidelor? Ce este energia din punctul de vedere al fizicii? Care sunt funcțiile fermenților? Care procese sunt numite de oxidare, dar care – de reînnoire? Care este structura și funcțiile ATP și mitocondriilor? Cum decurg procesele de respirație la plante, animale și om?

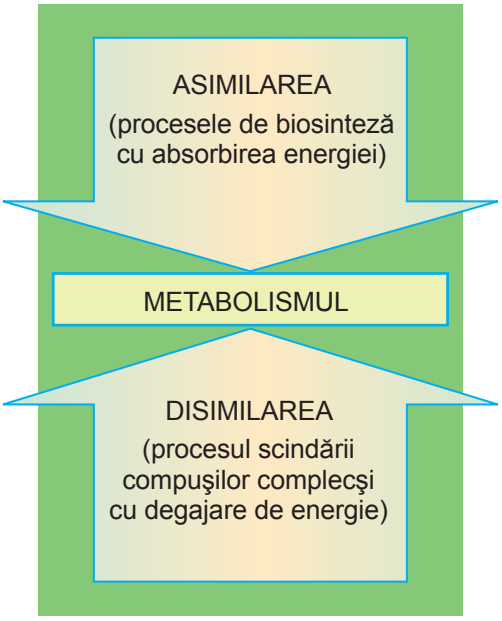
După cum ştiţi, procesele metabolismului constituie un lanţ complicat de transformare a diferitor compuşi, începând din momentul pătrunderii lor în organism sau a unei celule aparte şi terminând cu degajarea produsului finit al schimbului de substanţe în mediul ambiant. Produsele finite ale scindării glucidelor, acizilor nucleici, de obicei, sunt bioxidul de carbon şi apa, care sunt eliminate din organism. Pentru aminoacizi un produs suplimentar al scindării este *urina* – un compus ce conţine Nitrogen.

Din §8 aţi aflat că complexul reacţiilor de sinteză, care asigură dezvoltarea celulelor şi organismelor, reînnoirea componenţei lor chimice se numeşte **schimb plastic** (din greacă *plastos* – creat). Aceste procese mai sunt numite ***procese de asimilare***. La realizarea lor se cheltuieşte o anumită cantitate de energie. Drept sursă a acestei energii este lumina solară (pentru majoritatea autotrofelor) sau energia legăturilor chimice ale compuşilor din substanţele nutritive, absorbite din mediul ambiant (pentru heterotrofe). Drept exemple ale reacţiei de asimilare sunt procesele de sinteză a aminoacizilor, monozaharidelor, acizilor graşi, nucleotidelor, polizaharidelor, proteinelor, acizilor nucleici, ATP etc.

Complexul de reacţii de scindare a compuşilor complecşi în organism în simpli, care este însoţit de degajare a energiei, se numeşte schimb energetic sau proces de disimilare. El se bazează pe reacţiile scindării compuşilor complecşi în simpli fără oxigen sau pe reacţiile de oxidare.

Schimbul de substanţe în unele celule aparte şi în întregul organism este imposibil fără transformarea respectivă a energiei. Energia, degajată în rezultatul proceselor de disimilare, poate avea loc sub diferite forme: termică, energia solară

Procesele de eliminare din organism a produselor schimbului se numeşte **excreție**.



Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Memorizăm: unitatea şi coordonarea proceselor schimbului plastic şi energetic asigură funcționarea organismelor ca sisteme biologice integre, capabile de autoreglare şi autorecreare.

E interesant să ştim

În timpul schimbului de gaze din organismul omului, în afară de bioxid de carbon, în mediul ambiant, împreună cu aerul expirat iese şi apa (în formă de aburi) şi circa 400 de alți compuşi uşori.

(fenomenul bioluminiscenţei. *Amintiţi-vă* de licurici, pe care nu o dată i-aţi văzut în serile de vară), mecanică (care asigură mişcarea etc.). O parte din energia eliberată este acumulată sub formă de legături chimice, care apar între resturile acidului ortofosforic în moleculele de ATP (*amintiţi-vă* structura şi funcţiile lor).

Procesele de scindare a compuşilor nu întotdeauna sunt echilibrate cu procesele de sintetizare a lor. Astfel, în organismele care se dezvoltă, procesele de sinteză prevalează asupra proceselor de descompunere. Datorită acestui fapt sunt adunaţi compuşii necesari şi este asigurată creşterea organismelor.

Pentru majoritatea organismelor, care populează planeta noastră, sursa principală de energie este lumina solară, datorită căreia direct sau indirect sunt satisfăcute necesităţile lor energetice. Însă, diferite grupuri de organisme primesc nemijlocit energia din afară pe diverse căi.

Activizați-vă cunoştințele

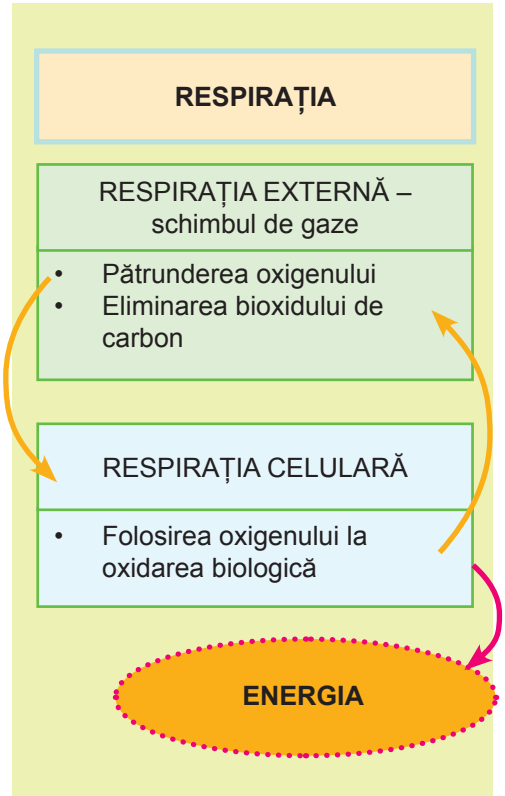
Autotrofele sunt capabile să sintetizeze substanțele organice din cele anorganice. *Fototrofele* folosesc pentru aceste procese energia luminii. *Hemotrofele* pentru sinteza compuşilor organici din cei anorganici folosesc energia, care este degajată în timpul reacțiilor chimice de oxidare a substanțelor anorganice. Pentru **heterotrofe** sursa de energie sunt compuşii organici, creați de alte organisme. ***Mixotrofele*** sunt capabile nu numai să sintetizeze compuşii organici din substanțe anorganice, dar şi să adune substanțele organice gata.

În ce constau procesele de respiraţie celulară? *Amintiţi-vă:* ***respiraţia*** este un complex de procese care asigură pătrunderea în organism a oxigenului, folosirea lui la oxidarea substanţelor organice din celule (proteinelor, grăsimilor, glucidelor), precum şi la eliminarea din organism a bioxidului de carbon, care se formează în timpul reacţiei de oxidare. Astfel are lor schimbul de gaze între organism şi mediul înconjurător.

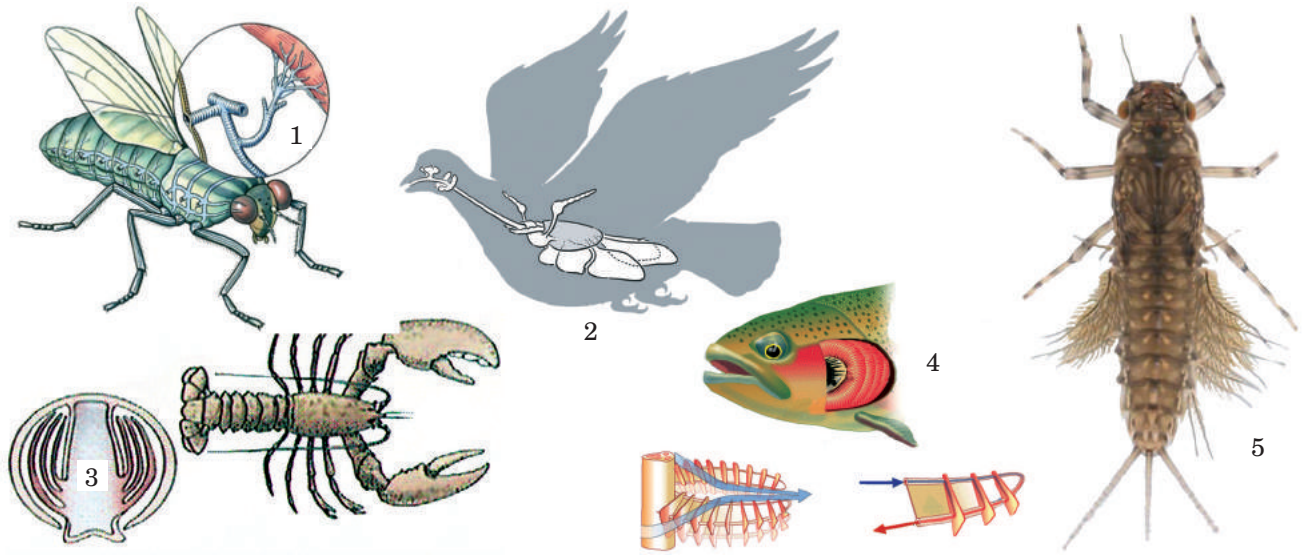
Anul trecut, studiind organismul omului, aţi aflat că respiraţia uneşte trei grupuri de diferite procese fiziologice: ***ventilaţia pulmonară*** (schimbul de gaze, care are loc în plămânii omului între aer şi sânge), ***transportarea gazelor*** de sistemul circular (în starea amestecului cu hemoglobină sau de descompunere în plasma sângelui) de la plămâni la toate ţesuturile corpului şi ***respiraţia celulară*** – folosirea oxigenului la reacţiile de eliberare a energiei. În rezultatul acestor procese se formează bioxidul de carbon, care este eliminat din organism.

Însemnătatea fiziologică a respiraţiei celulare constă în aceea că compuşii bogaţi în energie chimică cu participarea oxigenului se oxidează în simple şi sărace în energie (CO_2, H_2O), în rezultat se eliberează energie pentru asigurarea diferitor procese de activitate vitală. De procesele respiraţiei sunt legate inseparabil procesele de disimilare.

La majoritatea animalelor multicelulare procesele de respiraţie sunt asigurate de sistemul respirator special, datorită căruia oxigenul pătrunde în organism sau din aerul atmosferic (*amintiţi-vă:* traheile la insecte, căile respiratorii şi plămânii la amfibii, reptile, păsări şi mamifere), sau din apă (branhii la viermi inelari, crustacee, moluşte, peşti etc.)



Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 85. Organele respirației la animale: 1 – traheile la insecte; 2 – sistemul de respirație la păsări; 3 – branhiile la racul de râu; 4 – branhiile la pește; 5 – branhiile la larvele libelulei. ***Temă.*** *Folosind cunoștințele, obținute la lecțiile de biologie în clasa a 7-a, amintiți-vă structura organelor respiratorii la organismele evidențiate mai sus*

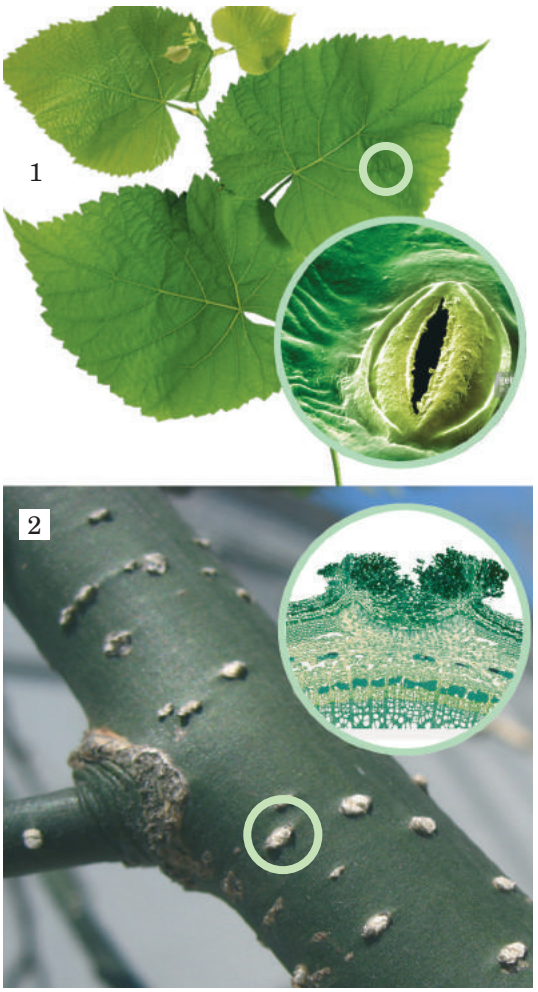
(des. 85). La plante, la procesele de respiraţie contribuie diferire formaţiuni: stomatele la frunze, porii pe tulpini) (des. 86). Oxigenul poate ajunge cu ajutorul difuziei prin învelişul organismelor multicelulare (plante, ciuperci, burete, viermii plaţi, nematode etc.) sau prin învelişul unor celule aparte (la bacterii, plante, animale unicelulare etc.).

Din cursul de biologie din clasa a 6-a ştiţi că în urma proceselor de fotosinteză plantele absorb bioxidul de carbon şi degajează în atmosferă oxigen. Dar, odată cu fotosinteza ele respiră, absorbind oxigenul şi degajând bioxid de carbon. Procesele de respiraţie, care au loc odată cu fotosinteza, se numesc ***fotorespiraţie***.

Mecanismele moleculare ale respiraţiei celulare la plante şi animale sunt asemănătoare.

Etapele schimbului energetic. *Amintiţi-vă,* în sistemele biologice energia există sub diferite forme, capabile să se transforme una în alta, asigurând desfăşurarea normală a activităţii vitale. De asemenea, vă este cunoscut că o parte din energie, care se degajează în timpul scindării substanţelor organice, se împrăştie în formă de căldură, menţinând o anumită temperatură a celulelor sau a organismului întreg, iar cealaltă parte se acumulează sub formă de legături chimice cu un conţinut mare de energie ale unor anumiţi compuşi. După cum ştiţi, un astfel de compus universal – acumulator de energie în celule – este acidul adenozintrifosforic (ATP).

Schimbul energetic se desfăşoară în trei etape consecutive: de pregătire, fără oxigen şi cu oxigen. Etapa iniţială a schimbului energetic – **de pregătire** – are loc în citoplasma celulelor tuturor organismelor, iar la majoritatea animalelor multicelulare şi la om – şi în cavitatea organelor sistemului digestiv. La etapa de pregătire compuşii organici complecşi sub acţiunea fermenţilor se descompun în simpli: proteinele – în aminoacizi, grăsimile – în glicerol şi acizi graşi, polizaharidele – în monozaharide, acizii nucleici – în nucleotide. Aceste procese sunt însoţite de eliberarea energiei, însă cantitatea ei este insuficientă şi ea se împarte sub formă de căldură. Această căldură organismele o pot folosi pentru menţinerea temperaturii propriului corp.



Des. 86. Structurile care asigură respirația la plante: 1 – stomatele la frunze; 2 – porii

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

ETAPELE RESPIRAȚIEI CELULARE

Etapa de pregătire:
scindarea glucidelor în molecule de glucoză

Polizaharide $(C_6H_{10}O_5)_n$

toată energia se împrăştie în formă de căldură

Glucoza $C_6H_{12}O_6$

Etapa fără oxigen:
molecula glucozei se scindează în două molecule de acid piruvic sau de acid lactic

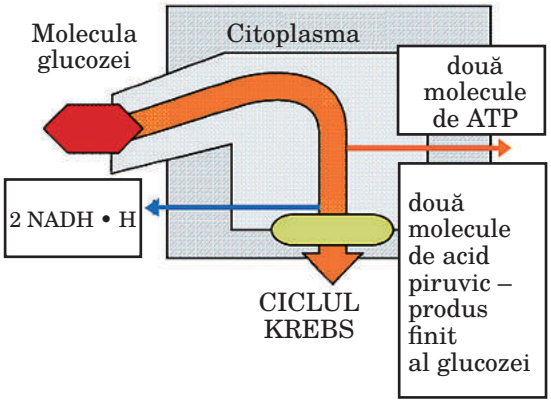
sunt sintetizate 2 molecule de ATP

Acidul pivuric $C_3H_4O_3$ *sau acid lactic* $C_3H_6O_3$

Etapa cu oxigen:
compuşii organici, formați la etapa fără oxigen, se oxidează în produse finite – în bioxid de carbon şi apă

sunt sintetizate 36 de molecule ATP

CO_2 H_2O



Des. 87. Schema, care ilustrează procesele etapei anaerobe (fără oxigen) a respirației celulare: din moleculele de glucoză $C_6H_{12}O_6$ fără participarea oxigenului se creează două molecule de acid piruvic $C_3H_4O_3$

După etapa de pregătire urmează etapa **fără oxigen**, care are loc în celulă. Ea mai este numită **anaerobă** (din greacă *an* – parte de negaţie, şi *aer* – aer), deoarece compuşii, formaţi în etapa precedentă, cunosc în continuare o scindare cu mai multe trepte, dar fără participarea oxigenului. Scindarea anaerobă (sau *respiraţia anaerobă)*este cea mai simplă formă de creare şi acumulare a energiei în legăturile chimice ale moleculelor de ATP. Această etapă de schimb energetic este obligatorie pentru toate organismele – atât anaerobe, cât şi aerobe.

Unele organisme şi animale nevertebrate (de cele mai multe ori paraziţii) nu pot folosi oxigenul în procesele schimbului energetic. Energia necesară ele o primesc numai datorită scindării compuşilor organici (adică respiraţiei anaerobe). Majoritatea organismelor în procesele schimbului energetic sunt capabile să folosească oxigenul. Însă, în asemenea organisme etapa cu oxigen a schimbului energetic se desfăşoară întotdeauna înaintea celei fără oxigen.

Momentul cel mai important la etapa fără oxigen a schimbului energetic în celulă este scindarea moleculelor de glucoză în două molecule de acid piruvic ($C_3H_4O_3$) sau în acid lactic ($C_3H_6O_3$).

Procesele scindării fără oxigen a glucidelor, sau de respiraţie anaerobă, sunt numite la general ***glicoliză*** (din greacă *glykys* – dulce şi *lysis* – scindare) (des. 87).

În timpul glicolizei se eliberează circa 200 kJ de energie. O parte a ei (circa 84 kJ) se consumă pentru sintetizarea a două molecule de ATP, iar restul se împrăştie în formă de căldură. Astfel, procesul glicolizei din punct de vedere al energiei are o eficienţă mică: numai 35–40 % din energia degajată se

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

acumulează în legăturile macroergice ale moleculelor de ATP. Aceasta se explică prin faptul că produsele finite de glucoză mai conţin încă multă energie.

În pofida nivelului mic de eficienţă, glicoliza are o mare însemnătate fiziologică. Datorită acestui proces organismele pot primi energie în condiţiile insuficienţei de oxigen, iar produsele lui finite (acizii piruvic şi lactic) în continuare cunosc transformări fermentative datorită participării oxigenului. Produsele intermediare ale glicolizei sunt folosite la sinteza diferitor compuşi.

E interesant să ştim

Analogice cu cele ale glucozei sunt procesele de fermentaţie: lactică (asigurată de bacteriile lactice) şi alcoolică (asigurată de drojdie şi anumite grupuri de bacterii). În primul caz produsul finit este acidul lactic, iar în al doilea – spirtul etilic. Omul foloseşte aceste procese în gospodărie: acidul lactic – pentru conservarea produselor alimentare (murarea legumelor, crearea brânzeturilor) cu scopul păstrării lor îndelungate (acidul lactic opreşte creşterea şi înmulţirea microorganismelor dăunătoare), obţinerii produselor lactate (lapte covăsit, smântână), însilozarea masei vegetale pentru hrana animalelor domestice, obţinerea industrială a acidului lactic sau a spirtului.

Ultima etapă a schimbului energetic este etapa cu oxigen, pe care o vom examina în paragraful următor.

Termeni şi noţiuni-cheie:

schimburile plastic şi energetic, respiraţia celulară, glicoliza.

Verificaţi-vă cunoştinţele obţinute

1. Ce înseamnă schimbul plastic şi cel energetic? 2. Care este însemnătatea ATP în procesele schimbului energetic? 3. Ce legătură există între procesele de asimilare şi disimilare? 4. Care procese sunt numite respiraţie celulară? 5. Caracterizaţi etapa de pregătire a schimbului energetic. 6. Ce procese au loc în timpul etapei fără oxigen a schimbului energetic? 7. Care este însemnătatea proceselor schimbului energetic fără oxigen pentru asigurarea organismului cu energie?

Chibzuiţi

1. Oare toate organismele autotrofe folosesc pentru sinteza compuşilor organici din organisme anorganice energia solară? 2. De ce viaţa este imposibilă fără transformarea energiei?

§17. SCHIMBUL ENERGETIC. ETAPA CU OXIGEN (AEROBĂ)

Amintiţi-vă proprietăţile legăturilor macroergice. Care sunt funcţiile ATP?

Etapa cu oxigen a schimbului energetic (sau *respiraţia aerobă*) este posibilă numai în condiţii aerobe, când compuşii organici, care se formează la etapa fără oxigen, se oxidează în celule în produse finite – bioxid de carbon CO_2 şi apă H_2O. Procesul oxidării biologice a compuşilor organici, legat de

Pe scurt despre principalul

Totalitatea reacţiilor de sinteză, care asigură dezvoltarea celulelor şi organismelor, completarea componenţei lor chimice, este numită „schimb plastic”. Procesele de scindare a substanţelor organice, care sunt însoţite de degajarea energiei, sunt numite schimb „energetic”. Ele asigură cu energie reacţiile sintezei compuşilor complecşi cu cei simpli.

Datorită proceselor schimbului de substanţe şi de transformare a energiei este menţinută homeostaza în cazul schimbărilor condiţiilor mediului ambiant.

Un segment important al schimbului energetic sunt procesele de respiraţie: pătrunderea în organism a oxigenului, scindarea cu participarea lui a diferitor compuşi organici cu degajarea energiei şi eliminarea din organism a bioxidului de carbon.

Organismele, care scindează compuşii organici cu participarea oxigenului, sunt numite „aerobe”, iar cele, care scindează compuşii organici fără participarea oxigenului – „anaerobe”.

La etapa de pregătire a schimbului energetic compuşii organici complecşi, sub influenţa fermenţilor, se scindează în simpli. Aceste procese sunt însoţite de eliberarea energiei, care se împrăştie sub formă de căldură.

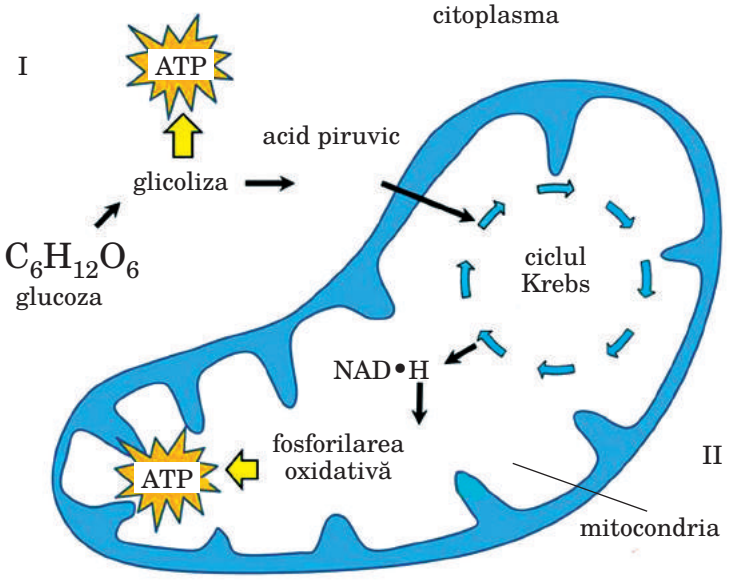
Etapa fără oxigen sau anaerobă are loc în celule. Cele mai importante procese ale etapei fără oxigen a schimbului energetic sunt procesele glicolizei. În timpul acestei etape se degajează aproximativ 200 kJ de energie, 35–40 % din care se acumulează în legăturile macroergice ale moleculelor de ATP.

Memorizaţi: etapa cu oxigen a schimbului energetic este posibilă cu condiţia prezenţei oxigenului. De aceea, pătrunderea în organism a oxigenului în cantităţi insuficiente în celulele organismelor aerobe este capabilă să deregleze procesele metabolismului şi să cauzeze moartea.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

E interesant să ştim

Denumirea deplină NAD – nicotinamidadenindinucleotid. La început ea se pronunță greu. Însă, încercați să-i analizați componentele, folosind cunoştințele de chimie şi vă veți convinge că nu-i chiar atât de complicat.



Des. 88. Legătura între fazele fără oxigen (I) și cu oxigen (II) ale schimbului energetic

desprinderea de ei a atomilor de Hidrogen, se desfășoară în mitocondrii cu participarea a anumitor fermenți. Datorită proceselor de oxidare organismul acumulează o cantitate însemnată de energie în legăturile macroergice ale moleculelor de ATP.

Deci, **respirația internă** sau **celulară** este folosirea oxigenului de către țesuturi și celule pentru oxidarea compușilor organici cu asigurarea concomitentă a proceselor de activitate vitală (des. 88).

Rolul ciclului Krebs în etapa cu oxigen (aerobă) a schimbului energetic. Un loc deosebit între transformările biologice, care au loc în timpul etapei aerobe îi revine ciclului de reacții biochimice, așa-numitului ciclu Krebs. Acest ciclu a fost descoperit în anul 1937 de către biochimistul englez, Hans Adolf Krebs (des. 89).

*Des. 89. **Hans Adolf Krebs** (1990–1981) – laureat al Premiului Nobel în domeniul medicinii (1953)*

Reacțiile din ciclul Krebs au loc în matricea mitocondriilor și prezintă transformarea consecventă a acizilor organici. În timpul acestor transformări de la acizii organici se desprind moleculele de CO_2, care părăsesc mitocondriile și ies din celulă. În rezultatul fiecărui ciclu Krebs se formează, ca produs secundar, o moleculă de ATP. Însă, rezultatul principal al reacțiilor ciclului este desprinderea de la acizii organici a atomilor de Hidrogen, care aderă la compușii ce acceptă acești atomi – acceptorii de Hidrogen. Cel mai important acceptor de Hidrogen este substanța NAD, alăturarea la ea a unui atom de Hidrogen o transformă într-o formă reînnoită (NAD·H) *(găsiți acest proces pe desenul 88).*

În timpul reacțiilor de oxido-reducere (mai amănunțit despre ele veți afla la lecțiile de chimie) electronii trec de la *dezoxidant* (compușii donatori, care îi livrează) la *oxidant* (compușii-acceptori, care îi primește). Procesul de oxidare biologică a compușilor organici este legat de desprinderea de la ei a atomilor de Hidrogen. Cu participarea fermenților specifici acești atomi se *oxidează,* adică pierd electronii (e). Electronii care s-au eliberat cu ajutorul consecvent al mai multor componenți de transmitere, stabiliți pe membrana internă a mitocondriilor, sunt transportați spre învelișul intern, în timp

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

ce ionii de hidrogen H^+ sunt acumulați pe suprafața externă (des. 90). Acest mecanism a fost numit **lanțul respirator,** sau **lanțul de transportare a electronilor**. În rezultatul acestor procese, pe suprafața externă a membranei este concentrată o sarcină pozitivă, iar pe cea internă – negativă. Transportatorii electronilor intră în componența fermenților, care catalizează reacțiile de oxido-reducere.

Lanțul respirator începe în mitocondrii cu oxidarea NAD·H (produsul principal al ciclului Krebs) la NAD^+ (forma oxidată), ionii H+ și doi electroni (e). Cu participarea acestor electroni, doi ioni de Hidrogen H^+ și Oxigen O^+, se creează molecula apei:

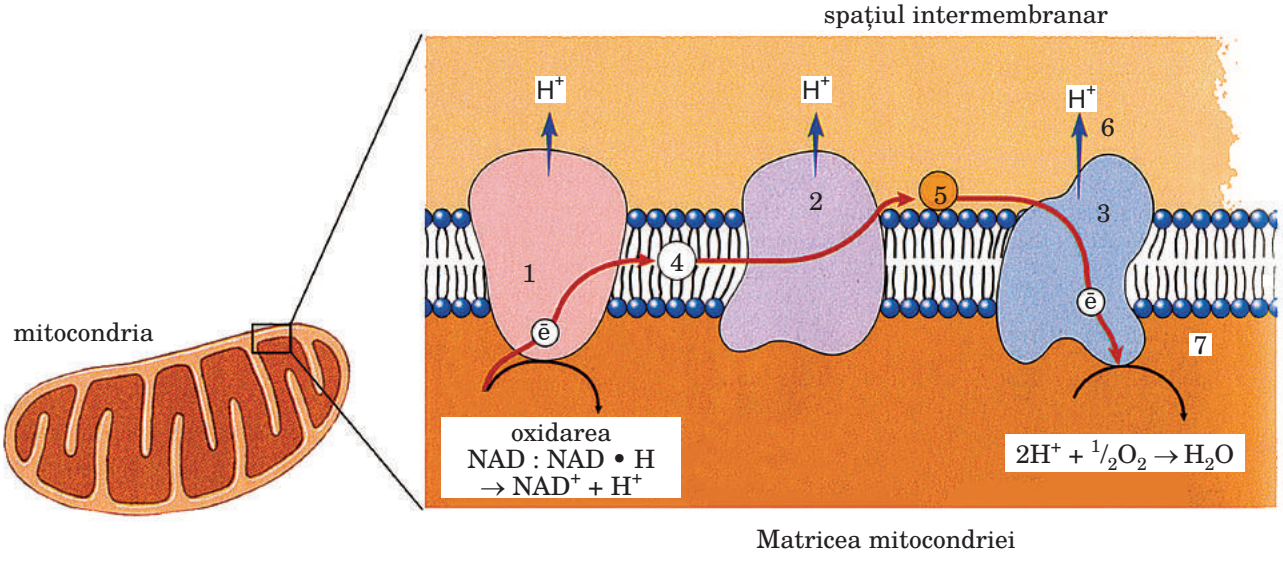
$$4H^+ + 4\bar{e} + O_2 \rightarrow 2H_2O$$

Deci, concomitent cu transportarea electronilor complexele cu fermenți ale lanțului respirator pompează ionii de Hidrogen H+ din mediul intern (matrice) al mitocondriilor în spațiul între membranele interne și externe ale mitocondriilor. Astfel, procesul de transportare a electronilor este însoțit de crearea diferenței concentrării ionilor de Hidrogen H^+ din diferite părți ale membranei interne a mitocondriilor. În acest caz ionii H^+ se acumulează în spațiul intermembranar, iar electronii – pe suprafața membranei interne a mitocondriilor (vezi des. 90). O astfel de diferență a ionilor de H^+ are energie potențială, care este capabilă să îndeplinească un lucru util: plasarea acestor ioni din segmentul cu concentrație înaltă în segmentul cu concentrație redusă cu ajutorul difuziei obișnuite poate funcționa ca o baterie electrică.

Membrana internă a mitocondriilor este impermeabilă pentru ionii de Hidrogen H^+. Deplasarea lor este posibilă numai prin canalul special. El este un element de structură al complexului deosebit de fermenți, care la exterior se aseamănă cu corpul ciupercii, al ATP-zomi (vezi des. 67). Acest complex intră în componența membranei interne a mitocondriei, însă o parte a lui se află în matricea acestei organite. În

COMPUSUL-DEZOXIDANT:
livrează electroni,
se oxidează

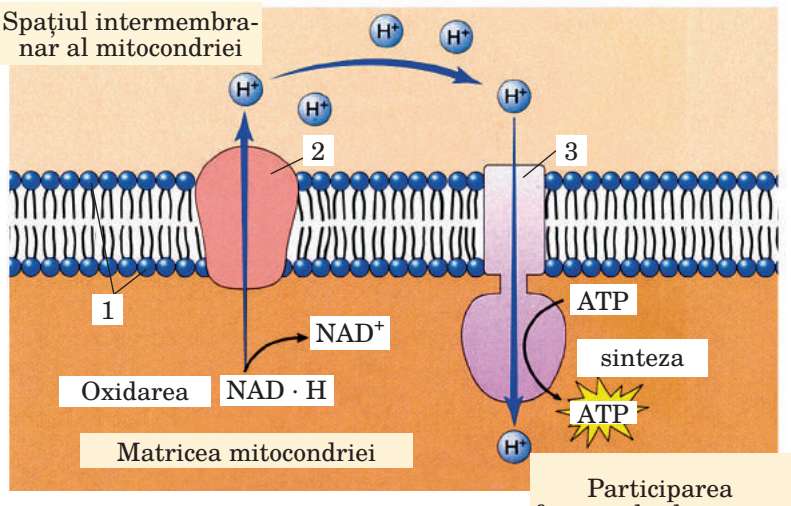
COMPUSUL OXIDANT:
primește electronii,
se restabilește



Des. 90. Lanțul transportării electronilor în membrana internă a mitocondriilor. Electronii (e), care au energie, sunt transportați de molecule – de transportori mobili (4) pe suprafața externă a membranei interne a mitocondriei (5 – compus proteinic, care asigură transportarea în continuare a electronilor). Trei molecule de proteină (1–3) folosesc o parte din energia eliberată a electronilor pentru pomparea ionilor de Hidrogen (H^+) în spațiul dintre două membrane ale mitocondriilor (6). Restul electronilor interacționează cu protonii și oxigenul, creând apa (7).

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 91. Molecula fermentului ATP-sintetazei asigură sinteza ATP în timpul etapei cu oxigen a schimbului energetic: 1 – membrana internă a mitocondriei; 2 – molecula proteinei, care asigură transportarea ionilor H^+ în spațiul intermembranar al mitocondriei; 3 – ATP-zomi, din componența căreia fac parte fermenții ATP-sintetaza (prescurtat – ATP-aza)



Participarea fermenților la sinteza moleculei de ATP

Memorizăm: o altă denumire a respirației celulare este **fosforilarea oxidativă**. Aceasta este conjugarea proceselor de oxidare (plasarea electronilor pe lanțul respirator) şi fosforilarea (crearea ATP cu ADP şi cu molecule de acid ortofosforic H_3PO_4).

Memorizăm: rolul principal în asigurarea celulelor cu energie îi revine etapei aerobe a schimbului de energie.

În procesul respirației celulare energia sub formă de legături chimice ale substratului care se oxidează se eliberează în porții mici. Aceasta îi dă posibilitate celulei s-o folosească din plin, comparativ cu energia, care se eliberează la etapa fără oxigen.

componența ATP-zomi sunt fermenți deosebiți (des. 91, 3). Cu participarea lor sunt sintetizate molecule de ATP. Astfel, au loc conjugarea proceselor de oxidare (plasarea electronilor pe lanțul respirator) și fosforilarea (crearea ATP cu ADP și cu molecule de acid ortofosforic H_3PO_4).

Oxidarea a două molecule ale acidului piruvic până la H_2O și C_2 (în timpul ciclului Krebs și în timpul următoarei fosforilări oxidative) este însoțită de degajarea a unei astfel de cantități de energie, care asigură sinteza a 36 de molecule ATP. Eficiența economisirii energiei, care se eliberează în timpul oxidării substanțelor organice sub formă de legături macroergice ale moleculelor sintetizate de ATP, e de circa 70 %. Deci, eficiența etapei cu oxigen a schimbului energetic este cu mult mai mare, decât a celei fără de oxigen.

Dacă se ia în considerare faptul că la etapa glicolizei sunt sintetizate două molecule de ATP, atunci energia, care este degajată în rezultatul scindării totale a unei molecule de glucoză atât în timpul etapei anaerobe, cât și a celei aerobe, ajunge pentru crearea a 36 de molecule de ATP. Ecuația totală a scindării glucozei este următoarea:

$$C_6H_{12}O_6 + 38ADP + 38H_3PO_4 + 6O_2 \rightarrow 38ATP + 6CO_2 + 44H_2O$$

Se cere menționat faptul că sinteza moleculelor de ATP în timpul etapelor fără oxigen, dar mai ales cu oxigen, ale schimbului energetic are o mare însemnătate și pentru susținerea unui anumit echilibru termic atât a unor celule aparte, cât și a întregului organism. Dacă în timpul scindării fără oxigen și a oxidării diferitor compuși întreaga energie degajată ar trece în energie termică (iar la etapa cu oxigen cea mai mare parte a ei se consumă la sinteza ATP), aceasta ar putea condiționa denaturarea și destrucția proteinelor și acizilor nucleici.

Schimbul energetic se încheie cu eliminarea produselor finite din organism.

Termeni şi noțiuni-cheie:

etapa aerobă (cu oxigen) a schimbului energetic, lanțul respirator (lanțul de plasare a electronilor), fosforilarea oxidativă.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Verificați-vă cunoștințele obținute

1. Ce procese au loc în timpul etapei cu oxigen a schimbului energetic? Care sunt condițiile realizării etapei cu oxigen a schimbului energetic? 3. Ce este lanțul respirator? Care este rolul lui în procesele etapei cu oxigen a schimbului de energie? 4. Câte molecule de ATP sunt sintetizate în timpul etapei schimbului energetic? 5. Câte molecule de ATP sunt sintetizate în total în timpul etapelor fără oxigen şi cu oxigen ale schimbului energetic?

Chibzuiți

1. De ce la oxidarea compuşilor organici se eliberează energie? 2. De ce scindarea compuşilor organici cu prezența oxigenului este mai eficientă în ceea ce priveşte energia, decât fără prezența lui?

§18. PARTICULARITĂȚILE PROCESELOR SCHIMBULUI PLASTIC. FOTOSINTEZA: FAZA DE LUMINĂ

Amintiți-vă prin ce se caracterizează procesele de asimilare. Care organisme sunt considerate autotrofe, heterotrofe și mixotrofe? Ce sunt fermenții, hemoglobina, fotosinteza? Care este structura tilacoidelor? Care reacții fac parte din cele de oxido-reducere?

Particularitățile biochimice ale proceselor schimbului plastic. După cum v-am amintit, schimbul plastic constituie totalitatea reacțiilor de sinteză. În rezultatul acestor procese, din compușii care ajung în celulă sunt create substanțe organice necesare ei. Procesele principale ale schimbului plastic, sau de asimilare sunt biosinteza proteinelor, glucidelor, lipidelor, acizilor nucleici. De asemenea, procesele de asimilare au loc și în timpul fotosintezei și chemosintezei. Însă, trebuie să ținem minte că în timpul fotosintezei și chemosintezei au loc și procese caracteristice pentru schimbul energetic – sinteza moleculelor de ATP, care sunt acumulatoare de energie în celulă.

După cum știți, nici o reacție biochimică nu este posibilă fără participarea fermenților. La fel ca și alte procese biochimice, reacțiile schimbului plastic sunt catalizate de fermenții respectivi. În timpul asimilării compușii complecși se sintetizează cu cei simpli. La aceasta se cheltuiește o anumită cantitate de energie, acumulată în timpul reacțiilor schimbului energetic.

Procesele de asimilare sunt strâns legate cu procesele de disimilare, iar produsele scindării diferitor compuși pot fi folosite pentru sinteza noilor compuși, necesari pentru celule și întregul organism. Produsele schimbului plastic sunt aplicate la înnoirea componenței chimice a celulelor, asigurarea creșterii lor, precum și la crearea noilor celule, țesuturi și organe. Compușii organici, creați în timpul proceselor de asimilare, servesc drept rezervă și ea poate fi folosită în timpul reacțiilor schimbului energetic, căci la scindarea lor se degajează energie.

Prin ce se caracterizează procesele de fotosinteză? Sunt cunoscute multe procese biochimice, care au loc cu participarea fiinţelor vii, însă între ele este unul fără care existenţa vieţii pe planeta noastră este imposibilă. Acest proces

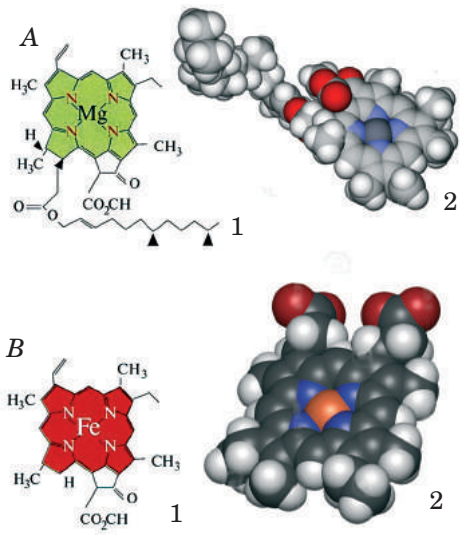
Pe scurt despre principalul

Etapa cu oxigen a schimbului energetic se desfăşoară în mitocondrii. În rezultatul reacțiilor de oxido-reducere compuşii organici, care se formează în timpul etapei precedente fără oxigen, se oxidează până la CO_2 şi H_2O. În membrana internă a mitocondriei este un sistem de fermenți deosebit, datorită cărora sunt sintetizate moleculele de ATP. Pentru aceasta este folosită energia, care se eliberează la plasarea ionilor H^+ de pe suprafața externă a membranei interne a mitocondriei pe cea internă.

Deoarece în procesul etapei fără oxigen (anaerobe) a schimbului energetic sunt create două molecule de ATP, iar în cea cu oxigen (aerobe) – 36, energia, degajată la scindarea totală a unei molecule de glucoză, este suficientă pentru crearea a 38 de molecule de ATP

Memorizăm: procesele de asimilare sunt orientate la crearea compuşilor organici complecşi din cei simpli. Datorită lor organismele creează atât compuşi cu molecule mici (aminoacizi, monozaharide, nucleotide etc.), cât şi cu molecule mari (proteine, acizi nucleici, polizaharide).

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 92. Moleculele de clorofilă (A) şi hemoglobină (B): 1 – formulele de structură (pentru a lua cunoştinţă); 2 – modelele mărite

Memorizăm: fotosinteza se bazează pe reacţii de oxido-reducere, legate de plasarea electronilor de la compuşii care îi livrează (compuşi-donatori), la compuşii care îi primesc (compuşii-acceptatori).

*Des. 93. **Joseph Priestley** (1733–1804) – cercetătorul care a descoperit fenomenul fotosintezei*

E interesant să ştim

Procesul de fotosinteză a fost descoperit de cercetătorul englez **Joseph Priestley** în anul 1771 (des. 93). Datorită cercetărilor lui a devenit cunoscut că plantele sunt capabile în timpul fotosintezei să absoarbe bioxidul de carbon şi să elimine oxigen.

unic se numeşte ***fotosinteză:*** crearea compuşilor organici din cei anorganici datorită transformării energiei solare în energia legăturilor chimice ale hidraţilor de carbon sintetizaţi.

În celulele plantelor fotosinteza se produce în cloroplaste, care conţin pigmenţi de fotosinteză – **clorofile.** După structura lor clorofilele se aseamănă cu molecula de hemoglobină, însă în ea în locul atomului de Fier este prezent atomul de Magneziu (des. 92). Clorofila, precum şi alţi pigmenţi suplimentari (carotinoidele de culoare roşie sau galbenă), care participă la fotosinteză, sunt plasaţi în membranele structurilor cloroplastelor – tilacoidelor (vezi des. 68).

Care sunt fazele fotosintezei? În procesele fotosintezei sunt definite două faze: de lumină şi de întuneric. Faza de lumină este numită astfel, fiindcă reacţiile ei sunt imposibile fără participarea luminii. Pentru faza de întuneric lumina nu este obligatorie.

Faza de lumină a fotosintezei este legată de membranele tilacoidelor. Ea începe cu absorbirea cuantumului de lumină (foton) de către molecula de clorofilă. Absorbirea fotonului duce la aceea că electronul trece în stare excitată – la cel mai înalt nivel energetic.

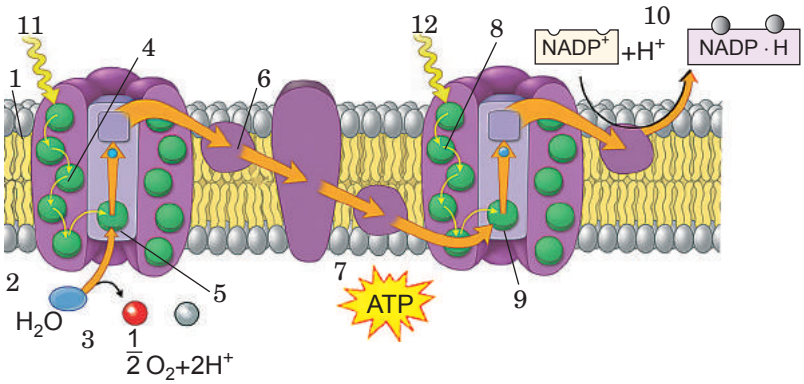
Pigmenţii membranelor tilacoidelor, clorofilei şi cei suplimentari, adunaţi într-un ansamblu funcţional, se numesc **fotosisteme**. La un astfel de ansamblu aparţin circa 200 molecule de clorofilă şi 50 molecule de carotinoide. Carotinoidele extind spectrul acţiunilor de fotosinteză şi participă la transmiterea energiei moleculelor de clorofilă. La procesele de fotosinteză la plante, cianobacterii şi unele animale unicelulare participă două fotosisteme – primul (I) şi al doilea (II) (des. 94).

Toate moleculele de clorofilă sunt capabile să absoarbe lumina, dar numai două dintre ele participă nemijlocit la procesele de transformare a energiei luminii în energie chimică a legăturilor macroergice ale moleculelor sintetizate de ATP. Aceste molecule specializate de clorofilă, legate cu proteine deosebite, creează ***centrul de reacţie*** (vezi des. 94, 5, 9). Centrele de reacţie sunt un fel de mecanism care pune în funcţiune fotosinteza. Funcţia lor constă în acumularea energiei luminii şi transmiterea ei la componentele cloroplastelor care o transformă în energia legăturilor chimice ale compuşilor sintetizaţi.

Toate celelalte molecule ale pigmenţilor, care aparţin unui anumit fotosistem (în afară de două, care participă nemijlocit la procesele de transformare a energiei luminii în cea chimică), îndeplinesc rolul unor antene de acumulare a luminii. Molecula pigmentului, care absoarbe cuantumul se excită şi transmite această energie moleculei vecine – electronul primei molecule revine la starea energetică principală, electronul celei de-a doua trece la nivelul energetic superior. În rezultat, energia excitaţiei migrează repede prin ansamblul pigmenţilor de acumulare a luminii la centrul de reacţie a fotosistemului. Electronul, care aparţine clorofilei centrului de reacţie, primind energia excitării, este capabil să se desprindă de moleculă şi să nimerească în primul transportor de electroni din lanţul de transportare a lor.

Lanţul transportor de electroni în membrana tilacoidei este asemănător lanţului transportor de electroni în membrana

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 94. Lanţul transportor de electroni în timpul fazei de lumină a fotosintezei: 1 – membrana tilacoidă; 2 – spaţiul intern al tilacoidei; 3 – datorită fotolizei apei se eliberează electronii, care înnoiesc fotosistemul II; 4 – fotosistemul II: 5 – centrul de reacţie a fotosistemului II; 6 – lanţul transportor de electroni; 7 – energia care se eliberează, parţial este folosită la sinteza moleculelor de ATP; 8 – fotosistemul I; 9 – centrul de reacţie al fotosistemului I; 10 – înnoirea NADP; 11 – cuantumul de lumină care nimereşte pe fotosistemul II; 12 – cuantumul de lumină care nimereşte pe fotosistemul I

internă a mitocondriilor. El este compus din complexe de fermenţi formaţi în membrană, care înfăptuiesc consecvent plasarea electronului de la molecula-donatoare la molecula-acceptoare.

Ambele fotosisteme – fotosistemele I şi II – sunt legate între ele prin lanţul transportor de electroni. În procesul de fotosinteză ele funcţionează consecvent – mai întâi fotosistemul II, apoi – fotosistemul I şi în molecula lui de clorofilă se formează un loc gol. El este completat de electronul transportat de la centrul de reacţie excitat al fotosistemului II (des. 94). La rândul său, „locul gol”care s-a format în centrul de reacţie al fotosistemului II, este completat de electron provenit de la molecula de apă. De aceea, component al fotosistemului II este fermentul fotosensibil, care sub influenţa luminii realizează procesul de **fotoliză a apei**:

$$2H_2O + 4 \text{ fotoni} \rightarrow 4H^+ + 2\bar{e} + O_2\uparrow$$

În fotosistemul I electronii „excitaţi” pot adera la compusul deosebit NADP. Interacţionând cu protonii Hidrogenului H+, care se află în mediul ambiant, aceşti electroni înnoiesc compusul. Apoi acest compus înnoit livrează Hidrogenul necesar pentru sinteza glucozei în faza de întuneric a fotosintezei (despre aceasta veţi afla în paragraful următor).

În timpul fazei de lumină a fotosintezei sunt sintetizate moleculele de ATP. Mecanismul acestor procese complicate este următorul. Transportul electronilor, pus în funcţiune de reacţiile de lumină, este conjugat cu trecerea protonilor H^+ prin membrana tilacoidelor în spaţiul intern de cloroplaste. În schimb, transportul electronilor este înfăptuit pe calea transferului lor în partea externă a membranei tilacoidelor. Astfel se creează diferenţa între concentraţiile de protoni (H^+) şi de electroni pe ambele părţi ale membranei tilacoidelor. De asemenea creşte diferenţa potenţialilor electrici: pe suprafaţa externă a membranei se acumulează sarcina electrică negativă, iar pe cea internă – pozitivă. Aceasta condiţionează transferarea în continuare a protonilor (H^+) prin canal în

Memorizaţi: fotosistemul este o unitate de organizare a pigmenților şi a altor molecule, care participă la procesele de fotosinteză şi se află în tilacoidele cloroplastelor.

Memorizaţi: fotoliza apei este scindarea moleculelor de apă în fermenți deosebiți, deschişi la culoare, cu crearea protonilor (H^+), electronilor (e) şi oxigenului molecular (O_2). Electronii se folosesc la înnoirea centrului de reacție al fotosistemului II, iar oxigenul molecular se degajează în atmosferă.

E interesant să ştim

Complexele de fermenți, creați în membrana tilacoidelor, conțin Fier, fără care ei nu pot funcționa. Dacă la plante nu ajung compuşi din Fier, atunci la ele se dezvoltă boala *cloroza ferică*: se formează frunze fără culoare, inapte la fotosinteză (des. 95).

Des. 95 Cloroza ferică

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

E interesant să ştim

Denumirea deplină a NADP este nicotinamidadenindinucleotidfosforic (încercați să-l analizați nu pentru a fi memorizat). Acest compus – un component de fermenți, prezenți în toate celulele vii, care asigură reacțiile de oxido-reducere importante ale schimburilor energetic şi plastic.

Memorizaţi: evenimentele principale ale fazei de lumină a fotosintezei sunt sinteza moleculei de ATP şi fotoliza apei, în rezultatul căreia în atmosferă este degajat oxigenul molecular. Energia, necesară pentru sinteza moleculelor de ATP, este eliberată datorită transferării electronilor şi protonilor prin membrana tilacoidelor şi crearea diferenței potențialilor pe ambele părți ale ei: pe o parte a suprafeței membranei se concentrează sarcina pozitivă, iar pe cealaltă – negativă.

Pe scurt despre principalul

Procesele schimbului plastic, sau asimilării, constituie sinteza compuşilor complecşi cu cei simpli. Toate aceste reacții sunt catalizate de fermenții respectivi şi au loc cu cheltuieli de energie. Procesele schimbului plastic au loc şi în timpul fotosintezei.

La procesul de fotosinteză participă două fotosisteme – primul (I) şi al doilea (II). Fiecare dintre ele are centrul său de reacție – structuri deosebite, din componența cărora fac parte complexe de pigmenți. Centrele de reacție pun în funcțiune mecanismul de fotosinteză.

Procesul de fotosinteză se desfăşoară în două faze – de lumină şi de întuneric.

Principalele procese ale fazei de lumină sunt: absorbirea cuantumurilor de lumină, sinteza ATP, scindarea apei cu degajarea din celulă a oxigenului molecular şi înnoirea compusului deosebit – NADP.

molecula fermentului ATP-sintetază de pe suprafaţa internă a membranei tilacoidelor pe cea externă. În acest fel se eliberează o anumită cantitate de energie, o parte a căreia se acumulează în legăturile macroergice ale moleculelor sintetizate de ATP. După cum vă amintiţi, fermenţii ATP-sintetază intră în componenţa complexelor deosebite, situate în membrana tilacoidelor.

După cum aţi putut observa, în timpul fazei de lumină a fotosintezei prevalează procesele, caracteristice pentru schimbul energetic: economisirea energiei luminii solare sub formă de legături macroergice ale moleculelor de ATP.

Termeni şi noțiuni-cheie:

faza de lumină a fotosintezei, fotosistemele I şi II, centrele de reacție ale fotosistemelor, fotoliza apei.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Care sunt particularitățile biochimice ale proceselor schimbului plastic? 2. Caracterizați procesul de fotosinteză. 3. Care faze sunt determinate în procesul de fotosinteză? 4. Ce este fotosistemul şi centrul lui de reacție? 5. Care procese au loc în faza de lumină a fotosintezei? 6. Ce este comun şi diferit între faza de lumină a fotosintezei şi schimbul energetic?

Chibzuiți

Ce este comun în desfăşurarea proceselor în faza de lumină a fotosintezei şi în etapa cu oxigen (aerobă) a schimbului energetic.

§19. FOTOSINTEZA: FAZA DE ÎNTUNERIC

Amintiți-vă care procese au loc în faza de lumină a fotosintezei. Care sunt particularitățile celulelor procariotelor? Care organisme aparțin la fototrofe?

După faza de lumină a fotosintezei urmează cea de întuneric. Anume în faza de întuneric din compuşii anorganici se sintetizează hidraţii de carbon.

Reacţiile **fazei de întuneric** a fotosintezei au loc în stroma cloroplastelor fără participarea luminii în decursul întregii zile. Ea începe de la aceea că un compus deosebit fixează molecula CO_2, care se află în cloroplastele cu aer atmosferic.

La molecula CO_2 cu ajutorul unor anumiţi fermenţi aderă Hidrogenul (care livrează NADT·H înnoit în decursul fazei de lumină). La efectuarea reacţiei în faza de întuneric se cheltuieşte energia, care a fost acumulată în legăturile macroergice ale moleculelor de ATP, sintetizate în faza de lumină. Prin mai multe reacţii consecvente, precum şi cu participarea fermenţilor specifici, este creată glucoza şi alte monozaharide. Cu timpul, din ele se vor sintetiza polizaharidele (de exemplu, amidonul, celuloza etc.).

Consecvenţa reacţiilor din faza de întuneric a fost clarificată de savantul american M. Calvin (des. 96) împreună cu colaboratorii săi. În cinstea lui complexul acestor reacţii biochimice a fost numit **ciclul Calvin.**

Ecuaţia de totalizare a ambelor faze ale fotosintezei arată în felul următor:

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

$$6CO_2 + 6H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2\uparrow$$

Hidraţii de carbon, sintetizaţi în timpul reacţiilor în faza de întuneric, joacă un rol însemnat în procesele schimbului energetic, deoarece ele pot nu numai să se oxideze, dar şi să se scindeze fără participarea oxigenului. Deci, glucoza care ţine de monozaharide, este o formă de acumulare a energiei: la scindarea ei şi la oxidarea totală în mitocondrii se eliberează energia, care se cheltuieşte pentru necesităţile organismului. În afară de aceasta, din glucoză în celulele plantelor pot fi sintetizate polizaharide (amidonul, celuloza etc.), care pot fi depuse ca rezervă.

Care sunt particularităţile fotosintezei în diferite grupe de procariote? La diferite grupe de procariote procesele de fotosinteză se desfăşoară în mod deosebit. La cianobacterii fotosinteza are loc la fel ca şi la plantele verzi. La ele sunt aplicate ambele faze – I şi II. În timpul fazei de lumină are loc fotoliza apei cu degajarea oxigenului molecular. Spre deosebire de cianobacterii, la bacteriile purpurii şi la bacteriile sulfuroase verzi există numai un singur fotosistem. De acea, în timpul fotosintezei ele nu elimină oxigen.

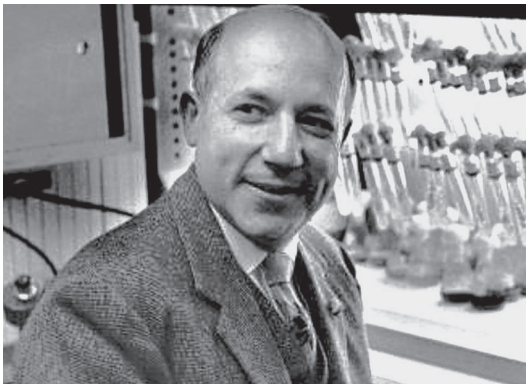
Care este însemnătatea fotosintezei pentru existenţa biosferei? Datorită fotosintezei organismele fotosintetice absorb energia luminii solare şi o transformă în legături chimice ale hidraţilor de carbon sintetizaţi de ele. Când organismele heterotrofe (animalele, ciupercile etc.) consumă autotrofe vii sau resturile lor, atunci împreună cu hrana primesc şi energia acumulată în ele. Deci, existenţa biosferei este posibilă anume datorită fotosintezei.

Plantele verzi şi cianobacteriile, absorbind bioxidul de carbon şi eliminând oxigen, menţin componenţa stabilă de gaze a atmosferei. În afară de aceasta, sub influenţa razelor cosmice oxigenul se transformă în ozon (O_3), care formează stratul de ozon (ecranul) atmosferei. El absoarbe razele cosmice ultrascurte (ultraviolete), care influenţează păgubitor asupra materiei vii. Atâta timp cât el n-a existat, viaţa putea să existe numai în apă, deoarece apa absoarbe razele ultraviolete cu unde scurte.

Prin urmare, plantele sunt un intermediar deosebit în ceea ce priveşte ajungerea energiei luminii solare la alte fiinţe vii de pe planeta noastră, care n-o pot folosi nemijlocit pentru procesele schimbului plastic. Primul care a atras atenţia supra acestui lucru a fost renumitul savant K. A. Timireazev (des. 97), argumentând **principiile rolului cosmic al plantelor verzi.**

Anume datorită fotosintezei se menţine conţinutul stabil de oxigen în atmosferă. Oxigenul se foloseşte în procesul respirator al majorităţii organismelor. De aceea, putem spune fără exagerare, că viaţa pe planeta noastră fără plantele verzi nu poate exista. Plantele, astfel, constituie un laborator biochimic universal pentru crearea compuşilor organici din cei anorganici (des. 98).

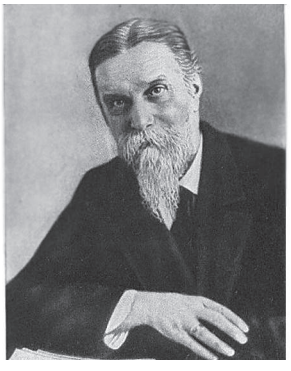
Asupra procesului de fotosinteză pot influenţa diferiţi factori externi. Astfel, productivitatea fotosintezei creşte în condiţiile asigurării mai bune cu apă a plantelor, iluminării lor optime, asigurării cu bioxid de carbon, datorită selecţiei soiurilor, orientate la sporirea eficienţei fotosintezei etc. Lipsa de umiditate frânează procesul de fotosinteză, chiar la



Des. 96. Savantul american ***Melvin Calvin*** *(1911–1997). El primul a descris ciclul de reacţii biochimice în timpul fazei de întuneric a fotosintezei. Pentru cercetările sale a primit Premiul Nobel*

Procesul ajungerii la celulele plantelor a CO_2 este numit *alimentația cu aer.*

Memorizăm: procesele fazei de întuneric este un exemplu de reacţii ale schimbului plastic sau de asimilare.



Des. 97. ***Timireazev Kliment*** *(1843–1920) – savant renumit în domeniul fiziologiei plantelor. El primul a demonstrat rolul clorofilei în procesele de fotosinteză și dependența intensității proceselor de fotosinteză de intensitatea iluminării plantelor. A formulat principiile rolului cosmic al plantelor verzi*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

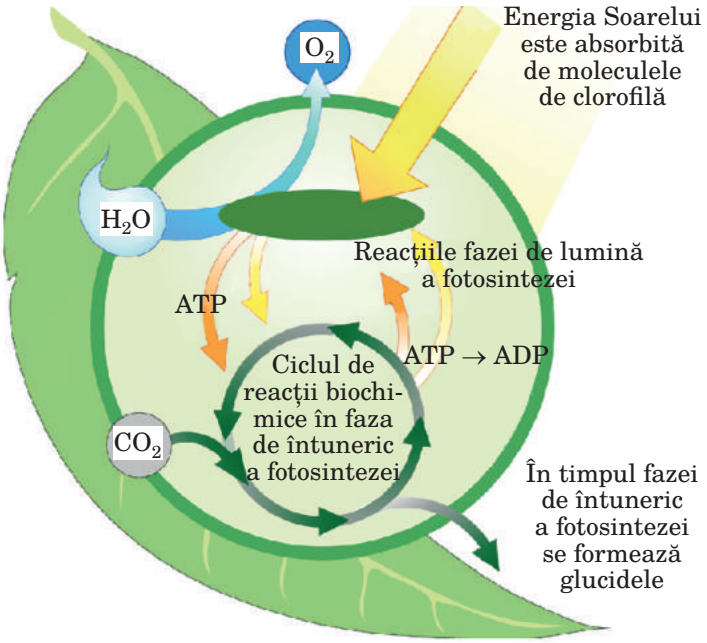
E interesant să ştim

Dacă la cianobacterii pigmentul de fotosinteză este clorofila, la bacteriile purpurii şi verzi sulfuroase – clorofila bacteriană.

E interesant să ştim

Anual, datorită fotosintezei pe Pământ sunt create aproximativ circa 150 miliarde tone de hidraţi de carbon şi sunt degajate 200 miliarde tone de oxigen în formă de gaz. În total, plantele folosesc pentru fotosinteză numai 2–5 % de energie solară care ajunge pe suprafaţa planetei noastre. În decursul anului vegetaţia Pământului produce circa 10^{17} kJ de energie, ceea ce depăşeşte cu mult cantitatea de energie a bogăţiilor subterane, consumată de omenire în decursul anului. Însuşi aceste bogăţii subterane (petrolul, gazul, cărbunele) nu sunt altceva decât produse ale fotosintezei plantelor străvechi. Savanţii au calculat că productivitatea anuală a fotosintezei conţine de 10 ori mai multă energie decât este necesar pentru satisfacerea necesităţilor populaţiei actuale a planetei.

Des. 99. ***Serghii Vinogradski*** *(1856–1953). S-a născut în or. Kiev. A descoperit procesul de chemosinteză. A cercetat procesele de circulaţie a Nitrogenului în natură*



Des. 98. Frunza verde – un laborator biochimic universal. ***Temă.*** *Urmăriţi legăturile între fazele de lumină şi de întuneric ale fotosintezei*

intensitatea optimă a iluminării şi a concentraţiei de CO_2 în atmosferă. Viteza reacţiilor în faza de întuneric a fotosintezei creşte odată cu creşterea temperaturii, însă la temperatura de +30°C şi mai mult, ea încetineşte, iar la temperaturi prea mari procesul de fotosinteză în genere se opreşte.

În afară de organisme fotosintetice, pot crea compuşi organici din anorganici şi anumite grupe de bacterii. Ele realizează aceste procese pe calea chemosintezei.

Ce este chemosinteza? Organismele chemosintetizante, sau **chemotrofele** (de greacă *chemea* – chimia şi *trofe* – nutriţie) pentru sinteza compuşilor organici folosesc energia degajată în timpul oxidării compuşilor anorganici. La organismele chemotrofe aparţin diferite grupe de bacterii: nitrificatoare, metanogene, feruginoase, aerobe, chemotrofe etc. Procesul de chemosinteză a fost descoperit în 1887 de concetăţeanul nostru – remarcabilul microbiolog S. N. Vinogradski (des. 99).

Bacteriile chemosintetizante oxidează consecvent amoniacul până la nitriţi (săruri ale acidului azotos) şi apoi – până la nitraţi (săruri ale acidului azotic). Însemnătatea acestor procese este greu de apreciat, fiindcă nitraţii sunt necesari plantelor pentru nutriţia deplină. **Bacteriile feruginoase** primesc energie pe contul oxidării compuşilor din Fier bivalent la trivalent. Bacteriile chemotrofe aerobe fără culoare oxidează hidrogenul sulfurat şi alţi compuşi ai sulfului până la acid sulfat.

Care este rolul organismelor chemotrofe în natură? Organismele chemotrofe joacă un rol important în procesele de circulaţie a anumitor elemente chimice în natură. *Aminţiţi-vă;* ***circuitul substanţelor*** înseamnă migraţia anumitor compuşi între părţile vii (diferite grupe de fiinţe vii) şi nevii ale ecosistemelor. În cazul dat multe procese de transformare

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

a elementelor chimice în biosferă au loc numai cu participarea organismelor chemotrofe. În afară de aceasta organismele chemotrofe sunt capabile să sintetizeze compuşii organici în acele locuri ale biosferei, unde nu pătrunde lumina solară. Bacteriile feruginoase participă la crearea minereurilor de fier pe care le foloseşte omul.

Termeni şi noțiuni-cheie:

faza de întuneric a fotosintezei, ciclul Calvin, rolul cosmic al plantelor verzi, chemosinteza, organismele chemotrofe.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1 .Ce procese au loc în timpul fazei de întuneric a fotosintezei? 2. Ce condiții sunt necesare pentru realizarea fazei de întuneric a fotosintezei? 3. De ce procesele fazei de întuneric țin de reacțiile schimbului plastic? 4. De ce fără plantele verzi existența biosferei este imposibilă? 5. Ce este chemosinteza? 6. Ce este comun şi deosebit între organismele fototrofe şi chemotrofe? 7. Care organisme sunt predispuse la chemosinteză? 8. Care este însemnătatea biologică a proceselor de chemosinteză?

Chibzuiți

Ce este comun şi deosebit între procesele de chemosinteză şi fotosinteză?

Pe scurt despre principalul

Reacțiile fazei de întuneric a fotosintezei au loc în mediul intern al cloroplastelor şi ziua, şi noaptea. Pe contul fixării CO_2 şi folosirii energiei ATP în procesul ciclului de reacții biochimice sunt sintetizați hidrații de carbon (de exemplu, glucoza).

Organismele fotosintetizante absorb din cosmos energia razelor solare şi o transformă în energia legăturilor chimice ale hidraților de carbon sintetizați. Aceşti compuşi sunt consumați de organismele-heterotrofe. Plantele verzi şi cianobacteriile, acumulând bioxidul de carbon şi eliminând oxigen, influențează şi asupra componenței gazelor din atmosferă.

Chemotrofele folosesc energia pentru sinteza compuşilor organici din cei anorganici, care se degajează în timpul oxidării compuşilor anorganici.

TEST PENTRU CONSOLIDAREA CUNOŞTINȚELOR

Alegeți din răspunsurile propuse pe cel corect

1. Indicați organitele care conțin clorofilă: a) mitocondriile; b) cloroplastele; c) vacuolele; d) complexul Golgi.
2. Indicați numărul moleculelor de ATP, care se sintetizează în timpul etapei fără oxigen a schimbului energetic: a) 2; b) 4; c) 38; d) moleculele de ATP nu se sintetizează.
3. Indicați numărul moleculelor de ATP, care se sintetizează în timpul etapei cu oxigen a schimbului energetic: a) 1 moleculă; b) 4 molecule; c) 36 molecule; d) 38 molecule.
4. Alegeți faza fotosintezei, în timpul căreia sunt sintetizate moleculele de ATP: a) de întuneric; b) de lumină; c) atât în faza de lumină, cât şi în cea de întuneric; d) în procesul de fotosinteză moleculele de ATP nu se sintetizează.
5. Indicați sursa de energie, pe care o folosesc organismele în timpul chemosintezei: a) se eliberează în timpul scindării compuşilor organici; b) se eliberează în timpul oxidării compuşilor anorganici; c) se eliberează în timpul scindării moleculelor de ATP; d) energia solară.
6. Indicați organitele la care are loc etapa cu oxigen a schimbului energetic: a) mitocondriile; b) cloroplastele; c) complexul Golgi; d) vacuolele cu suc celular.
7. Numiți procesele, în timpul cărora sunt sintetizate moleculele de ATP: a) faza de lumină a fotosintezei; b) faza de întuneric a fotosintezei; c) etapa de pregătire a schimbului energetic; d) faza de lumină a chemosintezei.
8. Numiți condițiile fără care procesul de fotosinteză devine imposibil: a) lipsa bioxidului de carbon în atmosferă; b) lipsa de glucoză în celule; c) lipsa cloroplastelor; d) lipsa mitocondriilor.
9. Numiți organismele care realizează chemosinteza: a) plantele verzi; b) animalele; c) ciupercile; d) bacteriile nitrificatoare.
10. Indicați organismele care realizează fotosinteza: a) cianobacteriile; b) animalele multicelulare; c) ciupercile; d) bacteriile nitrificatoare.
11. Numiți procesele biochimice care aparțin schimbului plastic: a) respirația; b) oxidarea compuşilor organici; c) oxidarea compuşilor anorganici; d) chemosinteza.
12. Numiți procesele biochimice, care aparțin schimbului energetic: a) faza de întuneric a fotosintezei; b) sinteza proteinelor; c) dublarea ADN; d) scindarea compuşilor organici fără oxigen.
13. Indicați proveniența electronilor, pe contul cărora se înnoieşte fotosistemul I: a) provine din fotosistemul II; b) proprii, care revin la nivelul lor energetic; c) se eliberează în timpul scindării moleculei de apă; d) se eliberează în timpul scindării NADP.
14. Numiți procesul, în timpul căruia se degajează oxigenul molecular: a) etapa cu oxigen a schimbului energetic; b) faza de lumină a fotosintezei; c) faza de întuneric a fotosintezei; d) respirația anaerobă.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Creați perechi logice

15. Stabiliți corespunderea între etapele schimbului energetic şi numărul moleculelor de ATP, care în timpul acestor etape sunt sintetizate.

1 de pregătire
2 fără oxigen
3 cu oxigen

A 38 molecule
B 36 molecule
C 2 molecule
D moleculele de ATP nu se sintetizează

16. Stabiliți corespunderea între procesele biologice şi locul desfăşurării lor.

1 chemosinteza
2 faza de lumină a fotosintezei
3 ciclul Krebs
4 faza de întuneric a fotosintezei

A tilacoidele
B stroma cloroplastelor
C nucleul
D mitocondriile
E celulele unor procariote

17. Determinați corespunderea proceselor biochimice unui anumit tip de metabolism.

1 reacțiile schimbului energetic
2 reacțiile schimbului plastic
3 reacțiile atât ale schimbului plastic, cât şi ale schimbului energetic

A biosinteza proteinelor
B fotosinteza
C scindarea lipidelor

Exerciții cu alegerea a trei răspunsuri corecte din trei grupuri de variante ale răspunsurilor propuse

18. Caracterizați rolul diferitor organite în metabolismul celulei.

Cloroplastele	Lizozomii	Mitocondriile
1) asigurarea ciclului Krebs	1) asigurarea fazei de lumină a fotosintezei	1) articiparea la etapa de pregătire a schimbului energetic
2) asigurarea ciclului Calvin	2) asigurarea fazei de întuneric a fotosintezei	2) participarea la etapa fără oxigen a schimbului energetic
3) efectuarea chemosintezei	3) scindarea compuşilor complecşi în simpli	3) participarea la etapa cu oxigen a schimbului energetic

19. Caracterizați echilibrul energetic al diferitor etape ale schimbului energetic

De pregătire	Fără oxigen (anaerob)	Cu oxigen (aerob)
1) sunt sintetizate 2 molecule de ATP	1) sunt sintetizate 2 molecule de ATP	1) sunt sintetizate 34 molecule de ATP
2) sunt sintetizate 4 molecule de ATP	2) sunt sintetizate 6 molecule de ATP	2) sunt sintetizate 36 molecule de ATP
3) moleculele de ATP nu se sintetizează	3) sunt sintetizate 8 molecule de ATP	3) sunt sintetizate 38 molecule de ATP

20. Caracterizați procesele metabolismului.

Chemosinteza	Faza de lumină a fotosintezei	Faza de întuneric a fotosintezei
1) eliberarea energiei în rezultatul oxidării compuşilor anorganici	1) sinteza moleculelor de ATP	1) sinteza moleculelor de ATP
2) eliberarea energiei în rezultatul oxidării compuşilor organici	2) sinteza glucozei din compuşi anorganici	2) sinteza glucozei din compuşi anorganici
3) eliberarea energiei în rezultatul scindării fără oxigen a compuşilor anorganici	3) eliberarea energiei în rezultatul oxidării compuşilor anorganici	3) eliberarea energiei în rezultatul oxidării compuşilor anorganici

Întrebări cu răspuns deschis

21. Cum se produce schimbul de substanțe între celulă şi mediul ambiant al ei? Argumentați răspunsul.
22. Care organite ale celulei eucariote participă la sinteza compuşilor organici?
23. Se ştie că în procesul scindării totale a unei molecule de glucoză se degajează energie, suficientă pentru sinteza a 38 molecule de ATP. Care este cantitatea acestei energii, dacă se ia în calcul faptul că la etapa fără oxigen se acumulează circa 40 % de energie, iar la etapa cu oxigen – circa 55 %?

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

TEMA 4. PĂSTRAREA ŞI REALIZAREA INFORMAȚIEI EREDITARE

În această temă veţi afla despre:

- particularitățile de organizare a genelor şi genomilor organismelor procariote şi eucariote;
- legitatea codării informației ereditare (codul genetic);
- mecanismele de realizare a informației ereditare în celulă (biosinteza proteinelor şi rolul diferitor tipuri de molecule ARN în aceste procese);
- ciclul celular şi mecanismele divizării celulelor eucariote (mitoza şi meioza);
- structura celulelor sexuale şi procesele de fertilizare;
- legitatea dezvoltării embrionare şi postembrionare a organismelor.

§20. PARTICULARITĂȚILE ORGANIZĂRII GENELOR ŞI GENOMILOR LA ORGANISMELE PROCARIOTE ŞI EUCARIOTE

Amintiţi-vă ce sunt genele, biopolimerii. Unde în celulele eucariotelor și procariotelor se păstrează informația ereditară? Ce este denaturarea și renaturarea? Care sunt structura și funcțiile moleculelor de ADN și ARN? Ce sunt cromozomii, cariotipul?

Ce sunt genele? Care sunt particularităţile structurii lor? Toate organismele au o particularitate universală – ereditatea, adică capacitatea de a transmite urmaşilor indicii şi particularităţile dezvoltării individuale. Unitatea eredităţii la toate organismele este **gena –** segment al moleculei de ADN. Ea codează informaţia ereditară despre structura unei anumite proteine, acidului nucleic sau îndeplineşte funcţii regulatorii.

Din punct de vedere funcţional, gena este o unitate integră a eredităţii, fiindcă orice dereglare a structurii ei poate schimba informaţia codată în ea sau duce la pierderea acesteia. Dimensiunile unor gene aparte pot fi diferite – de la câteva zeci de perechi până la câteva zeci de mii de perechi de nucleotide.

Amintiţi-vă: genele procariotelor şi eucariotelor, care codează structurile altor molecule, sunt numite ***structurale.*** Genele, care codează proteine deosebite, ce reglează desfăşurarea proceselor biochimice (le intensifică sau le stopează) în celulă, sunt numite ***regulatoare***.

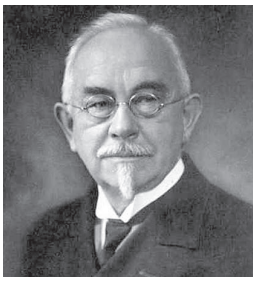
Genele eucariotelor au o structură mozaică: sunt segmente ale genelor care codifică informaţia ereditară şi segmente care nu o codează (des. 101). Segmentele genei, care codează informaţia ereditară, sunt numite ***exoni***, iar cele care nu codează – ***introni***. Numărul intronilor în interiorul genelor este diferit: în genele hemoglobinei – 2, în cele ale albuşului oului – 7, în cele ale proteinei-colagene ale găinii – 51.

Care este structura genomului în diferite grupe de organisme? Ştiţi deja că moleculele de ADN, interacţionând cu proteinele nucleului, intră în componenţa cromozomilor (excepţie fac moleculele de ADN, pe care le conţin mitocondrii şi cloroplastele). Garnitura stabilită în nucleul cromozomilor este numită ***cariotip.*** Fiecare genă ocupă o anumită poziţie în cromozom, numit ***locus.***

Memorizăm: în succesivitatea nucleotidelor moleculelor de ADN este înscrisă informația ereditară despre toate particularitățile celulei şi organismului.

E interesant să ştim

Termenul „genă” a fost propus în 1909 de către savantul danez **W. Johannsen** (des.100).

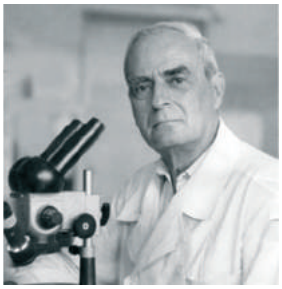


Des. 100. ***Wilhelm Ludvig Johannsen*** *(1857–1927). A introdus noțiunile de bază în biologie „genă”, „genotip”, „fenotip”, „populația”*

Des. 101. Modelul cu exoni şi introni al structurii genei:
– introni; – exoni

Memorizăm: însemnătatea regulatoare a genelor constă în aceea că, reglând procesele biochimice în celulă, ele asigură acomodarea la schimbările în mediul care o înconjoară.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 102. ***Gherşenzon Serhii*** *(1906–1998) pentru prima dată a descoperit fenomenul genelor „săltătoare”, cercetând factorii care condiționează schimbarea materialului ereditar – mutațiile (despre ele veți afla din § 37)*

Memorizăm: fiecare cromozom neomolog (adică cromozomii din diferite perechi) are grupa sa de gene. În schimb, cromozomii omologi au o garnitură de gene asemănătoare.

E interesant să ştim

O anumită genă poate avea multe alele – câteva zeci şi mai multe. De exemplu, lucerna are o genă care determină incapacitatea de autopolinizare, ea dispune de circa 200 de alele.

Memorizăm: un anumit gen determină un anumit indice, de exemplu, culoarea ochilor. Alelele genei determină diferite variante ale acestui indice. De exemplu, la om ochii pot fi albaştri, căprui, verzi etc. Deci, culoarea ochilor este un indice, iar culoarea concretă a lor este o anumită variantă a indicelui.

Genele se află în cromozom de-a lungul lui, în ordine liniară: una după alta. Ele nu se suprapun una cu alta.

E interesant să ştim

Anterior se credea că genele ocupă numai locul lor determinat în componența moleculei de acid nucleic. Însă, în anii 60 ai secolului al XX-lea savanții au clarificat că fragmentele de ADN sunt capabile să se mute de la un segment la altul. Dacă un asemenea fragment nimereşte în nucleotidele succesive, codate ale unei anumite gene, atunci această genă îşi pierde funcțiile. Dacă într-o astfel de genă „săltătoare” nimereşte alături de altă genă, atunci funcțiile ei se pot schimba. Deci, există programe genetice care condiționează restructurarea unor anumitor segmente ale moleculei de ADN. Aceasta diversifică materialul ereditar. Fenomenul genelor „săltătoare” a fost descoperit pentru prima dată de geneticul ucrainean, **Serhii Gherşenzon** (des. 102).

Totalitatea moleculelor de ADN, disponibile pentru garnitura haploidă de cromozomi, se numeşte **genom**. Totalitatea informaţiei genetice, codată în genele unei celule diploide sau poliploide aparte sau a întregului organism se numeşte **genotip**.

În cromozomii omogeni unele şi aceleaşi gene ocupă locusuri identice. Ele codează anumiţi indici, de exemplu forma fructelor de roşii. Însă, fructele de roşii au forme diferite: sferice, plate, asemănătoare cu prunele, perele sau ovale (des. 103, 1). Se întâmplă aceasta din cauza că o anumită genă se poate afla în diferite variante. Variantele diverse ale unei gene se numesc ***alele,*** iar însăşi genele – ***alele***. Genele alele sunt plasate în unul şi acelaşi locus în cromozomii omogeni.

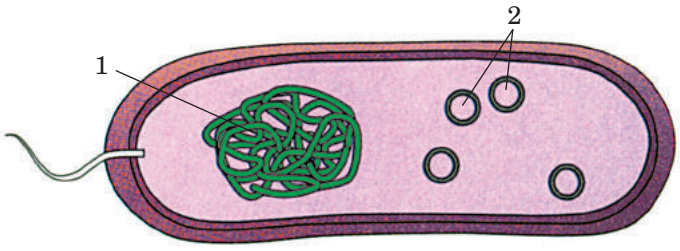
În organismele diploide (2n) pot fi ori două alele la fel ale unei anumite gene, sau diferite. Diferite alele ale uneia şi aceiaşi molecule în mod diferit pot influenţa una asupra alteia. În acest caz apare varianta indicilor, care este determinată numai de una din cele două alele, o altă variantă parcă dispare. Mai rar una din genele alele deprimă doar parţial manifestarea celeilalte sau în genere nu o deprimă.

Oare din punct de vedere biologic este o necesitate ca o genă să fie reprezentată de multe alele? Da, cu cât mai multe alele are o anumită genă, cu atât mai multe variante ale unor indici anumiţi apar la populaţie. De exemplu, iepurii au câteva alele, care determină diferite culori ale blănii: sălbatică, Chinchilla, de Himalaya etc. Există şi iepuri albinoşi, care nu au culoare (des. 103, 2).

1 2

Des. 103. Variantele indicelor, codate de alelele genelor: 1 – formele fructelor de roşii; 2 – culoarea blănii iepurilor

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 104. Materialul ereditar al celulei bacteriene: 1 – nucleoidul; 2 – plasmidele

Care este numărul genelor în genomul diferitor organisme? Cercetarea diferitor reprezentanţi ai procariotelor şi eucariotelor au demonstrat că numărul genelor la ei oscilează evident.

Amintiţi-vă: celulele procariotelor – arheele şi bacteriile – nu au nucleu format. Materialul ereditar al lor se păstrează în molecula ADN circular – neseparată de citoplasmă cu înveliş membranar. Ea este situată în zona nucleară a citoplasmei – **nucleoidului** (des. 104, 1).

E interesant să ştim

Lungimea moleculei de ADN circular a E.coli este de 1,6 mm.

ADN al E.coli, de exemplu, este compus din 4,6 milioane de perechi de nucleotide, iar numărul genelor structurale e de circa 4100, iar circa 120 de gene codează moleculele de ARN. În afară de aceasta, ea conţine un număr mare de gene regulatoare, care influenţează asupra funcţionării celor structurale. Dimensiunea medie a unei gene bacteriene este de circa 950 perechi de nucleotide.

După cum ştiţi, în citoplasma celulelor mai multor bacterii concomitent cu molecula de ADN circular se află şi molecule mici de ADN circular. Acestea sunt plasmidele – factorii ereditari extracromozomiali (des. 104, 2). De obicei, ei conţin gene, care sporesc rezistenţa bacteriilor la factorii nefavorabili ai mediului ambiant, în deosebi la antibiotice. Plasmidele pot fi transmise de la o celulă a bacteriei la alta.

Cu mult mai complicată este structura genomului eucariotelor. De exemplu, în genomul omului sunt circa 20 000–25 000 gene structurale (la păsări – până la 30 000), şi încă 8000 de gene codează diferite molecule de ARN (ARN-t, ARN-r etc.). Numărul ADN în nucleu depăşeşte necesitatea pentru codarea tuturor genelor structurale de 8–10 ori. Pricinile acestui fenomen sunt diferite. În primul rând, ADN, stabilit în nucleul eucariotelor, conţine multe succesiuni, fiecare dintre ele se repetă până la sute de mii de ori. În al doilea rând, o mare parte a ADN în genere nu conţine informaţie ereditară (*segmente care nu codează).* Acestea sunt, de exemplu, succesiunile nucleotidelor, care despart genele vecine.

E interesant să ştim

În unele cazuri segmentele necodate ale moleculei de ADN pot constitui 80–90 %, pe când cele care codează structura moleculelor de proteine sau de ARN – numai 10–20 %.

Odată cu creşterea nivelului dezvoltării evoluţioniste dimensiunea genelor eucariotelor creşte anume pe contul succesiunilor necodate. Astfel, garnitura de cromozomi haploidă a nematodelor conţine 100 milioane perechi de nucleotide, a

Albinism (din latină *albus* – alb) – lipsa înnăscută a pigmenților pielii, blănii, penelor, sprâncenelor la animale şi oameni. Albinismul este condiționat de incapacitatea pigmenților celulelor pielii de a crea pigmentul întunecat – melanina.

Memorizăm: genotipul este un sistem integrat, în care anumite gene interacționează între ele.

Pe scurt despre principalul

Celulele fiecărei specii de eucariote au garnitura lor deosebită de cromozomi – cariotipul. Totalitatea informației genetice, codată în toate genele unei anumite celule sau a întregului organism, se numeşte „genotip”. Totalitatea moleculelor de ADN, care au garnitură de cromozomi haploidă, se numeşte „genom”.

Genele sunt divizate în gene structurale (codează structura proteinelor şi ARN) şi regulatoare (influențează asupra activității genelor structurale şi participă la procesele de replicare a ADN şi la transcrierea informației ereditare pe moleculele de ARN). Genele structurale sunt compuse din anumite blocuri. Unele din ele sunt exonii – transcrişi în ARN-m şi poartă informația în structurile anumitor compuşi, alții – intronii – nu. Odată cu ridicarea nivelului de organizare, devine mai complicată şi organizarea genomului.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

drosofilei – 130 milioane, a găinii – circa 1 milion, a mamiferelor (şi a omului, de asemenea) – circa 3,3 mlrd. perechi de nucleotide. Între speciile care aparţin la grupe sistematice apropiate, se observă gradul înalt al asemănării succesivităţii nucleotidelor genomului. Aşadar, genomul omului este asemănător cu cel al şoarecelui în proporţie de 80 la sută, a omului şi cimpanzeului – în proporţie de 99 la sută. Analiza comparativă a genomilor diferitor organisme este o metodă importantă a sistematicii contemporane, care oferă posibilitatea stabilirii gradului de înrudire.

Termeni şi noţiuni-cheie:

ereditate, genă, gene structurale şi regulatoare, exoni, introni, cariotip, genom, genotip, locus, gene alele, plasmide.

Verificaţi-vă cunoştinţele obţinute

1. Ce este ereditatea? 2. Ce sunt genele şi genotipul? 3. Ce tipuri de gene există? 4. Care este structura genelor structurale ale eucariotelor? 5. Explicaţi esenţa noţiunii „indice” şi variantele ei. 6. Care gene sunt numite alele?

Chibzuiţi

Ce este comun şi deosebit în noţiunile „genom” şi „genotip”?

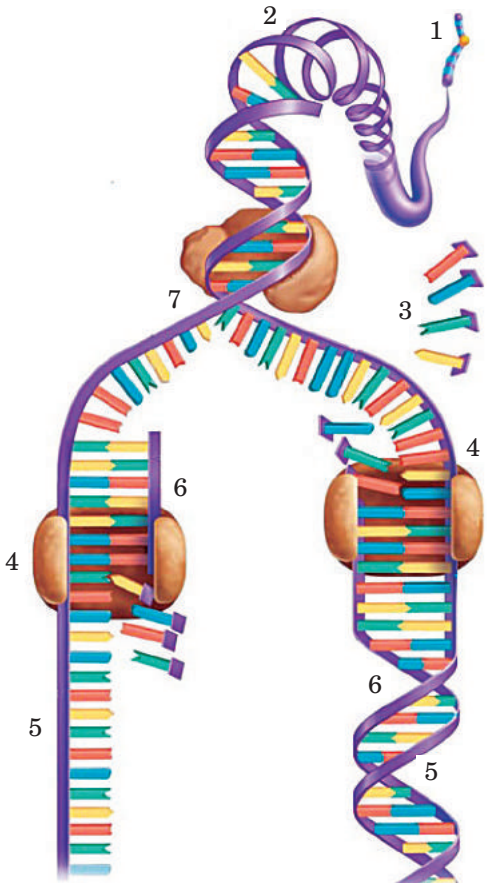
§21. ROLUL DIFERITOR TIPURI DE MOLECULE DE ARN ÎN CODAREA ŞI REALIZAREA INFORMAŢIEI EREDITARE. CODUL GENETIC

Amintiţi-vă, care sunt tipurile moleculelor acizilor nucleici. În ce constă principiul complementarităţii? Care este structura proteinelor? Care este structura reticulului endoplasmatic şi ribozomilor? Ce este gena, care este structura genelor eucariotelor? Care sunt structura şi proprietăţile mitocondriilor şi plastidelor?

Diferite tipuri de molecule ale acizilor nucleici joacă un anumit rol în procesele de codare, păstrare şi realizare a materialului ereditar. Rolul principal în aceste procese le revine moleculelor de ADN, care sunt capabile la autodublare. Acest proces asigură transmiterea exactă a informaţiei ereditare de la celula-mamă la celulele-fiice.

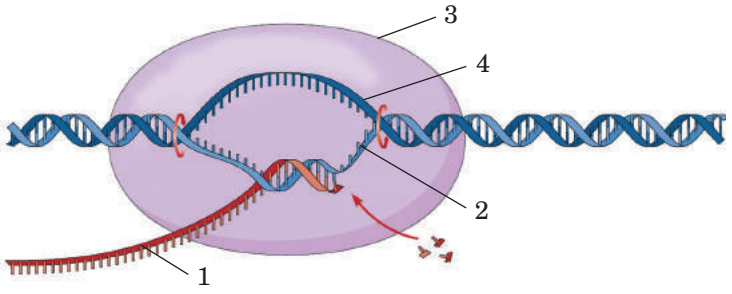
Procesul de autodublare a moleculelor de ADN sau replicarea se bazează pe principiul complementarităţii: succesivitatea nucleotidelor în lanţul nou-creat al moleculelor de ADN este determinată de plasarea nucleotidelor complementare în lanţul moleculei materne. În timpul replicării, două lanţuri ale moleculei materne de ADN, cu participarea fermenţilor respectivi, se despletesc, şi fiecare dintre ele devine matrice pentru sinteza noului lanţ. Fermentul special asigură unirea succesivă a nucleotidelor la capătul lanţului ce se sintetizează. Acest ferment catalizează, de asemenea, reacţia creării legăturii covalente între nucleotidele vecine (des. 105).

Tipul nicleotidului (unul din patru: **A, T, G** sau **C**), care aderă, este determinat de acel lanţ al moleculei de ADN, care serveşte drept matriţă: nucleotidul care a aderat trebuie să fie complementar nucleotidului, plasat în punctul corespunzător al lanţului matern. În rezultat, se formează două molecule-



Des. 105. Procesul de replicare a moleculei de ADN: cu participarea fermentului se desfac legăturile de hidrogen şi pe fiecare lanţ matern, după principiul complementarităţii, se formează lanţul-fiică (găsiţi-le pe desen): 1 – cromozomul; 2 – fermenţii despletesc spirala dublă a moleculei-materne de ADN; 3 – nucleotide libere; 4 – fermentul specific; 5 – lanţul moleculei-mame de ADN serveşte drept matrice pentru sinteza celui nou; 6 – lanţul-fiică; 7 – furca replicată

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 106. Sinteza moleculei de ARN-m (1) pe unul din lanţurile moleculei de ADN (2). Acest proces este asigurat de fermentul special (3). Al doilea lanţ de ADN (4) în acest moment rămâne neactiv

fiice identice moleculei de ADN, fiecare dintre care este o copie exactă a moleculei-mame (des. 105).

Toate tipurile de ARN (ARN-m, ARN-t, ARN-r) sunt sintetizate, de asemenea, după principiul complementarităţii pe moleculele de ADN (des. 106). Aceste reacţii sunt asigurate de anumiţi fermenţi.

Deci, în sistemele biologice anumite reacţii biochimice au asemenea particularităţi când o moleculă serveşte drept bază – matrice – pentru sinteza alteia. Astfel, molecula de ADN serveşte drept matrice pentru sinteza diferitor tipuri de molecule ARN, iar molecula ARN-m – pentru moleculele proteice. Asemenea procese biochimice sunt numite **reacţii ale sintezei matrice.** Ele ne amintesc de metodele industriale, când dintr-o singură formă-matriţă se obţin multe detalii. De exemplu, cu ajutorul unei matriţe pot fi tipărite multe bancnote sau bătute multe monede. La fel şi în timpul reacţiei sintezei matrice noile molecule sunt create în conformitate cu planul de structură al moleculei-matrice: monomerii moleculei, care se sintetizează, sunt plasaţi în corespundere exactă cu plasarea monomerilor în celula-matrice.

O particularitate importantă a moleculelor de ADN este capacitatea lor de a se reînnoi – **reparare.** În timpul reparării ADN sunt corectate deteriorările şi greşelile. De exemplu, greşeli în succesivitatea nucleotidelor lanţului de ADN nou-sintetizat pot să apară (cu o anumită frecvenţă mică) în timpul replicării, când nucleotidul este necomplementar nucleotidului din matrice. Moleculele de ADN pot fi afectate sub influenţa diferitor compuşi chimici (atât molecule proprii ale celulei, cât şi altele care au nimerit din exterior), radiaţiei, razelor ultraviolete etc. În asemenea cazuri fermenţii sistemului de reparare de obicei taie din lanţ un mic segment cu defectul respectiv sau cu un nucleotid întâmplător, după ce fermentul ADN-polimeraza creează un fragment normal, folosind alt lanţ ca matrice (des. 107).

Ce este codul genetic? Care sunt particularităţile lui? În organismele vii se creează o cantitate enormă de proteine. Informaţia despre structura fiecăreia dintre ele se păstrează în celule. Sistemul unic de codare a informaţiei ereditare pentru toate organismele vii – **codul genetic** – se păstrează în celulă sub forma unei anumite succesivităţi a nucleotidelor moleculelor acizilor nucleici. Anume această succesivitate a nucleotidelor şi determină ordinea aflării resturilor de aminoacizi în lanţul polipeptidic în timpul sintezei.

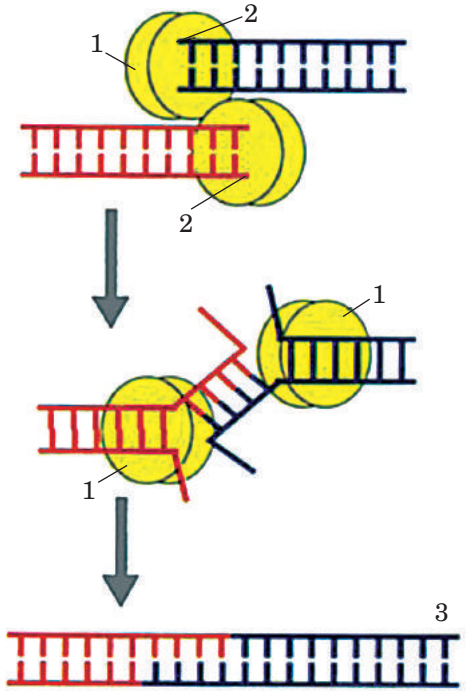
Savanţii au descoperit că fiecare aminoacid în lanţul polipeptidic este codat într-o anumită succesivitate din trei nucleotide – aşa-numitul, **triplet**. Patru nucleotide diferite de ADN sau ARN pot crea 64 de combinaţii (4^3=64). Deci, există 64 de diferite triplete. Deoarece sunt cunoscute numai 20 de aminoacizi standard, se poate presupune că unul şi acelaşi

E interesant să ştim

Procesul de replicare este ***semiconservativ:*** fiecare din cele două molecule-fiice de ADN create primeşte un lanţ de la molecula maternă, iar al doilea se sintetizează pe el după principiul complementarităţii din nucleotide libere. Anume datorită acestui fapt molecule-fiice de ADN sunt copia exactă a celulei-mame.

E interesant să ştim

În afară de nucleu, în mitocondriile şi cloroplastele celulelor eucariote are loc replicarea ADN mitocondrial şi cloroplastic. Dublarea moleculelor de ADN precedă divizarea acestor organite.



Des. 107. Procesul de reparare (corectare) a moleculelor de ADN: proteinele (1) identifică cozile moleculelor de ADN defectate (2) şi le dezunesc; 3 – fragmentul reînnoit al moleculei de ADN

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Memorizăm: reacțiile sintezei matrice sunt baza uneia din principalele particularități ale sistemului biologic – capacitatea de autogenerare.

aminoacid poate fi codat de câteva diferite triplete (*vezi tabelul 5*). S-a stabilit, că majoritatea aminoacizilor standard (18 din 20) sunt codaţi de câteva triplete (de la două până la şase) şi numai două – de unul.

Faptul că unul din aminoacizi poate fi codat de câteva triplete are o mare însemnătate biologică, deoarece sporeşte siguranţa codului genetic. Deci, înlocuirea întâmplătoare a restului unei baze azotate într-un anumit triplet cu altul nu întotdeauna este însoţită de schimbări în structura întreruptă a proteinei. În tabelul 5 vom găsi triplete, care codează aminoacidul leucina (LEU). Presupunem că într-o anumită moleculă acest aminoacid este codat de tripletul CUU. În rezultatul schimbărilor în acest triplet ultimul nucleotid (U) poate fi înlocuit cu altul, de exemplu cu A. Însă tripletul, care se formează – CUA, totuna codează aminoacidul leucina.

Cu ajutorul tabelului 5 se poate determina care anume aminoacid este codat de un anumit triplet. Primul nucleotid din triplet este luat din stâlpul vertical din stânga, al doilea – din cel de sus orizontal şi al treilea – din cel vertical din dreapta. În locul intersecţiei liniilor se află informaţia, care urmează să fie determinată. Vă amintim că în tabel au fost incluşi tripletele ARN-m şi nu ale ADN.

Tabelul 5

CODUL GENETIC

Prima bază	Baza a doua				Baza a treia
	U	C	A	G	
U	FEN	SER	TYR	CYS	U
	FEN	SER	TYR	CYS	C
	LEU	SER	Codon stop	Codon stop	**A**
	LEU	SER	Codon stop	TRP	G
C	LEU	PRO	HIS	ARG	U
	LEU	PRO	HIS	ARG	C
	LEU	PRO	GLN	ARG	**A**
	LEU	PRO	GLN	ARG	G
A	ILE	TRE	ASN	SER	U
	ILE	TRE	ASN	SER	C
	ILE	TRE	LYZ	ARG	**A**
	MET	TRE	LYZ	ARG	G
G	VAL	ALA	ASP	GLI	U
	VAL	ALA	ASP	GLI	C
	VAL	ALA	GLU	GLI	**A**
	VAL	ALA	GLU	GLI	G

Notă. În tabel au fost indicate (nu pentru a fi memorizate) denumirile aminoacizilor, codaţi de tripletele ARN-m: alanina (ALA), arginina (ARG), asparagina (ASN), acidul asparaginic (ASP), valina (VAL), histidina (HIS), glicina (GLI), glutamina (GLN), acidul glutaminic (GLU), izoleucina (ILE), leucina (LEU), lizina (LIZ), metionina (MET), propina (PRO), serina (SER), tirozina (TIR), treonina (TRE), triptofana (TRI), fenilalanina (FEN) şi cisteina (CIS), MET – tripletul de start

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

O altă particularitate a codului genetic constă în aceea că fiecare triplet codează un anumit aminoacid. Deci, ***codul genetic este uniform***. În afară de aceasta, ***codul genetic este universal*** – unic pentru toate organismele: de la bacterii la om.

Codul genetic nu se suprapune, informaţia genetică la procariote şi eucariote de obicei poate fi citită numai printr-o singură metodă. Succesivitatea nucleotidelor poate fi citită începând de la un anumit punct într-o singură direcţie, care determină ordinea citirii tripletelor întregului lanţ de nucleotide. Această particularitate asigură recrearea precisă a moleculelor de proteină la indivizii diferitor generaţii. Începutul procesului de sinteză a moleculelor de proteină este determinat de tripletul **AUG**, numit *de start*. Informaţia genetică este citită succesiv – pas cu pas (des. 108). În codul genetic sunt, de asemenea, trei triplete (**UAA, UAG, UGA**), fiecare dintre ele semnalează despre încetarea sintezei lanţului polipeptidic. Ele sunt numite *codoni stop*.

AUG	CCA	GAU	CCC	GAA	...	UGA
met	pro	asp	pro	glu		codoni stop

Des. 108. Citirea informaţiei genetice

Analizaţi tabelul 6, atrageţi atenţia asupra faptului că tripletele UAA, UAG, UGA nu codează nici un aminoacid, spre deosebire de tripletul AUG.

Termeni şi noţiuni-cheie:

replicarea, reacția sintezei matrice, repararea moleculelor de ADN, codul genetic, tripletul.

Verificați-vă cunoştinţele obținute

1. Care este rolul ADN în codarea informației genetice? 2. Cum are loc replicarea moleculelor de ADN? 3. Cum are loc reparația moleculelor de ADN? 4. Ce înseamnă codul genetic şi care sunt particularitățile lui? 5. Care este însemnătatea biologică a faptului că majoritatea aminoacizilor din componența proteinelor sunt codați nu de unul, dar de câteva triplete? 6. Ce înseamnă reacțiile sintezei matrice? Care este însemnătatea lor biologică?

Chibzuiți

Ce înseamnătate are pentru existența organismelor capacitatea ADN de a se repara?

§22. BIOSINTEZA PROTEINELOR

Amintiți-vă structura proteinelor. Care aminoacizi sunt de înlocuit și care de neînlocuit? Care este structura reticulului endoplasmatic și ribozomilor? Care este structura acizilor nucleici? Care sunt tipurile moleculelor de ARN? Ce este gena? Care sunt funcțiile ribozomilor și reticulului endoplasmatic granulat?

După cum ţineţi minte, codul genetic în celulă se realizează pe calea biosintezei moleculelor proteice. Un rol important în aceste procese revine diferitor tipuri de molecule de ARN: ARN-m, ARN-r şi ARN-t. Mai toate organismele vii sunt capabile de a sintetiza nucleotidele în rezultatul succesiunii

Pe scurt despre principalul

O particularitate importantă a moleculelor de ADN este capacitatea lor de a se autodubla (replica) şi de reparare a deteriorărilor şi greşelilor (reparare). Funcțiile principale ale ADN sunt codarea, păstrarea informației ereditare şi transmiterea ei celulelor-fiice în timpul înmulțirii.

Tipul deosebit al reacțiilor biochimice, când o singură moleculă serveşte drept bază (matrice) pentru sinteza alteia, este numit „reacția sintezei matrice”.

Sistemul unic pentru toate organismele vii de păstrare a informației ereditare este numit „codul genetic”. El prezintă o anumită succesivitate a nucleotidelor moleculelor acizilor nucleici. Ea determină ordinea plasării resturilor aminoacizilor în lanțul polipeptidic în timpul sintezei acestuia. Particularitățile codului genetic sunt următoarele: el este triplet, universal, uniform (un triplet codează numai un singur aminoacid), majoritatea aminoacizilor sunt codați de câteva triplete, de obicei, este citit numai printr-o singură metodă, are o succesiune a nucleotidelor, care nu codează informația ereditară, dar separă numai anumite gene; sunt triplete care dau semnalul începerii sintezei moleculei, precum şi despre încetarea ei.

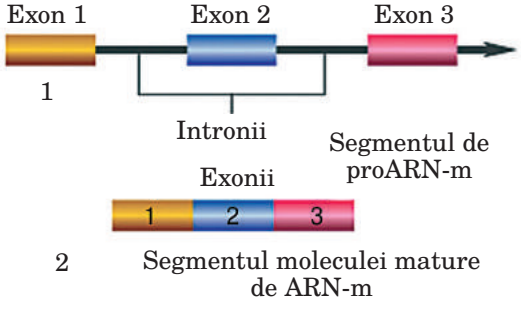
Memorizăm: sinteza moleculei proteice este ultima verigă a procesului de realizare a informației ereditare.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Procesele de transcriere a informației ereditare de pe moleculele de ADN pe moleculele de ARN-m se numesc **transcriere** (din latină – *transcriptio* – transcriere).

E interesant să ştim

În timpul transcrierii pe genă se sintetizează premergătorul ARN-m (proARN-m) – molecula care conține segmente, care corespund atât exonilor, cât şi intronilor genei proteice. Apoi intronii se taie, şi se adaugă cozile exonilor vecini. Acest proces original de „coacere" a moleculei de ARN-m se numeşte ***splicing*** (din engleză *splice* – încleierea capetelor) (des. 109). După încheierea acestui proces se creează o moleculă matură de ARN-m fără introni, care din nucleu trece în citoplasma celulei. O astfel de moleculă trece informația ereditară de la ADN la locul de sinteză a moleculei proteice – ribozomii. Astfel, molecula de ARN-m îndeplineşte funcția de matrice (de aici şi provine denumirea ei).



Des. 109. Structura ARN-m până (1) şi după (2) procesul de splicing

Memorizăm: molecula de ARN-t uneşte aminoacidul şi-l transportă la locul sintetizării moleculei de proteină. La transportarea complexului moleculei „ARN-t şi aminoacidul" participă microcilindrii şi microfibrele citoplasmei.

reacţiilor fermenţilor. Premergătorii nucleotidelor, care intră în componența acizilor nucleici, sunt aminoacizii.

Ce procese au loc în timpul biosintezei moleculelor proteice? *Amintiți-vă:* aminoacizii înlocuiți se pot sintetiza în organismul omului şi animalelor, cei neînlocuiți nimeresc în organism împreună cu hrana. Proteinele din hrană sunt prelucrate de organele sistemului digestiv, aceste procese se încheie în celulă. Anume în celulele cu aminoacizi sunt sintetizate proteinele, specifice organismului respectiv. Plantele şi unele microorganisme sunt capabile să sintetizeze de sine stătător aminoacizii necesari lor.

Mecanismul biosintezei proteinelor a fost clarificat în anii 50 ai secolului trecut. Ca şi biosinteza acizilor nucleici, el se desfăşoară după principiul reacțiilor matrice. Crearea fiecăruia din cei 20 de aminoacizi standard (principali) este un proces complicat, cu mai multe trepte, care catalizează mulți fermenți.

Etapa primară a biosintezei moleculei este legată de sinteza moleculei de ARN-m pe molecula de ADN (vezi des. 106). Un ferment deosebit desparte spirala dublă a ADN, şi pe unul din lanțurile ei, după principiul complementarității, este sintetizată molecula de ARN-m. Acest ferment asigură aderarea nucleotidelor complementare la lanțul ARN, care se sintetizează. În acest caz față-n față cu nucleotidele cu adenină din componența lanțului matrice de ADN în ARN se includ nucleotidele cu uracil.

Următoarea etapă a biosintezei proteinelor este numită **translarea** (din latină *translatio* – transmitere). Succesivitatea nucleotidelor în moleculele de ARN-m se transformă în succesivitatea resturilor de aminoacizi ai moleculei de proteină, care se sintetizează. Astfel este descifrată informația, transcrisă în succesivitatea nucleotidelor de ARN-m.

Deci, moleculele de ARN-m se sintetizează numai pe unul din lanțurile moleculei de ADN. Succesivitatea nucleotidelor moleculei de ARN-m este complementară succesiunii lanțului de ADN, pe care ea se sintetizează, şi coincide cu succesivitatea nucleotidelor din alte lanțuri, numită ***de codare*** sau ***de conținut***:

AUG_GCG_AUC_CGG – segment al ARN-m
TAC_CGC_TAG_GCC – lanțul de ADN, pe care se produce procesul de transcriere
ATG_GCG_ATC_CGG – cel de-al doilea lanț de ADN – de codare sau de conținut

Mai întâi în citoplasmă fiecare din aminoacizii, care urmează să intre în componența moleculei de proteină, cu participarea fermentului specific prin legătura covalentă, aderă la o anumită moleculă de ARN-t (des. 110; *amintiți-vă* structura moleculei de ARN-t). La desfăşurarea acestui proces se consumă energia, care se păstrează în formă de legături macroergice ale moleculei de ATP.

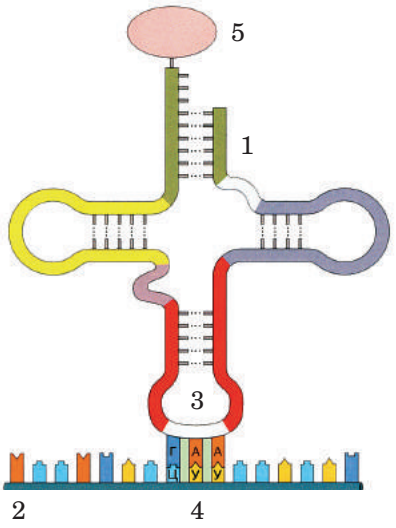
Translarea începe de la ***inițiere***: ARN-m se leagă cu ribozomul, apoi şi cu restul aminoacidului, aderat la o anumită moleculă de ARN-t. Astfel, molecula de ARN-m nimerește între două subunități ale ribozomului. *Amintiți-vă:* din componența subunităților ribozomilor fac parte molecule de proteină şi ARN-r. Structura moleculei de ARN-r determină structura şi activitatea funcțională a acestei organite. Împreună cu proteinele, ea asigură o anumită plasare a moleculelor de ARN-m şi ARN-t în timpul biosintezei moleculei de proteină.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

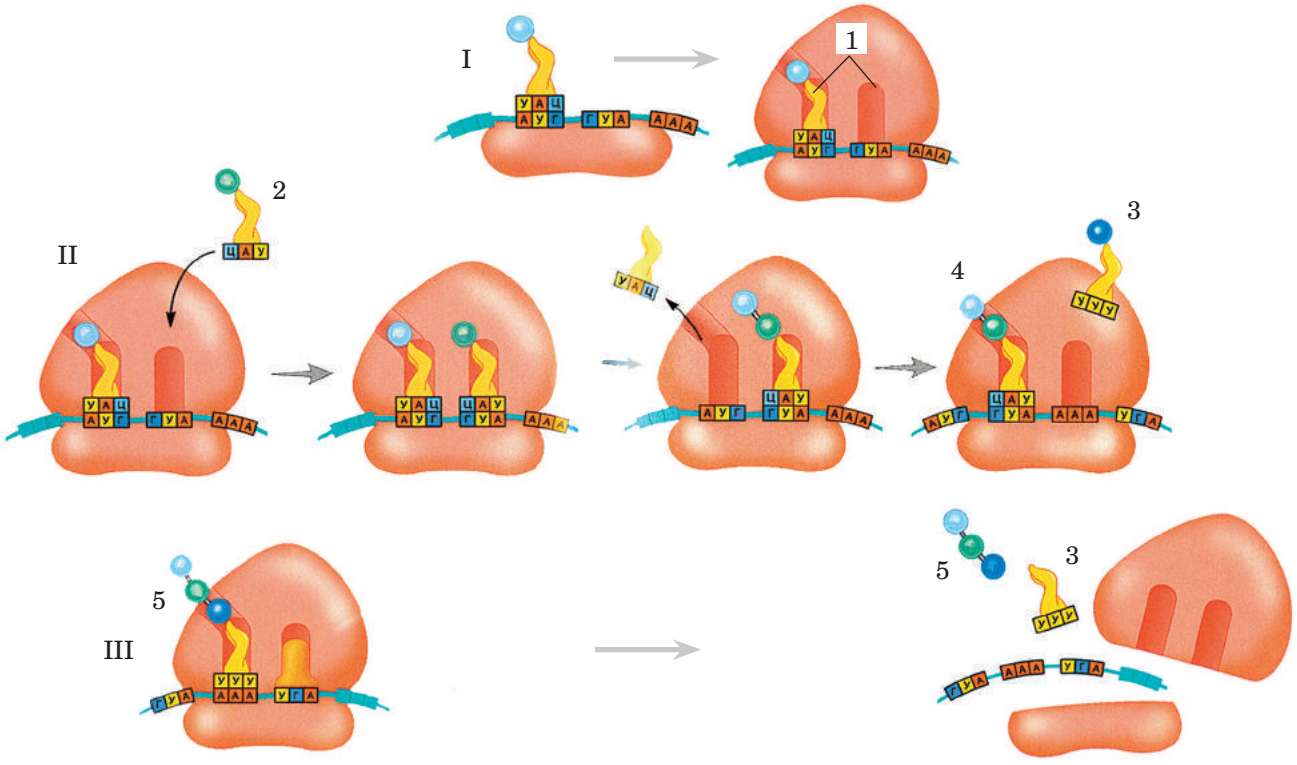
La început ribozomul se leagă cu codonul de start AUG din componența ARN-m. Un astfel de complex este gata pentru începerea sintezei moleculei de proteină. În acest caz codonul (un anumit triplet din componența moleculei ARN-m) este identificat de anticodon – tripletul complementar din componența ARN-t (găsiți-i pe des 110).

În etapele următoare ale biosintezei proteinei lanțul polipeptidic se prelungește datorită faptului că resturile de aminoacizi se leagă succesiv între ele cu ajutorul legăturilor covalente (peptide) deosebite. În cazul dat fiecare codon următor de ARN-m este identificat de anticodonul moleculei de ARN-t, iar ribozomul catalizează aderarea aminoacizilor, aduși de ARN-t, la lanțul polipeptidic. În continuare ribozomul face un pas de-a lungul moleculei de ARN-m (acest pas este egal cu un triplet) pentru a interacționa cu următoarea moleculă ARN-t.

Principalele operații de translare sunt asigurate de ***centrul funcțional al ribozomului.*** Dimensiunile lui corespund lungimii a două triplete – în el concomitent se află doi codoni vecini de ARN-m și două molecule de ARN-t (des. 111). Într-o parte a centrului funcțional anticodonul ARN-t

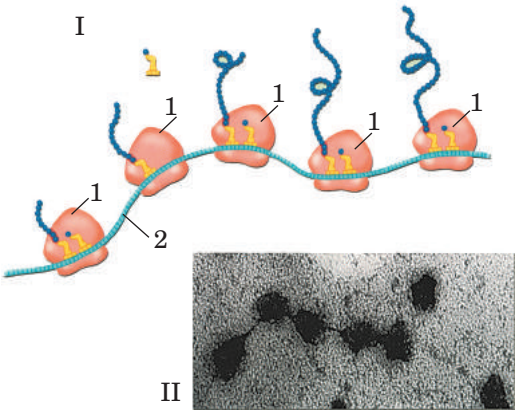


Des. 110. Interacțiunea moleculei ARN-t (1) cu molecula ARN-m (2). Anticodonul (3) al moleculei de ARN-t interacționează cu codonul (4) al moleculei de ARN-m; 5 – aminoacidul pe care îl transportă molecula de ARN-t



Des. 111. Etapa biosintezei proteinelor. I. Inițierea: subunitatea mică a ribozomului se unește cu ARN-m; ARN-t cu anticodonul UAC creează o pereche complementară cu codonul AUG a moleculei de ARN-m. Subunitatea mare a ribozomului se unește cu cea mică, ARN-t nimerește în unul din sectoarele funcționale ale centrului funcțional al ribozomului (1). Alt sector rămâne liber. II. Sinteza lanțului polipeptidic. La cel de al doilea sector al centrului funcțional al ribozomului se îndreaptă încă o moleculă de ADN-t cu anticodonul CAU (2). Două molecule ARN-t concomitent se află în centrul funcțional al ribozomului. Prima moleculă de ARN-t părăsește centrul funcțional al ribozomului: aminoacidul, transportat de ea, se unește prin legătura pentidică cu aminoacidul transportat de cea de a doua moleculă de ARN-t. Ribozomul înaintează și cea de a doua moleculă de ARN-t nimerește în primul sector (4). În cel de al doilea sector se apropie a treia moleculă de ARN-t (3). Cel de-al treilea triplet aderă la lanțul polipeptidic (5). Ribozomul rămâne pe unul din codoni (UGA), care dă semnal despre încetarea biosintezei. III. Încheierea sintezei moleculei de proteină. Molecula sintetizată al lanțului polipeptidic (5) și molecula de ARN-t (3) se eliberează. Subunitățile mare și mică a ribozomului se despart

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 112. Structura şi funcţiile poliribozomilor. I. Câţiva ribozomi (1), uniţi de molecula ARN-m (2), creează poliribozomul (polizomul). II. Microfotografia electronică a poliribozomului

Memorizăm: datorită asocierii unor ribozomi aparte în polizomi în una şi aceiaşi perioadă de timp sunt sintetizate mai multe molecule de proteină.

Memorizăm: numai obţinând o anumită structură spaţială, molecula de proteină devine funcţional activă.

Pe scurt despre principalul

Biosinteza proteinelor este unul dintre tipurile proceselor schimbului plastic. Sinteza fiecăruia din cei 20 de aminoacizi standard este un proces complicat cu mai multe trepte, care este catalizat de mulţi fermenţi.

Prima etapă a biosintezei proteinelor este transcrierea: sinteza moleculei de ARN-m pe molecula de ADN. În continuare au loc procesele de transmitere: succesivitatea nucleotidelor în molecula de ARN-m este transferată în succesivitatea resturilor de aminoacizi ai moleculei de proteină care se sintetizează.

Procesele de sinteză se opresc atunci, când ribozomul va ajunge la tripletul care semnalează despre încetarea sintezei lanţului polipeptidic. În etapa finală blocul sintetizat îşi capătă structura spaţială firească.

identifică codonul ARN-t, iar în cealaltă – aminoacidul se eliberează de ARN-t. Când ribozomul înaintează de-a lungul moleculei de ARN-m, locul lui îl ocupă al doilea ribozom, apoi al treilea, al patrulea ş.a.m.d. şi biosinteza moleculelor de proteină continuă. Numărul ribozomilor, care concomitent pot fi plasaţi în molecula de ARN-m, determină lungimea ei, însă nu depăşeşte 20. Complexul de ribozomi, unit în molecula ARN-m, se numeşte ***poliribozom*** (prescurtat – ***polizom).*** Astfel, pe un polizom concomitent se sintetizează multe molecule de o anumită proteină (des. 122).

Procesul de sinteză a moleculei de proteină durează atâta timp, până ce ribozomul nu atinge codonul stop (amintiţi-vă: asemenea codonuri stop există trei – **UAA, UAG, UGA**). Atunci **translarea încetează:** ribozomul liber se descompune în subunităţi, care nimeresc în orice altă moleculă de ARN-m (vezi des. 111, III). Molecula de proteină sintetizată poate fi în citoplasmă sau în cavitatea reticulului endoplasmatic, cu care este transportată într-un anumit sector al celulei.

E interesant să ştim

Pentru sporirea siguranţei procesului de încheiere a sintezei moleculei de proteină (terminaţie) codonii stop se dublează. De obicei, primul este codonul **UAA** (tripletul terminal de bază), iar după el, la o distanţă foarte apropiată în acelaşi cadru de citire se află unul din tripletele terminale de rezervă – **UAG** sau **UGA**.

La etapa de încheiere a biosintezei blocul sintetizat îşi capătă structura spaţială firească. Cu participarea fermenţilor respectivi se scindează resturile de aminoacizi de prisos, în componenţa moleculei pot intra componente neproteice (grupurile fosfatice, de carboxil etc., glucide, lipide etc.) – molecula sintetizată de proteină se schimbă pentru a îndeplini anumite funcţii.

Procesul de sinteză a moleculelor de proteină este însoţit de consumul de energie, care se eliberează în timpul scindării moleculelor de ATP.

Termeni şi noţiuni-cheie:

transcrierea, translarea, lanţul de codare (de conţinut) al ADN, codon, anticodon, centrul funcţional al ribozomului, poliribozomul (polizomul).

Verificaţi-vă cunoştinţele obţinute

1. Care este rolul moleculei de ADN în biosinteza proteinelor? 2. Care sunt etapele principale ale procesului de biosinteză a proteinelor? 3. Ce rol joacă ribozomii în procesul de sinteză a proteinelor? 4. Cum informaţia genetică, codată în ADN, este realizată în timpul sintezei moleculei de proteină? 5. Care este însemnătatea biologică a faptului că pe molecula de ARN-m se află concomitent nu unul, dar câţiva (până la 20) ribozomi?

Chibzuiţi

Genele codează structura moleculelor de proteină sau a moleculelor de ARN. Cum determină ele desfăşurarea sintezei altor molecule: de glucide, lipide etc.?

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

LUCRAREA PRACTICĂ 2

Rezolvarea exercițiilor elementare de replicare, transcriere şi translare

Scopul: a însuşi rezolvarea exercițiilor elementare la biologia moleculară

Exerciţiul 1. Unul din lanţurile moleculei de ADN este compus din următoarele resturi de nucleotide: TAC GAA CGC ATG CGA TCC

Indicaţi succesivitatea nucleotidelor în lanţul-fiică al acestei molecule, sintetizat în procesul replicării.

Rezolvare: După principiul complementarității stabilim succesiunea nucleotidelor în lanțul-fiică al moleculei de ADN, care a fost sintetizat pe lanțul matern:

Lanțul matern: TAC GAA CGC ATG CGA TCC

Lanțul-fiică: ATG CTT GCG TAC GCT AGG

Exerciţiul 2. În componenţa lanţului matern al moleculei de ADN intră nucleotidele cu următorul coraport: A – 22 %, T – 33 %, C – 21 % şi G – 24 %. Stabiliţi componenţa în procente a nucleotidelor lanţului-fiică al moleculei de ADN, care a fost sintetizat pe lanţul matern în procesul de replicare. Care este componenţa în procente a nucleotidelor unei astfel de molecule de ADN?

Rezolvare: După principiul complementarității constatăm componența în procente a nucleotidelor lanțului-fiică al moleculei de ADN:

Lanțul matern: A – 22 %, T – 32 %, C – 22 %, G – 24 %.

Lanțul-fiică: T – 22 %, A – 32 %, G – 22 %, C – 24 %.

Conținutul nucleotidelor întregii molecule de ADN: A – 27 % (22+32/2), T – 27 %, C – 23 %, G – 23 %.

Exerciţiul 3. În componenţa lanţului-fiică al moleculei de ADN, care a fost sintetizat pe lanţul matern în procesul de replicare, intră 32 % nucleotide de adenină. Determinaţi numărul nucleotidelor de guanină.

Exerciţiul 4. Lanţul matern al moleculei de ADN are următoarea succesivitate a nucleotidelor: ATG CCG TAG GCT. Câte legături de hidrogen apar între ele şi nucleotidele complimentare ale lanţului-fiică al acestei molecule, sintetizat în procesul replicării?

Exerciţiul 5. Unul din lanţurile moleculei de ADN are următoarea succesivitate a nucleotidelor: TCG GAA ACG TAA CAG GTA CAT TAT.

În ce ordine la centrul funcţional al ribozomului, legat de molecula ARN-m, sintetizată pe acest lanţ, vor ajunge moleculele de ARN-t care transportă aminoacizii?

Rezolvare: După principiul complementarității stabilim succesiunea moleculei de ARN-m, care a fost sintetizată pe segmentul respectiv al lanțului ADN.

AGC CUU UGC AUU GUC CAU GUA AUA

Deci, succesivitatea moleculei de ARN-t, care ajunge la centrul funcțional al ribozomului, va fi următorul: ARN-t cu anticodonul UCG, ARN-t cu anticodonul GAA, ATN-t cu anticodonul ACG, ARN-t cu anticodonul UAA, ARN-t cu anticodonul CAG, ARN-t cu anticodonul GUC, ARN-t cu anticodonul CAU, ARN-t cu anticodonul UAU.

Exerciţiul 6. Segmentul moleculei ADN arată astfel:

ATA GTC CGA GTA TCC

TAT CAG GCT CAT AGG

Care din cele două lanţuri ale acestei molecule de ADN codează polipeptidul, care este compus din asemenea resturi ale aminoacizilor: izoleucină – valină – arginină – valină – serină?

Rezolvare: Folosind tabelul „Codul genetic”, stabilim succesivitatea resturilor nucleotidelor moleculei de ARN-m, care va servi drept matrice pentru sinteza polipeptidului respectiv:

AUA – GUC – CAG – GUA – UCC

Apoi constatăm care anume lanț al moleculei ADN codează molecula respectivă de ARN-m. Acest lanț, este complementar acelui, pe care ea a fost sintetizată: ATA GTC CGA GTA TCC.

* ***Exerciţiul 7.*** Lanţul moleculei de ADN până la dereglare a avut următoarea succesivitate a resturilor nucleotidelor:

AAA AAT TGG CAG TTG.

După schimbări el arată astfel:

AAA AAT TGG CAT TTG.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

1. Comparând structura moleculei de ADN până şi după dereglare, găsiţi tripletul schimbat.
2. Determinaţi structura polipeptidelor, care codează lanţul de ADN până şi după dereglare.

Rezolvare. 1. În tripletul patru a avut loc schimbul nucleotidului cu baza azotată **G** cu nucleotidul cu baza azotată **T**.

2. Pentru a determina în ce succesivitate a resturilor de aminoacizi se formează polipeptidul, codat de segmentul respectiv al moleculei de ADN până la dereglare, determinăm succesivitatea resturilor de aminoacizi ale moleculei de ARN-m, sintetizată de lanțul respectiv al moleculei de ADN:

UUU UUA ACC GUC AAC

Folosind tabelul „Codul genetic”stabilim succesivitatea resturilor de aminoacizi în molecula polipeptidului sintetizat: fenilalanină – leucină – treonină – valină – treonină.

După mutație succesivitatea resturilor nucleotidelor în molecula de ARN-m va fi următoarea:

UUU UUA ACC GUA AAC.

Folosind tabelul „Codul genetic”, stabilim succesivitatea resturilor de aminoacizi în molecula polipeptidului, sintetizat după dereglare: fenilalanină – leucină – treonină – valină – treonină.

Comparând componența de aminoacizi a polipeptidelor, sintetizate până şi după dereglare, ajungem la concluzia că ea nu s-a schimbat. Aceasta a fost posibilă datorită faptului că codul genetic degenerat – 18 din 20 de aminoacizi principali sunt codați de câțiva tripleți. Astfel, înlocuirea unuia din resturile de nucleotide din componența a unui anumit triplet nu întotdeauna duce la schimbările aminoacizilor în componența moleculei polipeptidului sintetizat.

Exerciţiul 8. Câţi aminoacizi codează molecula de ARN-m, dacă ea este sintetizată pe segmentul moleculei de ADN, care este compus din următoarele nucleotide: AAGTCAGCACTCCAAATT?

Exerciţiul 9. În ce succesivitate a nucleotidelor moleculei de ARN-m este codat segmentul moleculei de proteină, dacă structura lui este următoarea: SERINĂ – GLICINĂ – ASPARAGINĂ – CISTEINĂ – SERINĂ – LIZINĂ – VALINĂ – ARGININĂ?

Exerciţiul 10. În ce succesivitate a nucleotidelor moleculei de ADN este codat segmentul moleculei de proteină, dacă structura lui este următoarea: LIZINĂ – GLICINĂ – CISTEINĂ – GLUTAMINĂ – ASPARAGINĂ – TREONINĂ?

Exerciţiul 11. Care succesivitate a acizilor nucleici este codată de o astfel de succesivitate a nucleotidelor ADN: AGCATTCCAGTCTGCATG? Care va fi succesivitatea aminoacizilor, dacă din cauza dereglărilor din această moleculă se desprinde cel de-al doilea nucleotid?

Exerciţiul 12. Care succesivitate a aminoacizilor este codată de o astfel de succesivitate a nucleotidelor ARN-m: GCUGCAUAAACCUGACAGCUA? Care va deveni succesivitatea aminoacizilor, dacă din cauza dereglării din această moleculă se desprinde al doilea nucleotid?

Exerciţiul 13. Resturile nucleotidelor unui lanţ al moleculei de ADN au următoarea succesivitate:
TAC GAC ACG GCG ATT TAC AGG CGG TCG ACT.
Câte molecule ale aminoacizilor ea codează?

Exerciţiul 14. Succesivitatea resturilor de aminoacizi ale moleculei polipeptide este următoarea: ASPARAGINĂ – IZOLEUCINĂ – PROLINĂ – TREONINĂ – VALINĂ – CISTEINĂ. Ţinând cont de faptul, că majoritatea aminoacizilor principali sunt codaţi de câţiva tripleţi, determinaţi posibilele variante ale succesivităţii nucleotidelor, care pot coda acest polipeptid.

§23. CICLUL CELULAR. MITOZA

Amintiţi-vă, ce sunt specia, neuronii, fascicolul fibrovascular, cromatina, centriolii. Ce sunt centromerul şi kinetocorul?

Perioada de existenţă a celulei de la începutul unei diviziuni şi până la următoarea sau de la începutul ultimei diviziuni a celulei şi până la moartea ei se numeşte **ciclul celular** (des. 113). Durata lui în diferite organisme este diferit: la bacterii el durează 20–30 min., la celulele eucariotelor – 10–80 ore şi mai mult (de exemplu, infuzorii parameci se divizează la fiecare 10–20 de ore).

Între două diviziuni succesive ale celulei există o anumită perioadă, numită **interfază** (din latină *inter* – între şi greacă *phasis* – apariţie). În alte cazuri interfaza durează de la ultima

Memorizaţi: ciclul celular este compus din perioada de diviziune a celulei şi intervalul între două diviziuni (sau de la ultima divizare a celulei şi până în momentul morții ei).

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

diviziune a celulei până în momentul morţii ei. Un astfel de fenomen există în celulele organismelor multicelulare, care şi-au pierdut capacitatea de a se înmulţi (neuronii, eritrocitele, fascicolele fibrovasculare etc.).

În perioada interfazei celula creşte, în ea se sintetizează activ proteinele şi alţi compuşi organici. Cele mai intensive procese ale sintezei se desfăşoară în perioada interfazei, fiind numite *sinteză* (des. 113). În această perioadă se dublează cromatidele (acest proces este legat de dublarea moleculelor de ADN nuclear), centriolii şi plastidele.

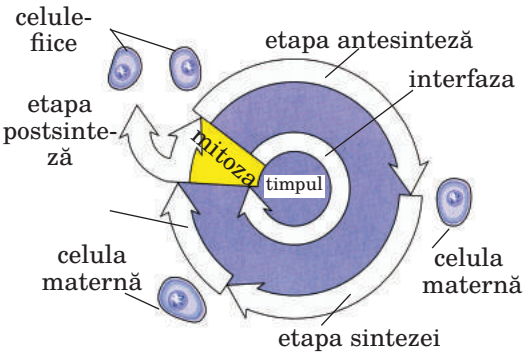
Perioada între încheierea precedentei divizări a celulei şi perioada sintezei este numită *antesinteză*, iar între încheierea perioadei de sinteză şi începutul următoarei divizări – *postsinteză* (des. 113). Durata interfazei constituie de cele mai multe ori până la 90 % din timpul ciclului celular. Drept stimul pentru următoarea divizare a celulei este atingerea de către ea a anumitor dimensiuni în interfază.

Principalul mod de diviziune a celulelor eucariote este **mitoza** (din greacă *mitos* – filament) (des. 114). Procesul mitozei este însoţit de comprimarea cromozomilor şi crearea unui aparat special – ***fusul de diviziune,*** care asigură împărţirea egală a materialului ereditar al celulei-mamă între celulele-fiice. La acest proces participă centriolii.

Fazele de diviziune ale mitozei. Mitoza este compusă din patru faze succesive: profaza, metafaza, anafaza şi telofaza (des. 114). Durata ei este de la câteva minute până la 2–3 ore. **Profaza** (din greacă *pro* – înainte) începe de la comprimarea fibrelor cromatinei: cromatidele se îngroaşă şi se spiralizează (des. 114. I). Se observă strângerea primară (a centromerului), unde se află kinetocorul. Datorită acestui fapt cu ajutorul microscopului optic se poate cerceta structura cromozomilor şi constata numărul lor. Treptat se micşorează şi dispar nucleolii. În majoritatea celulelor în timpul diviziunii învelişul nuclear se descompune în fragmente şi dispare (cu excepţia la unele animale unicelulare, alge şi ciuperci), iar cromozomii nimeresc în citoplasmă (des. 114. II). Anume în această perioadă începe să se formeze fusul de divizare. Firele lui se fixează pe kinetocori şi cromozomii încep să se mişte spre partea centrală a celulelor (des. 114. II).

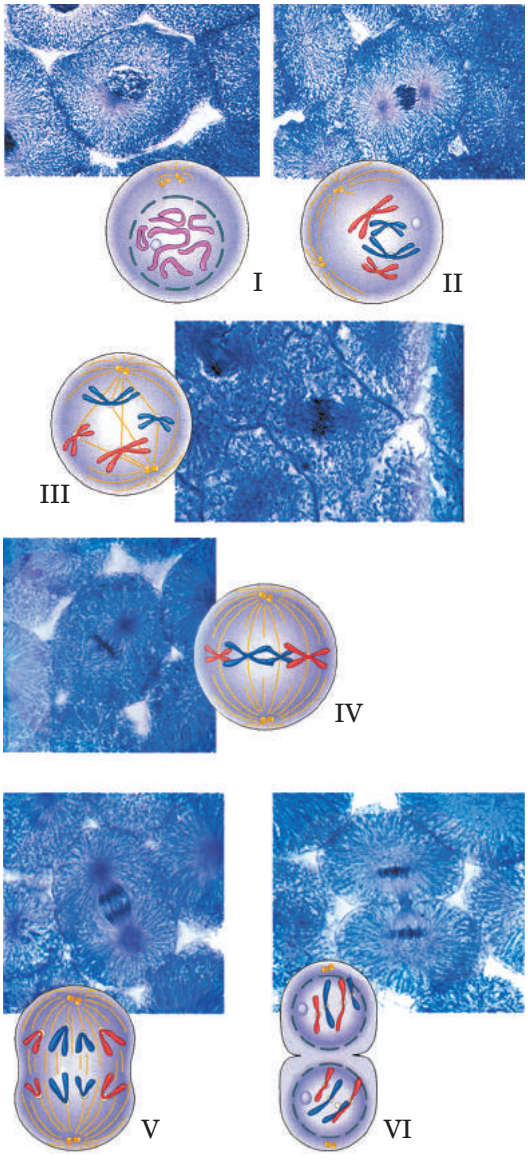
În timpul **metafazei** (din greacă *meta* – după) se încheie spiralizarea cromozomilor şi formarea fusului de diviziune. Se văd mai clar detaliile structurii cromozomilor. Ei parcă „se aliniază” pe o singură suprafaţă în partea centrală a celulei, iar centromerii lor sunt repartizaţi la distanţe egale de la fiecare pol al celulei. La sfârşitul metafazei două unităţi de structură ale cromozomilor – cromatidele (ele mai sunt numite cromozome surori) se separă una de alta (des. 114. III, IV).

Anafaza (din greacă *ana* – din nou, în afară) este cea mai scurtă fază a mitozei (des. 114. V). În această perioadă se divizează centromerii, şi unele cromatide ale fiecărui



Des. 113. Schema generală a ciclului celular.
Temă: *caracterizaţi diferite perioade ale interfazei*

Memorizăm: procesul mitozei asigură stabilitatea cariotipului organismelor unei anumite specii, adică însăşi existenţa speciilor biologice în decursul perioadelor istorice îndelungate.



Des. 114. Mitoza. I. Profaza: dispariţia învelişului nuclear; II. Profaza: cromozomii nimeresc în citoplasmă; III. Începutul metafazei: fibrele fusului de diviziune se unesc cu kinetocorii; IV. Încheierea metafazei: cromozomii sunt adunaţi în centrul celulei; V. Anafaza: cromatidele fiecărui cromozom migrează spre polii celulei; VI. Telofaza: formarea nucleelor, diviziunea citoplasmei şi formarea celulelor-fiice

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

E interesant să ştim

Fiecare celulă, la fel ca şi întregul organism multicelular, se caracterizează printr-o anumită durată a vieții, programată ereditar. Astfel, celulele intestinului trăiesc circa 5 zile; cele ale fibrelor rădăcinilor plantelor – circa 20 de zile; eritrocitelor – circa 120; ficatului (hepatocitele) – circa 480; neuronii şi celulele muşchilor – zeci de ani.

Memorizăm: desfăşurarea ciclului celular este dirijată în punctele de control. Reglarea ciclului celular este asigurată de mecanisme moleculare complicate.

Teme: 1. Chibzuiți care factori din mediul extern al celulei pot influența procesele şi activitatea vitală a ei? 2. Propuneți variantele voastre de aplicare a modelării la cercetarea structurii şi proceselor de activitate vitală a celulelor.

Pe scurt despre principalul

Ciclul celular este perioada de existență a celulei de la începutul unei diviziuni până la următoarea sau de la începutul ultimei diviziuni a celulei până la moartea ei. El este compus din perioada de divizare a celulei şi interfază. În interfază celula creşte, se dublează moleculele de ADN, mitocondrii, plastidele, sunt sintetizate activ proteinele, alți compuşi organici etc.

Mitoza este compusă din patru faze succesive: profaza, metafaza, anafaza şi telofaza. În timpul profazei cromozomii sunt comprimați, treptat dispar nucleolii, învelişul nuclear, se formează fusul de diviziune. Fibrele fusului de diviziune se fixează pe centromeri, şi cromozomii încep să se deplaseze spre partea centrală a celulei.

În timpul metafazei se încheie spiralizarea cromozomilor şi formarea fusului de diviziune. La sfârşitul metafazei cromatidele fiecărui cromozom se separă una de alta. În timpul anafazei se divizează centromerii şi cromatide aparte ale fiecărui cromozom încep să se mişte spre diferiți poli ai celulei.

cromozom încep să se mişte spre diferiţi poli ai celulei. Fiecare cromatidă corespunde unei jumătăţi a materialului ereditar al cromozomului în profază, adică cromatidele conţin materialul ereditar identic.

Telofaza (din greacă *telos* – sfârşit) durează din momentul încetării mişcării cromatidelor până la crearea a două celule-fiice (des. 114, VI). La începutul telofazei cromozomii se despiralizează. În jurul fiecăreia din cele două grupări de cromatide se formează învelişul nuclear, apar nucleolii, şi nucleele celulelor fiice capătă aspectul pe care l-au avut în interfază. În decursul telofazei treptat dispare fusul de diviziune, se divizează citoplasma celulei materne şi se creează două celule-fiice.

Care este însemnătatea biologică a mitozei? Diviziunea mitotică asigură transmiterea exactă a informaţiei ereditare de la celula maternă celulelor-fiice în decursul mai multor cicluri celulare succesive. Fiecare celulă-fiică primeşte câte o cromatidă de la fiecare cromozom. Datorită acestui fapt se păstrează şi numărul permanent de cromozomi în toate celulele-fiice, precum şi garnitura stabilă de informaţie ereditară.

Urmăriţi procesele de activitate vitală a celulelor, învăţaţivă să deosebiţi pe scheme, micropreparate permanente, pe microfotografii fazele diviziunii mitotice a celulelor, executând lucrările de laborator.

Cum este reglat ciclul celular? Evenimentele principale ale ciclului celular sunt replicarea moleculelor de ADN în interfază şi separarea cromatidelor-fiice în anafază. Ciclul celular este dirijat cu exactitate. Există aşa-numitele *puncte de control,* în care el este verificat, dacă decurge normal şi este oprit în cazul erorilor. Trecerea ciclului celular prin aceste puncte de control este dirijată de fermenţi speciali.

Deci, studiind materialul precedent despre structura şi procesele de activitate vitală a celulei, aţi înţeles că celula este un sistem biologic integru care se autoreglează. În primul rând, aceasta se referă la organismele unicelulare, la care celula este, totodată, şi un organism de sine stătător. La organismele multicelulare funcţionarea unor celule aparte este reglată de substanţe biologic active (fitohormonii la plante, hormonii şi neurohormonii la animale), iar la majoritatea animalelor multicelulare – şi de sistemul nervos. Pentru celulele eucariotelor este caracteristică periodicitatea fixă a proceselor fizico-chimice, care au loc în ele. Aceasta, la rândul său, determină şi periodicitatea proceselor biologice în organismul nostru: perioada de somn şi de nesomn, periodicitatea eliminării fermenţilor digestivi în decursul zilei etc.

Asupra activităţii celulei pot influenţa factorii mediului ambiant din preajma ei. De exemplu, pentru sinteza clorofilei în celulele plantelor este nevoie de lumină solară. Dacă ea lipseşte, clorofila nouă nu este sintetizată.

LUCRARE DE LABORATOR

Fazele mitozei (pe exemplul celulelor rădăcinilor de ceapă)

Ustensile şi materialele: microscoape, micropreparate permanente ale rădăcinilor de ceapă sau de alte plante la diferite stadii ale

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

ciclului mitotic, microfotografii ale diferitor stadii de diviziune mitotică a celulelor.

1. Pregătiți microscopul pentru lucru.

2. La capacitatea mică a microscopului găsiți pe micropreparate colțul rădăcinii, zonele diviziunii şi alungirii.

3. La capacitatea mare a microscopului găsiți în zona diviziunii celulele în stadiile interfazei (dreptunghiulare, înconjurate de un perete celular gros), profazei (în partea centrală a celulei se observă cromozomii), metafazei (se observă fusul de diviziune, cromozomii în partea centrală a celulei sunt compuşi din două cromatide fiecare), anafazei (cromozomii se află la polii celulei), telofazei (cromozomii se despiralizează, apare învelişul nuclear şi un perete de separare între două celule-fiice).

4. Comparați cele văzute cu microfotografiile diferitor stadii de diviziune mitotică a celulelor.

Termeni şi noțiuni-cheie:

ciclul celular, interfaza, mitoza, profaza, metafaza, anafaza, telofaza.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Care sunt perioadele ciclului celular? 2. Ce este interfaza? Care este însemnătatea ei pentru existența celulei? 3. Ce este mitoza? Din câte faze se compune? 4. Ce evenimente au loc în timpul profazei? 5. Prin ce se caracterizează metafaza? 6. Ce se întâmplă în timpul anafazei? 7. Caracterizați evenimentele telofazei. 8. Datorită cărui fapt celulele-fiice în timpul mitozei primesc informația ereditară identică? 9. În ce constă însemnătatea biologică a mitozei?

Chibzuiți

Puteau oare exista într-o perioadă de timp istorică speciile, dacă în timpul mitozei nu ar fi avut loc transmiterea exactă a informației ereditare de la celula maternă la celulele-fiice? Argumentați răspunsul.

Datorită diviziunii mitotice a celulelor organismele cresc şi au loc procesele de regenerare.

La începutul telofazei se produce despiralizarea cromozomilor, în jurul fiecăreia din cele două grupări de cromatide se formează învelişul nuclear, apar nucleolii şi nucleele celulelor-fiice devin aşa ca şi în interfază. Treptat dispare fusul de diviziune, are loc divizarea citoplasmei celulei materne şi sunt create două celule-fiice.

Însemnătatea biologică a mitozei constă în aceea că ea asigură transmiterea exactă a informației ereditare de la celulele materne la celulele-fiice în decursul a mai multor diviziuni succesive.

§24. MEIOZA

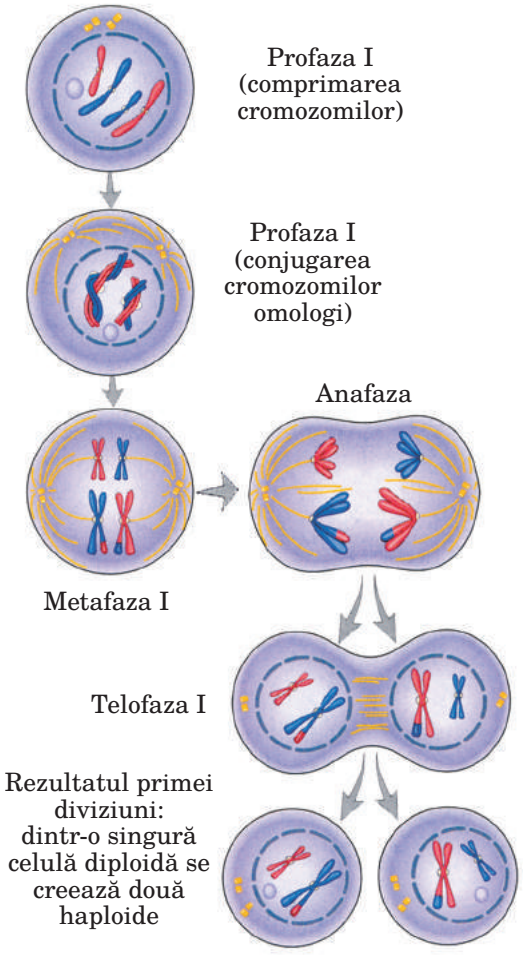
Amintiți-vă, prin ce se deosebesc garniturile de cromozomi ale celulelor sexuale și asexuale ale organismelor multicelulare. Care garnituri de cromozomi se numesc haploide, diploide și poliploide? Cum se desfășoară diviziunea mitotică?

Procesul fecundaţiei este însoţit de contopirea nucleelor celulelor masculine cu cele feminine, care, de cele mai multe ori, au o garnitură haploidă de cromozomi (**1n**). Garnitura de cromozomi a ovulului fecundat se dublează, deci, devine diploidă (**2n**). Dacă cantitatea de cromozomi din organismele, capabile să se înmulţească pe cale sexuală, la fiecare generaţie s-ar dubla, atunci fiecare generaţie următoare ar constitui o nouă specie biologică. Însă, în natură aşa ceva nu se întâmplă: la speciile care se înmulţesc pe cale sexuală, garnitura de cromozomi este stabilă. Aceasta atestă faptul că în ciclul lor vital este un mecanism deosebit, care asigură reducerea în jumătate a garniturii de cromozomi sexuali ai celulelor, comparativ cu cele asexuale. Acest mecanism este numit **meioză**.

În timpul meiozei au loc două diviziuni succesive, interfaza între ele este redusă. Fiecare din această diviziune, ca şi mitoza, este compusă din patru faze succesive: profaza, metafaza, anafaza şi telofaza (des. 115).

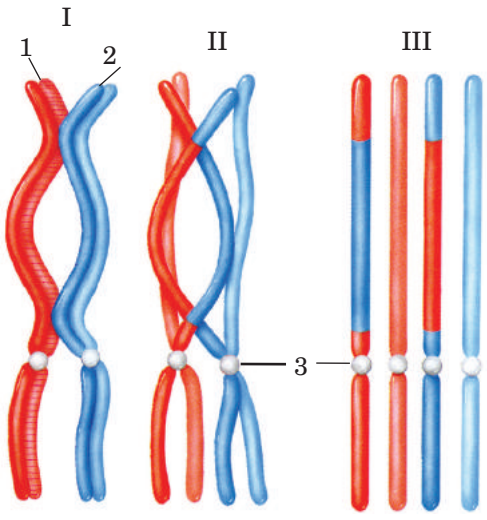
Memorizăm: meioza (din greacă *meiosis* – micşorare) este un mod deosebit de diviziune a celulelor eucariote, în rezultatul căreia garnitura lor de cromozomi se reduce de două ori.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 115. Prima diviziune meiotică: dintr-o singură celulă diploidă sunt create două haploide.
***Temă.** Examinaţi cu atenţie desenul şi caracterizaţi evenimentele, care au loc în timpul uneia sau altei faze ale primei diviziuni meiotice*

Memorizăm: crossing-over-ul este una din sursele variabilităţii ereditare.



În timpul profazei a primei diviziuni meiotice (profaza I) cromozomii încep să se comprime şi să capete formă de bastonaşe (des. 115, I). Apoi cromozomii omologi se apropie şi se conjugă între ei. În acest timp se pare că în nucleu este nu o garnitură diploidă, ci haploidă. În realitate, fiecare parte componentă a lui este o pereche de cromozomi omologi conectaţi între ei.

În timpul conjuraţiei se poate produce fenomenul de ***crossing-over*** (din engleză *crossing-over* – încrucişat) – cromozomii omologi fac schimb de anumite fragmente (des. 116). În rezultat se formează noi combinaţii ale materialului ereditar şi cromozomii omologi se pot deosebi după garnitura de gene alele.

După un timp oarecare cromozomii omologi încep să se îndepărteze unul de altul. Se observă că fiecare dintre ei este compus din două cromatide, conectate între ele în anumite puncte. La finele profazei I cromozomii omologi se îndepărtează, dispar nucleolii, se ruinează învelişul nuclear şi începe formarea fusului de diviziune.

În **metafaza primei diviziuni meiotice (metafaza I)** fibrele fusului de diviziune se fixează pe kinetocorii cromozomilor omologi. În acest caz centronomii cromozomilor omologi sunt plasaţi unul în faţa altuia, dar nu pe o singură linie, ca în timpul mitozei (des. 115).

În timpul **anafazei primei diviziuni meiotice (anafaza I)** cromozomii omologi migrează către polii opuşi ai celulelor. Fiecare dintre ei este compus din două cromatide. Aşadar, la sfârşitul anafazei I lângă fiecare pol al celulei se adună garnitura de cromozomi înjumătăţită. Dacă celula până la începerea meiozei era diploidă (**2n**), atunci după încheierea primei diviziuni meiotice ea devine haploidă (**1n**).

În telofaza primei diviziuni meiotice (telofaza I) se formează învelişul nuclear. În celulele animalelor şi a unor feluri de plante cromozomii se despiralizează şi citoplasma celulelor materne se divizează. Însă, în celulele multor specii de plante citoplasma poate să nu se divizeze.

Interfaza între prima şi a doua diviziune meiotice este scurtată: moleculele de ADN în această perioadă nu se dublează. În celulele multor plante interfaza în genere lipseşte, de aceea se trece imediat la diviziunea a doua meiotică (des. 117).

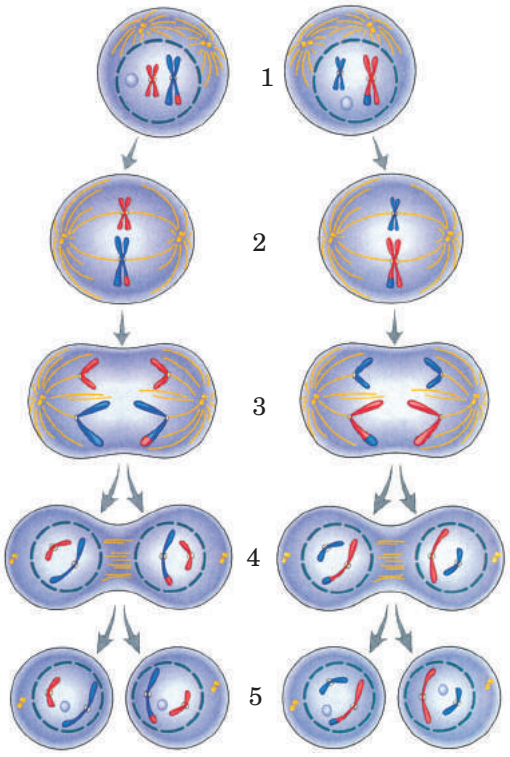
În timpul **profazei celei de-a doua diviziuni meiotice** (profaza II) cromozomii, fiecare dintre ei, după cum ştiţi, sunt compuşi din două cromatide, se comprimă, dispar nucleolii, se ruinează învelişul nuclear, cromozomii încep să se îndrepte spre partea centrală a celulei, din nou începe să se formeze fusul de divizare (des. 117, 1).

În **metafaza celei de-a doua diviziuni meiotice** (metafaza II) se încheie comprimarea cromozomilor şi formarea

Des. 116. Schema care ilustrează procesul crossing-over-ului: I – cromozomii omologi (1 şi 2) se apropie. II – după conjugare cromozomii omologi încep să se îndepărteze (3 – centromerii), dar continuă să rămână cuplaţi în unele segmente. III – cromatidele cromozomilor omologi, care după crossing-over au făcut schimb de segmente (găsiţi aceste segmente pe desen). Astfel, în procesul crossing-over-ului se formează doi cromozomi omologi cu garnituri diferite de informaţie ereditară

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 117. Etapa a doua a diviziunii meiotice (sunt ilustrate evenimentele referitoare la celulele, create în timpul primei diviziuni). 1. Profaza II: în celulele, cate au o garnitură haploidă de cromozomi, dispar învelişurile nucleare, nucleolii şi începe crearea fibrelor fusului de diviziune. 2. Metafaza II: atrageţi atenţia asupra faptului cum sunt plasaţi cromozomii: la fel ca şi în timpul mitozei. 3. Anafaza II: spre polii celulei se îndreaptă cromatide aparte cu cromozom. 4. Telofaza II: dispar fusul de diviziune, sunt formate învelişurile nucleare, nucleolii şi se fragmentează citoplasma. 5. Rezultatul meiozei: dintr-o singură celulă maternă diploidă se formează 4 celule-fiice haploide



fusului divizării. La fel ca şi la diviziunea mitotică, centromerii cromozomilor se află într-un singur rând în partea centrală a celulei, iar de kinetocori sunt fixate fibrele fusului de diviziune (des. 172, 2).

În **anafaza celei de-a doua diviziuni meiotice (anafaza II)** se divizează centromerii şi cromatidele fiecărui cromozom se îndreaptă spre diferiţi poli ai celulei (des. 117. 3).

În timpul telofazei celei de-a doua diviziuni meiotice (telofaza II) cromozomii se despiralizează din nou, dispare fusul de diviziune, sunt formaţi nucleolii şi învelişul nuclear. Se încheie telofaza II cu diviziunea citoplasmei (des. 117, 4). În rezultatul celei de-a doua diviziuni meiotice numărul cromozomilor rămâne acelaşi, ca şi după prima diviziune, însă numărul cromatidelor fiecărui din cromozomi se reduce în jumătate. De asemenea, şi conţinutul moleculelor de ADN în fiecare celulă-fiică, se reduce în jumătate în comparaţie cu cea maternă.

În ce constă importanţa biologică a meiozei? Meioza este un mecanism perfect, care asigură stabilitatea cariotipului speciilor, ce se înmulţesc pe cale sexuală. Datorită celor două diviziuni meiotice, celulele sexuale au o garnitură de cromozomi înjumătăţită în comparaţie cu cele asexuale. Garnitura de cromozomi, caracteristică pentru organismele unei anumite specii, este înnoită în timpul fecundaţiei.

Meioza, de asemenea, asigură variabilitatea ereditară a organismelor. În primul rând, în profaza I poate avea loc schimbul de segmente între cromozomii omologi. În al doilea rând, în anafaza I cromozomii omologi, care pot să conţină garnituri diferite de informaţie ereditară, pot nimeri în diferite celule-fiice (des. 117). Astfel, celulele, care s-au format în rezultatul diviziunii meiotice, pot avea garnituri diferite de informaţie ereditară.

Temă. Comparați evenimentele, care au loc în timpul mitozei şi meiozei. Pe rând comparați fazele mitozei şi ale primei diviziuni meiotice, iar apoi – fazele mitozei cu cea de a doua diviziune meiotică. Determinați trăsăturile asemănătoare şi cele diferite între ele.

Termeni şi noțiuni-cheie:

meioza, conjugarea cromozomilor, crossing-over-ul.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Din câte diviziuni este compus procesul meiozei? 2. Ce este conjugarea cromozomilor omologi şi crossing-over-ul? 3. De ce meioza con-

Memorizăm: după două diviziuni meiotice succesive celula maternă diploidă creează patru celule-fiice haploide. În acest caz celulele-fiice se pot deosebi prin garnitura de informație ereditară.

Pe scurt despre principalul

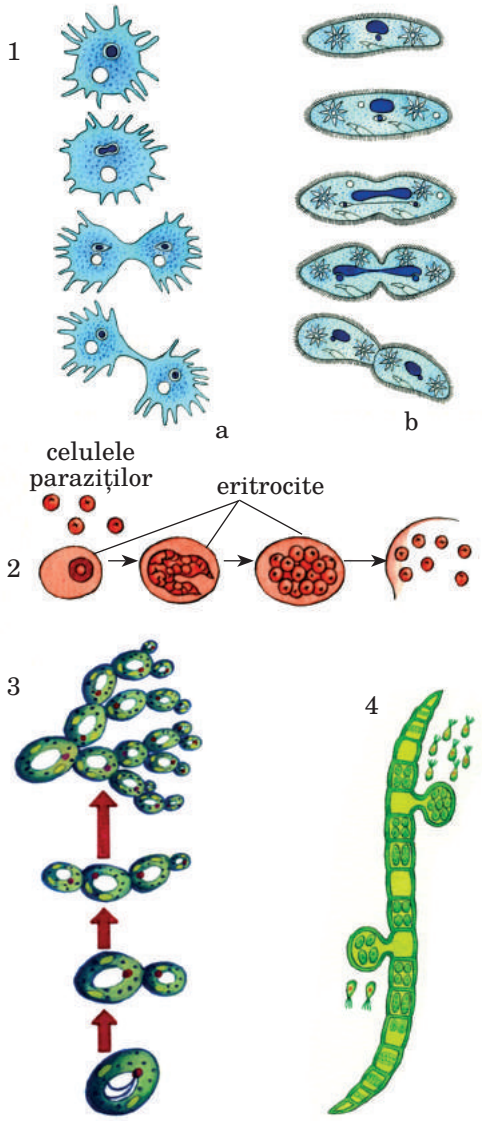
Meioza este o metodă deosebită de divizare a celulelor organismelor eucariote, capabile de a se înmulți pe cale sexuală. Ea este compusă din două diviziuni succesive, interfaza între care este redusă, iar la unele plante practic lipseşte. Fiecare din aceste diviziuni, la fel ca şi mitoza, este compusă din patru faze succesive: profaza, metafaza, anafaza şi telofaza.

După două diviziuni meiotice succesive ale celulei materne sunt create patru celule-fiice haploide.

Meioza este un organism perfect care asigură stabilitatea catiotipului speciilor, care se înmulțesc pe cale sexuală. Meioza, de asemenea, asigură şi variabilitatea ereditară a organismelor.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Memorizăm: de înmulțirea vegetativă sunt capabile numai organismele predispuse pentru ***regenerație*** (din latină *regeneratio* – reînnoire) – proces de reînnoire de către organism a părților pierdute sau afectate, precum și de recrearea unui individ integru din părțile lui.



Des. 118. Înmulțirea asexuală: 1 – împărțirea celulei în două (a – amibe; b – infuzorii parameci); 2 – diviziunea multiplă a celulelor plasmodiei de malarie; 3 – înmugurirea celulelor de drojdie; 4 – înmulțirea prin spori la algele ulothrix

tribuie la mărirea variabilității ereditare a organismelor? 4. Care este însemnătatea biologică a meiozei? 5. Ce este comun și diferit între procesele meiozei și mitozei?

Chibzuiți

De ce meioza nu are loc în organismele pentru care nu este caracteristică înmulțirea pe cale sexuală?

§25. TIPURILE DE ÎNMULȚIRE A ORGANISMELOR. CELULELE SEXUALE

Amintiți-vă, care este însemnătatea biologică a procesului de înmulțire. Care sunt formele de înmulțire a organismelor? Cum se desfășoară diviziunea mitotică a celulelor? Ce sunt zigotul, garniturile de cromozomi haploide, diploide și poliploide?

Înmulțirea este capacitatea tuturor organismelor de a-și crea urmași asemănători. Datorită ei sunt asigurate neîntreruperea și ereditatea vieții. Formele principale de înmulțire a ființelor vii sunt asexuală și sexuală. În cazul înmulțirii asexuale generația următoare de organisme se dezvoltă din celule nesexuale (ele mai sunt numite *somatice;* din greacă *soma* – corp).

Activizați-vă cunoștințele!

Înmulțirea asexuală este caracteristică atât pentru organismele unicelulare (procariote, animale unicelulare, alge și ciuperci), cât și pentru cele multicelulare (alge multicelulare, plante superioare, ciuperci multicelulare, bureți, viermi plați, inelați, rareori la antropoide și corzi). Ea poate avea loc prin diviziunea celulei în două, prin diviziune multiplă, înmugurire, crearea sporilor (des. 118).

În cazul *diviziunii celulei în două* (des. 118, 1) sunt create două celule-fiice, de două ori mai mici decât cea maternă. Celulele-fiice se alimentează, cresc, reînnoiesc garnitura normală de organite și încep să se înmulțească când ating dimensiunile celulei materne. În timpul *diviziunii multiple* la început se divizează nucleul celulei-mame, ea devenind cu mai multe nuclee. Apoi se divizează citoplasma și se creează celule-fiice cu un singur nucleu (des. 118, 2). În cazul înmuguririi de la celula-mamă se separă cea mică – celula-fiică (des. 118, 3).

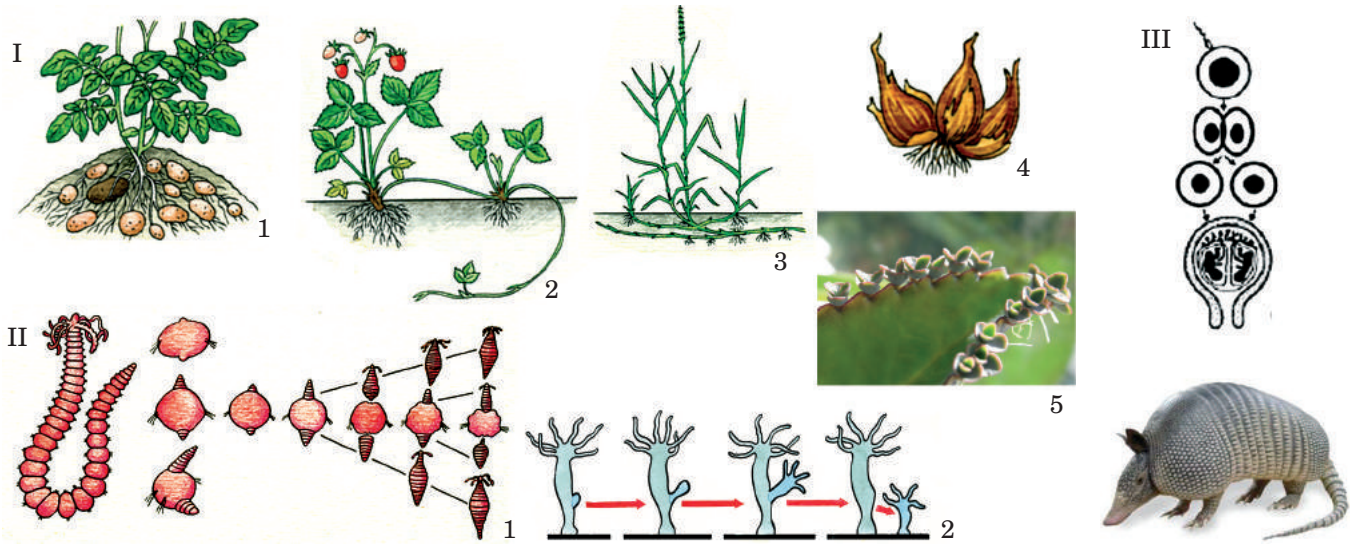
Înmulțirea prin spori este specifică pentru diferite eucariote multicelulare: ciuperci, alge, licheni, mușchi, tuiuri, ferigi. *Amintiți-vă:* sporii sunt celule speciale, care servesc nu numai pentru înmulțire, dar în unele cazuri pentru supraviețuirea perioadei nefavorabile și pentru extindere (des. 118, 4).

Metoda înmulțirii asexuale, potrivit căreia în organismele multicelulare se separă grupe de celule, se numește ***vegetativă*** (din latină *vegetativus* – vegetal sau *vegeto* – învie).

La multe plante individul se poate dezvolta din butași (ai rădăcinilor, ai ramurilor sau ai frunzelor), sau din lăstari modificați (des. 119, 1). Înmulțirea vegetativă la animale, de obicei, poate avea loc cu ajutorul *înmuguririi* și *fragmentării* (des. 119. II).

O metodă deosebită de înmulțire a organismelor este ***poliembrionia*** (din greacă *polis* – numeros și *embrion* – embrion) – dezvoltarea a câtorva embrioni de la un ovul (zigot). La un moment dat embrionul se împarte la celule aparte. Apoi din fiecare astfel de celulă se dezvoltă un organism de sine stătător (des. 119. III).

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



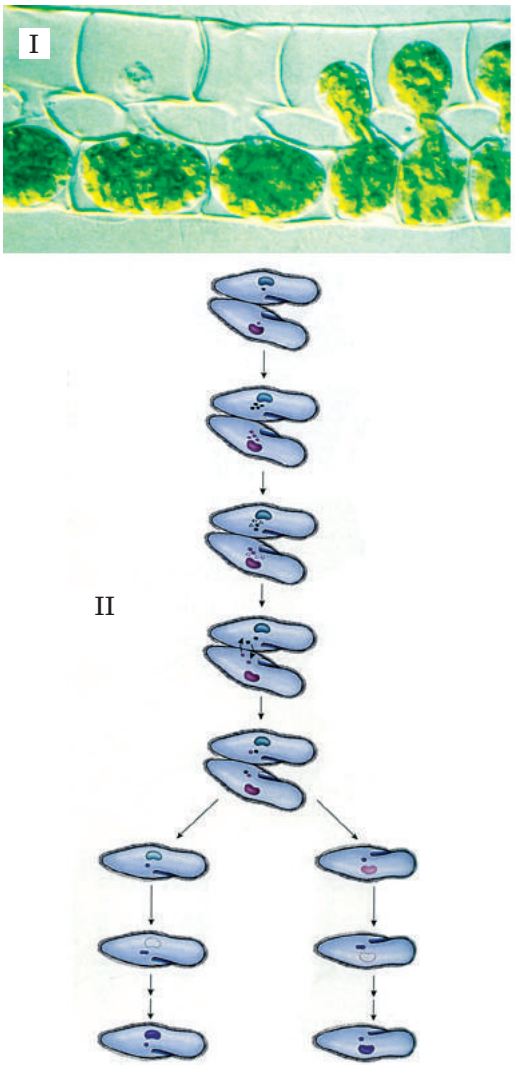
Des. 119. I. Procedeele de înmulţire vegetativă a plantelor: 1 – prin tuberculi la cartofi: 2 – prin vlăstari la căpşuni; 3 – prin segmente ale rădăcinilor la chir; 4 – prin bulbi-fiice; 5 – prin înmuguriri la Bryophyllum. II. Înmulţirea vegetativă la animale: 1 – fragmentarea şi următoarea înmugurire a segmentelor aparte la viermele inelat; 2 – înmugurirea la hidră. III. Poliembrionia la mamiferele placentare

Care este însemnătatea înmulţirii asexuale? În unele grupuri de organisme aceasta este unica posibilitate de a lăsa urmaşi. Speciile, capabile pentru înmulţirea sexuală, prin această metodă pot da urmaşilor indivizi, care din anumite pricini devin izolaţi de alţii. Datorită înmulţirii asexuale indivizii într-o perioadă scurtă de timp îşi pot mări considerabil numărul.

Procesul sexual înseamnă unirea într-o singură celulă a materialului ereditar din două celule. El asigură diversitatea materialului ereditar al urmaşilor şi a genofondului populaţiei în întregime. Cu cât e mai divers genofondul populaţiei, cu atât mai mare şanse are ea de a se acomoda la schimbările din mediul ambiant (*chibzuiţi* de ce). Procesul sexual este caracteristic pentru majoritatea speciilor eucariotelor (cu excepţia unor organisme unicelulare, cum ar fi amiba, euglena verde, Chlorella). Procesul sexual al eucariotelor, de regulă, se desfăşoară în formă de conjugare şi copulaţie.

În timpul **conjugării** (din latină *coniugatio* – comunicare) celulele organismelor unicelulare (o parte din speciile de bacterii, alge, animale) sau multicelulare (unele ciuperci, alge fibroase verzi) fac schimb de material ereditar (des. 120).

La unele alge şi ciuperci conţinutul unei celule trece în alta prin poduri citoplasmatice temporare. Astfel se formează zigotul, care după o anumită perioadă de linişte se divizează pe calea meiozei (des. 120. I). La infuzorii în timpul conjugării au loc transformări complicate ale aparatului nuclear (des. 120. II). Înainte de conjugare nucleul mare (vegetativ) se ruinează, iar cel mic (generativ) se divizează de câteva ori. O parte din nucleii creaţi dispare; rămân numai doi – migrator (masculin) şi imobil (feminin). În continuare două celule se apropie şi prin podurile citoplasmatice fac schimb de nucleii migratori, care se combină cu cei imobili. Apoi, celulele se îndepărtează şi după câteva divizări la fiecare dintre ele se înnoieşte garnitura normală de nuclee: în celulă sunt nucleii mare şi mic.

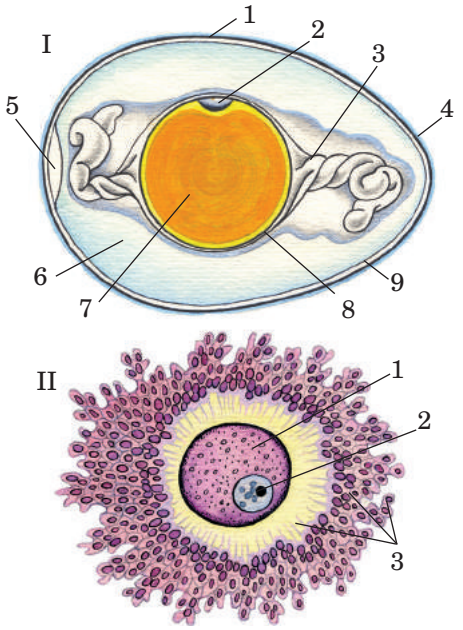


Des. 120. Conjugarea: la mătasea broaştei (I) şi infuzorii parameci (II)

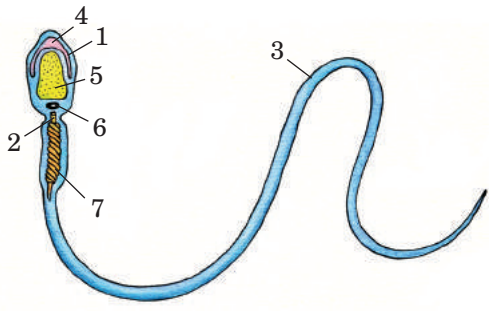
Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

E interesant să ştim

De cele mai multe ori gameţii feminini au o dimensiune mai mare, deoarece în ei se acumulează substanţe nutritive, necesare pentru dezvoltarea embrionului. În schimb, gameţii masculini sunt mai mici, deoarece poartă doar o parte din materialul ereditar. La multe organisme gameţii masculini au flagele şi sunt capabili să se mişte activ. Dacă ar avea dimensiuni mai mari, aceasta le-ar complica mişcarea.



Des. 121. Structura ovulului.
Structura oului de pasăre: 1 – coaja; 2 – discul germinativ; 3 – cordonul; 4 – membrana de sub coajă; 5 – camera de aer; 6 – albuşul; 7 – gălbenuşul; 8 – membrana vitelină; 9 – învelişul sub coajă.
Structura ovulului mamiferelor: 1 – citoplasma; 2 – nucleul; 3 – învelişurile secundare



Des. 122. Structura spermatozoidului la mamifere: 1 – capul; 2 – gâtul; 3 – flagelul; 4 – acrozomul; 5 – nucleul; 6 – centriola; 7 – mitocondrii

Copulaţia (din latină *copulatio* – comunicare) este procesul de fuziune a două celule sexuale specializate (gameţi).

Care este structura celulelor sexuale? Funcţia celulelor sexuale (gameţi) este de a transmite informaţia ereditară de la indivizii din generaţia părinţilor la urmaşi. În comparaţie cu celulele asexuale ele au o garnitură haploidă de cromozomi. În ovulele fecundate (zigot) este reînnoită garnitura de cromozomi, caracteristică pentru celulele somatice. Examinăm particularităţile structurii celulelor sexuale, având ca exemplu animalele vertebrate.

Celulele sexuale feminine – **ovulele** – au întotdeauna o rezervă însemnată de substanţe nutritive şi sunt înconjurate de câteva învelişuri. *Amintiţi-vă:* la păsări ovulul este acoperit cu un înveliş gros proteic, cu două membrane subţiri sub coajă, coajă tare din carbonat de calciu acoperit cu o peliculă externă (des. 121. 1). Învelişul extern îndeplineşte funcţiile de protecţie, iar cea de proteină, în afară de aceasta, mai serveşte şi ca sursă de apă pentru dezvoltarea embrionului. Apoi ea este consumată de pui, înainte de ieşirea acestuia din ou.

Ovulele la mamifere, de asemenea, sunt acoperite cu câteva învelişuri, care îndeplinesc funcţiile de protecţie şi de nutriţie (des. 121. II). Învelişul lor e mai mic decât la târâtoare şi păsări, a căror embrion un timp îndelungat se dezvoltă în afara organismului mamei.

Gameţii masculini, care au flagele şi sunt capabili de a se mişca activ (la alge verzi, plante superioare cu spori, majoritatea animalelor etc.), de regulă sunt numiţi spermatozoizi. La algele roşii, plantele conifere şi angiosperme, ciuperci, la o parte de animale (nematode, raci de râu, crabi) gameţii masculini sunt lipsiţi de flagele şi sunt numite *sperme*.

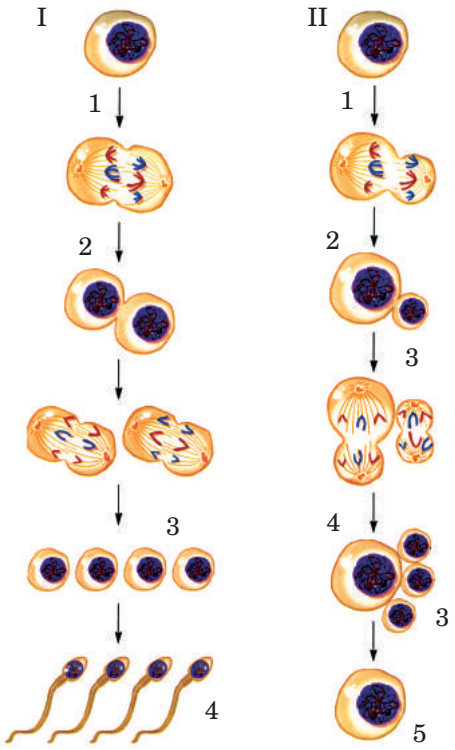
Spermatozoidul mamiferelor (des. 122) are *cap* scurt, în care se află nucleul, centrul celular şi o mică cantitate de citoplasmă. Informaţia ereditară este strâns împachetată. În partea de înainte a capului se află un organit deosebit – *acrozomul* (des. 122, 4). Ea conţine fermenţi, care desfac învelişul ovulului, asigurând pătrunderea în el a spermatozoidului. După cap urmează *gâtul*. El conţine mitocondrii, care asigură energie pentru flagel. După partea din mijloc urmează *flagelul*, datorită căruia spermatozoidul se plasează în mediul umed.

Cum se formează celulele sexuale? Procesul de formare a celulelor sexuale se numeşte ***gametogeneză*** (din greacă *gamete* şi *genesis* – provenienţă). Îl vom examina, servindune drept exemplu mamiferele. Ovulele şi spermatozoizii sunt creaţi de glandele sexuale cu celule sexuale diploide primare. Procesul de creare a celulelor sexuale are câteva stadii succesive: înmulţirea, creşterea, maturizarea şi formarea (des. 123).

La ***stadiul înmulţirii*** premergătorii diploizi ai celulelor sexuale masculine şi feminine se înmulţesc prin diviziuni mitotice succesive. De aceea, garnitura de cromozomi a lor rămâne diploidă. La ***stadiul creşterii*** aceste celule se măresc până la anumite dimensiuni. La ***stadiul maturizării*** premergătorii diploizi ai spermatozoizilor şi ovulelor se divizează cu ajutorul meiozei şi se transformă în gameţi haploizi nematurizaţi.

Procesele de creare a gameţilor masculini şi feminini au anumite particularităţi. În timpul maturizării celulelor sexu-

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 123. Schema gametogenezei la mamifere: I. spermatogeneza: 1 – celula diploidă a premergătorului se înmulţeşte pe calea mitozelor succesive; 2 – în rezultatul primei diviziuni meiotice s-au creat două celule haploide; 3 – în rezultatul celei de-a doua diviziuni meiotice s-au creat patru celule haploide – spermatidele; 4 – la stadiul de formare citoplasma şi nucleul spermatozoizilor se comprimă, dimensiunile lor se micşorează şi astfel apar spermatozoizii; II – ovogeneza: 1 – celula diploidă a premergătorului se înmulţeşte pe calea mitozelor succesive; în rezultatul primei divizări meiotice s-au format două celule haploide: cea mai mare cu rezerve de substanţe nutritive (2), şi mai mică(3 – corp polar); în rezultatul celei de-a doua diviziuni meiotice se formează patru celule haploide: ovulul mare (4) şi trei corpi polari (3); 5 – ovulul haploid matur

ale masculine se formează patru celule haploide identice. La ***stadiul de formare*** nucleul şi citoplasma acestor celule se comprimă, iar dimensiunile lor se micşorează. Aşa sunt creaţi spermatozoizii. Numai după aceasta ele capătă capacitatea de a se mişca şi de a fecunda ovulul.

La ***stadiul creşterii*** celulelor sexuale feminine după prima diviziune meioză sunt create două celule haploide diferite ca dimensiune: mare, cu rezervă de substanţe nutritive, şi mică (aşa-numitul corp polar). După cea de a doua diviziune meiotică – la ***stadiul maturizării*** – se formează patru celule haploide: un ovul mare şi trei corpi polari, care după un timp oarecare dispar.

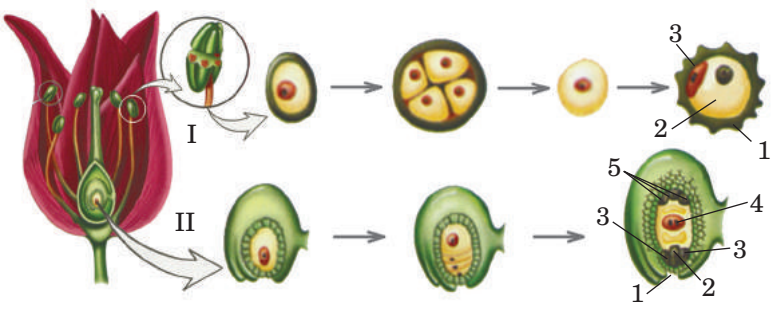
Devierile la formarea spermatozoizilor şi ovulelor este condiţionată de faptul că spermatozoizii în timpul fecundării introduc în ovul numai o parte din materialul ereditar; masa lui nu are nici o însemnătate pentru dezvoltarea viitorului embrion. Ovulul, în afară de materialul său ereditar, conţine, de asemenea, toate organitele şi rezerva de substanţe nutritive, de care se foloseşte embrionul în procesul dezvoltării. Pătrunderea masei principale de citoplasmă în ovul este asigurată de două diviziuni meiotice inegale succesive cu crearea corpilor polari, meniţi pentru eliminarea materialului ereditar de prisos.

Diferă crearea celulelor sexuale masculine şi feminine la flori. În anterele staminelor sunt formate granule de polen, înconjurate cu două membrane. În mijlocul granulelor de polen sunt două celule haploide: cea mare e vegetativă, iar cea mică – generativă. În timpul maturizării din celula generativă se formează două sperme haploide (des. 124. I).

Ovulele florilor sunt plasate în apropierea unuia dintre polii ovarului, care conţine în interiorul lui embrionul seminţelor. Acolo, de asemenea, se află şase celule: lângă ovulul haploid sunt două celule înrudite.

E interesant să ştim

Dimensiunile ovulelor depind de numărul substanțelor nutritive de rezervă. De exemplu, la majoritatea mamiferelor, embrionii cărora primesc substanțe nutritive din organismul mamei prin placentă, dimensiunea ovulului (fără luarea în considerare a membranelor externe) variază de la 50 mkm (la şoareci) şi 180 mkm (la oi). La om diametrul ovulului este de 90 mkm. Dacă ovulul conține o cantitate însemnată de substanțe nutritive de rezervă (gălbenuş), diametrul lui este de 5–7 cm (la rechin), 8 cm (la struț) etc. Cu luarea în considerare a învelişului extern dimensiunile acestor ovule sunt şi mai mari. De exemplu, oul struțului african este de peste 15 cm în lungime, iar greutatea – 1,5–2 kg.



Des. 124. Celulele sexuale ale florii. I. Granulele cu polen: 1 – învelişul; 2 – celula vegetativă; 3 – celula generativă; II. Ovarul cu ovule: 1 – intrarea pentru polen; 2 – ovulul; 3 – celulele înrudite; 4 – celula centrală cu două nuclee haploide, care cu timpul se contopesc; 5 – trei celule, care nu participă la fecundaţie

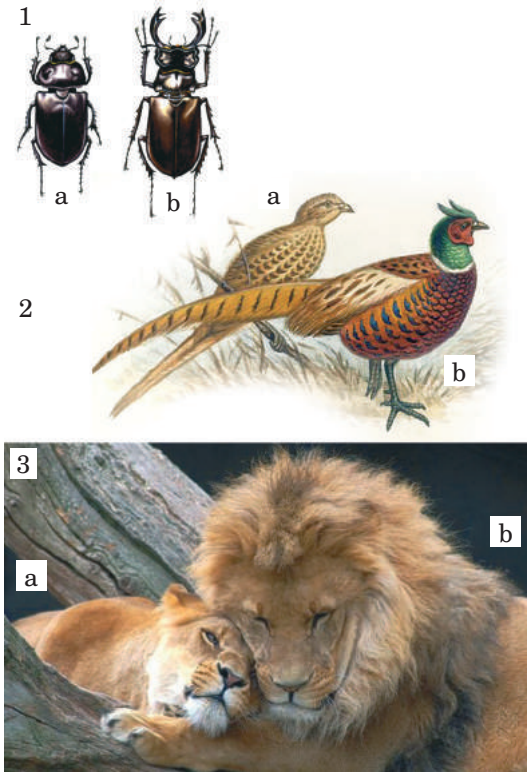
Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Pe scurt despre principalul

Capacitatea de a se înmulți este universală pentru organismele vii, datorită căreia se menține fără întrerupere viața pe planeta noastră. Există diferite forme de înmulțire a organismelor: asexuală şi sexuală.

Înmulțirea asexuală poate fi realizată cu ajutorul unor celule asexuale aparte (somatice), pe calea diviziunii lor în jumătate, diviziunii multiple, înmuguririi etc. În cazul separării de organismul matern a părților multicelulare se produce înmulțirea vegetativă. În cazul poliembrioniei dintr-un singur ovul se dezvoltă câțiva embrioni.

Procesul sexual se poate desfăşura în formă de conjugare sau copulație. În timpul conjugării celulele organismelor fac schimb de material ereditar. Copulația este procesul contopirii a două celule sexuale specializate (gameți). Formarea celulelor sexuale se numeşte „gametogeneză”: a gameților masculini „testiculare” şi a celor feminini „ovare”.



Des. 125. Manifestări ale dimorfismului sexual la rădaşcă (1), fazani (2), lei (3): femela (a); masculul (b)

La celălalt pol, de asemenea, se formează trei celule haploide, care nu participă la procesele de fecundare şi formare a seminţelor. În centrul ovarului se află celula centrală: nucleul diploid al ei s-a format pe contul contopirii a două celule haploide (des. 124. II).

Termeni şi noțiuni-cheie:

înmulțirea asexuală şi sexuală, sporii, poliembrionia, procesul sexual, conjugarea, copulația.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Care este însemnătatea biologică a procesului de înmulțire? 2. Ce forme ale înmulțirii asexuale cunoaşteți? 3. Prin ce se caracterizează înmulțirea vegetativă? 4. În ce constă esența poliembrioniei? 5. Care este însemnătatea biologică a înmulțirii asexuale? 6. În ce constă particularitatea deosebită a procesului sexual? În ce forme el se desfăşoară? 7. Prin ce se caracterizează structura celulelor sexuale feminine la păsări? 8. Care este structura celulelor sexuale masculine la mamifere? 9. Care sunt stadiile gametogenezei? 10. Prin ce se deosebesc procesele de formare a celulelor sexuale feminine şi masculine la mamifere?

Chibzuiți

1. De ce odată cu creşterea nivelului de organizare a organismului capacitatea lui de regenerare se reduce? Oare în viitor oamenii vor putea să-şi reînnoiască organele pierdute? 2. Care este însemnătatea că în procesul evoluției dimensiunile gameților masculini s-au micşorat, iar celor feminini – s-au mărit?

§26. PROCESELE FECUNDAȚIEI

Amintiți-vă, care sunt procesele de fecundație la diferite grupe de animale şi plante. Cum decurge gametogeneza? Ce este acrozomul? Care plante sunt numite monogame şi care dioice? Cum se acomodează plantele la diferite metode de fecundație? Care este structura granulei de polen şi embrionului seminţelor la flori?

Fecundaţia sunt procesele de contopire a celulelor sexuale masculine şi feminine şi crearea zigotului, din care se dezvoltă noul organism. În procesul sexual, de regulă, participă doi indivizi. În glandele sexuale ale multor animale se formează celulele sexuale masculine sau feminine. Animalele, indivizii cărora au numai un sigur tip de glande sexuale – sau masculine (testiculare), sau feminine (ovare), respectiv creează numai un singur tip de celule sexuale. Aceste animale sunt numite ***dioice*** (*daţi exemple).*

Indivizii de diferite sexe ale animalelor se pot asemăna la înfăţişare (majoritatea meduzelor, polichetele, moluştele bivalve etc.), sau se deosebesc între ele. Fenomenul deosebirii între femelă şi mascul se numeşte ***dimorfism sexual*** (des. 125). El se manifestă pe deplin în perioada maturităţii sexuale şi este legat de deosebirea în structura organelor genitale şi de dezvoltarea indicilor sexuali secundari. *Amintiţi-vă:* ***indicii sexuali secundari*** înseamnă totalitatea particularităţilor, potrivit cărora, în afară de organele genitale, se deosebesc

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

indivizii de diferite sexe, dezvoltarea lor este condiţionată de influenţa hormonilor sexuali. Aceşti indici le ajută indivizilor de diferite sexe să se găsească şi să se cunoască unul pe altul, stimulează comportamentul sexual etc.

Dezvoltarea glandelor sexuale masculine şi feminine este posibilă şi la un singur individ. Asemenea animale sunt numite ***hermafrodite*** (des. 126. I). La melcul de livadă, de exemplu, există doar o singură glandă sexuală, care, pe rând, produce când celule sexuale feminine, când masculine (des. 126. II).

Care este însemnătatea biologică a hermafrodismului? La organismele hermafrodite sporeşte verosimilitatea de a lăsa urmaşi, se reduce consumul de energie în căutarea partenerului pentru înmulţire. De aceea, hermafrodismul se întâmplă foarte des între animalele care duc un mod de viaţă cu puţine mişcări (anumite specii de crustacee, moluşte bivalve etc.) şi între paraziţi. De exemplu, la cestode corpul este alcătuit din câteva mii de segmente şi în fiecare din ele funcţionează concomitent glande feminine şi masculine. Aceasta asigură fecunditate fenomenală: un singur segment al parazitului Taeniarhynchus saginatus (care afectează bovinele) conţine 125–175 mii de ouă, în decursul unei luni acest parazit elimină circa 50 mln. de ouă, iar într-un an – 400 mln., iar în 10 ani – circa 4 mlrd.!

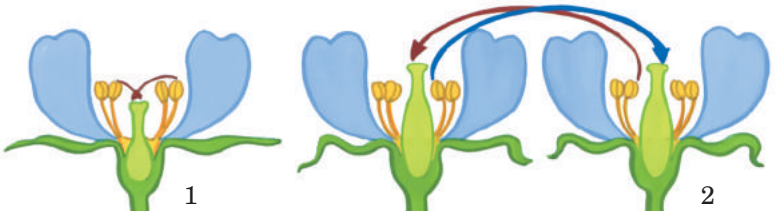
Ce tipuri de fecundaţie există? Există procese de autofecundaţie şi de fecundaţie încrucişată. **Autofecundaţia** este procesul contopirii gameţilor masculini şi feminini, creaţi de un singur individ. Se înţelege, că la animale acest proces este caracteristic pentru hermafrodite, iar la flori – pentru speciile cu autopolenizare.

În timpul autopolenizării polenul nimereşte pe stigmatele pistilurilor florii de la aceeaşi plantă (la diferite soiuri de grâu, roşii, mazăre etc.) (des. 128).

Autofecundaţia nu contribuie la diversificarea indicilor ereditari. De aceea, la majoritatea hermafroditelor există mecanisme, care previn aceasta: maturizarea în diferite perioade de timp a celulelor masculine şi feminine, anumite deosebiri ale structurii sistemului sexual la animale, fenomenul dioic la plante etc.

Fecundaţia încrucişată este legată de faptul că spermatozoidul (sperma) fecundează ovulul altui individ.

Amintiţi-vă: la animale există atât fecundaţie externă, cât şi internă. În cazul fecundaţiei externe celulele sexuale rămân în afara organelor sexuale, de cele mai multe ori în mediul ambiant. Ea este caracteristică pentru majoritatea speciilor acvatice (polichete, moluşte bivalve, majoritatea peştilor osoşi şi amfibiilor) şi pentru unele animale terestre şi de sol (de exemplu, viermii de ploaie). Aceasta este legat de faptul că



Des. 128. Schema autopolenizării (1) şi fecundaţia încrucişată (2) la flori

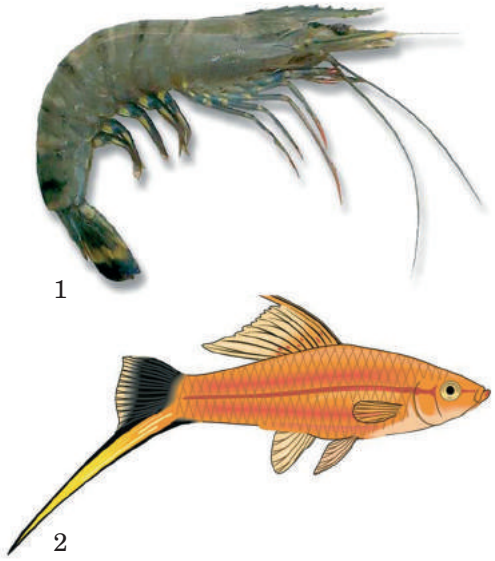
E interesant să ştim

Hermafrodit este o ființă de ambele sexe din mitologia greacă, fiul zeului Hermes şi al zeiței Afroditei.

Des. 126. Fenomenul hermafrodismului. I. Echinococul: în fiecare segment al lui sunt organe sexuale masculine şi feminine; II. Melcul de livadă

E interesant să ştim

Se întâmplă cazuri când la început organismul funcționează ca un individ de un anumit sex, iar peste un timp oarecare – de altul (peştele purtător de sabie, unii creveți: des. 127). De exemplu, din cauza populației dense a acvariului, femelele peştelui purtător de sabie capătă indicii specifici masculilor.



Des. 127. Organismele, care în decursul vieţii pot să-şi schimbe sexul: 1 – creveţi; 2 – peştele purtător de sabie

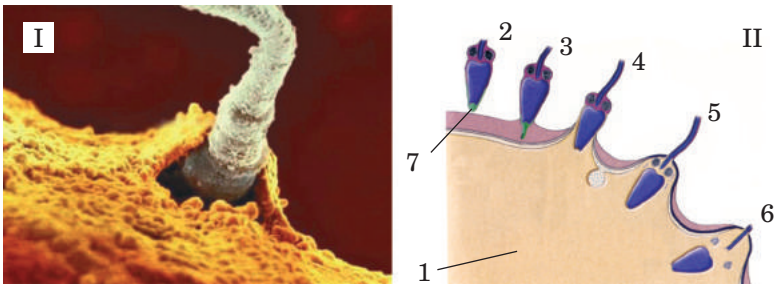
Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

E interesant să ştim

La fundul Oceanului Pacific trăiesc viermii palolo (des. 129). Celulele sexuale la indivizii de ambele sexe se maturizează concomitent, într-o anumită fază a Lunii. Gameții sunt formați în partea din urmă a corpului, care se desprinde de cea din față şi pluteşte în straturile de la suprafața apei. Acolo gameții sunt eliminați în apă, unde are loc fecundația. La partea din față a viermelui, care a rămas la fund, se reînnoieşte partea din urmă. Şi peste un timp oarecare, animalul este gata din nou pentru fecundație. Astfel, la palolo înmulțirea sexuală este precedată de cea vegetativă.

Des. 129. Viermele palolo

Memorizăm: în cazul fecundației încrucişate în ovulul fecundat se uneşte materialul ereditar specific ambelor părinți. Deoarece el este diferit, individul-fiică, după materialul ereditar se va deosebi de fiecare părinte. Datorită acestui fapt se diversifică genofondul populației.



Des. 130. Pătrunderea spermatozoidului în ovul. I. Microfotografia. II. Schema: 1 – ovulul; 2–6 – stadiile succesive ale interacțiunii spermatozoidului cu membrana ovulului şi pătrunderea în ea (atrageți atenția asupra faptului că coada spermatozoidului cu mitocondria rămân în afara ovulului); 7 – acrozomul

asupra celulelor sexuale din afara organismului influenţează diferiţi factori ecologici (temperatura înaltă sau joasă, uscarea solului, razele ultraviolete etc.). Mediul acvatic într-o măsură oarecare nivelează această influenţă negativă. În afară de aceasta, apa facilitează deplasarea gameţilor masculini mobili. Ovulele deseori elimină în mediul ambiant substanţe deosebite, care îi atrag numai pe spermatozoizii de specia biologică respectivă, care evită încrucişări între specii.

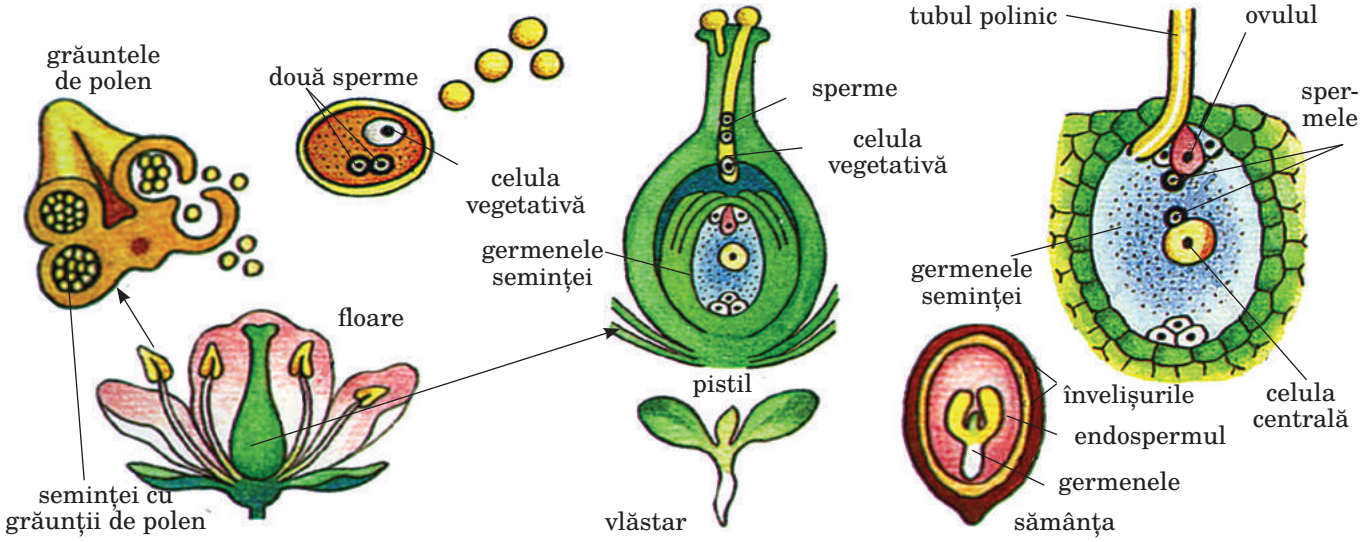
Fecundaţia internă are loc în organele sistemului sexual feminin. Ea este caracteristică pentru majoritatea animalelor terestre (gastropode, insecte, târâtoare, păsări, mamifere), precum şi pentru mulţi indivizi care populează solul, rezervoarele cu apă şi paraziţi (viermi plaţi, nematode, peşti cartilaginoşi etc.). Astfel, gameţii evită influenţa negativă a condiţiilor mediului, creşte verosimilitatea fecundaţiei. Fecundaţia internă deseori este asigurată de organele genitale deosebite, cu ajutorul cărora celulele sexuale nimeresc în organele sistemului sexual feminin.

În procesul fecundaţiei spermatozoidul pătrunde în ovul. Aceasta poate avea loc datorită fermenţilor secretaţi de acrozom (des. 130), mai rar – prin orificiul deosebit în membrana lui.

Contactul spermatozoidului şi al ovulului este precedat de identificarea lor reciprocă: fecundaţia este posibilă numai atunci, când gameţii masculin şi feminin aparţin la una şi aceeaşi specie de organisme. Substanţele biologic active ale ovulului stimulează ruperea acrozomului spermatozoidului. În rezultat, se elimină fermenţi, care asigură permeabilitatea învelişului ovulului pentru gametul masculin. După pătrunderea spermatozoidului în interiorul ovulului învelişul lui devine impermeabil pentru alţi spermatozoizi, nucleele ambilor gameţi se contopesc. Astfel se creează zigotul. În ovulul fecundat se activizează procesele schimbului şi începe procesul de diviziune a lui.

Care sunt particularităţile fecundaţiei la plante? *Amintiţi-vă:* algele şi plantele superioare cu spori (licheni, ferigi, muşchi şi tuiuri) pentru fecundaţie au nevoie de mediu acvatic, în care spermatozoizii se îndreaptă spre ovule. La plantele de seminţe (gimnosperme şi angiosperme) fecundaţia este precedată de procesul de polenizare. *Amintiţi-vă:* ***polenizarea*** este procesul de transportare a granulelor de polen (cu ajutorul vântului, apei, animalelor) pe stigmatul florii (la angiosperme) sau pe ovule (la gimnosperme).

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 131. Fecundația dublă la plantele cu flori. ***Temă.*** *Caracterizați procesele care au loc în timpul fecundației duble*

La plante cel mai complicat proces de fecundaţie este cel ale plantelor gimnosperme, care mai este numit dublu. Polenul nimereşte pe stigmatul florii, sub influenţa substanţelor biologic active ale lui se umflă şi creşte în formă de tub polinic (des. 131). Substanţele biologic active ale celulelor glandelor pistilului interacţionează cu compuşii învelişului extern al grăuntelui de polen, recunoscându-i compatibilitatea. Aceasta asigură încolţirea numai a polenului speciei sale.

Partea de sus a tubului polinic elimină substanţe deosebite, care înmoaie ţesuturile pistilului şi-i uşurează trecerea spre germenele seminţei. La tubul polinic cu grăuntele de polen trec trei celule haploide – cea mare, vegetativă, şi două mici – sperme. Celula vegetativă participă la formarea tubului polinic, care prin orificiul special din învelişurile germenelui seminţei (orificiu pentru polen) pătrunde la germenele seminţei alungit.

Una din sperme se contopeşte cu ovulul, în rezultat apare zigotul diploid, din care, cu timpul, se formează germenele. Cea de a doua spermă pătrunde în nucleul diploid în centrul ovarului. Din celula triploidă formată în continuare se dezvoltă un ţesut germinal deosebit – ***endospermul*** (din greacă *endon* – înăuntru şi sperma – spermă). Substanţele nutritive ale celulei endospermului servesc pentru nutriţia germenelui.

Crearea celulei triploide, din care cu timpul se dezvoltă endospermul, este însoţită de creşterea conţinutului ADN în nucleu. Într-o unitate de timp în celula triploidă se sintetizează mai multe celule proteice decât în cea haploidă. De aceea, germenele la plantele angiosperme are o rezervă mai mare de substanţe nutritive şi creşte mai repede.

Care este însemnătatea biologică a fecundaţiei? În timpul creării celulelor sexuale garnitura de cromozomi a lor se reduce în jumătate, iar în timpul fecundaţiei – se reînnoieşte. În afară de aceasta, de la fiecare pereche de cromozomi omologi una este moştenită de la un părinte, cea de a doua – de la celălalt. Deci, jumătate din materialul ereditar viitorul individ îl primeşte de la unul din părinţi, iar cealaltă jumătate – de la al doilea părinte. De aceea, asemenea urmaşi se deosebesc de fiecare părinte. Excepţie fac numai organismele de autoreproducere.

E interesant să ştim

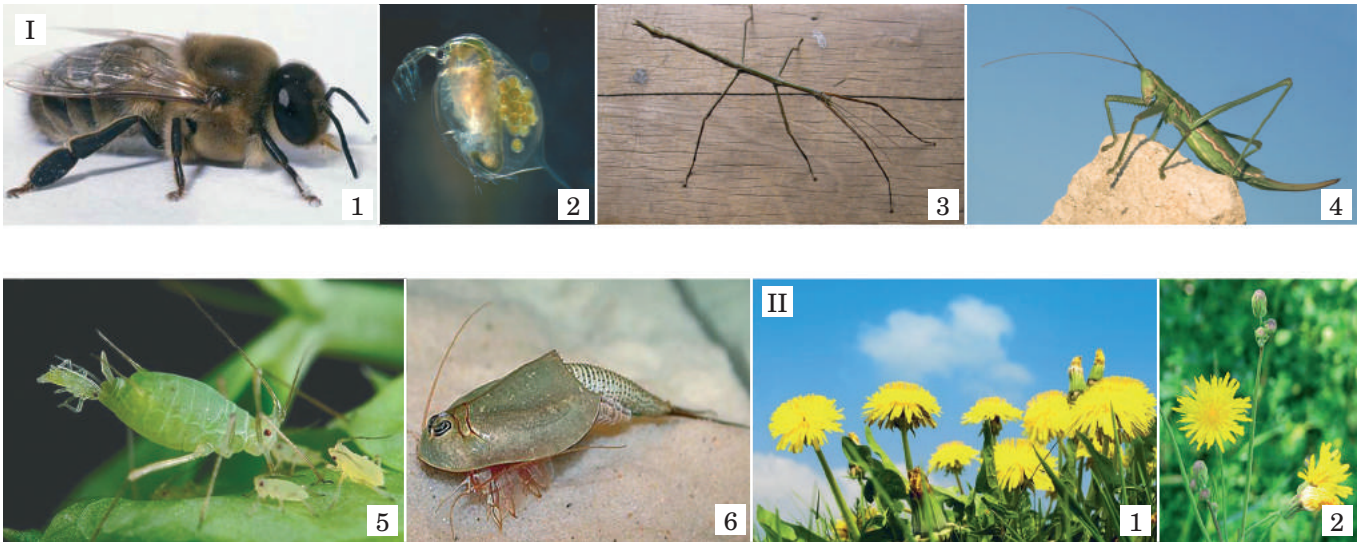
Fecundația dublă la plantele cu flori angiosperme a fost descoperită în 1898 de profesorul de la Universitatea „Sfântul Vladimir” din Kiev (actualmente „Taras Şevcenko”) **S.G. Navaşin** (des. 132).

Des. 132. ***Serhii Navașin*** *(1857–1930) – eminent botanist ucrainean*

Memorizăm: fecundația dublă a plantelor cu flori prezintă, în esență, două procese deosebite, căci numai din ovulul fecundat se dezvoltă germenele. Contopirea celei de-a doua sperme cu nucleul celulei diploide centrale numai formal poate fi numită fecundare, căci odată cu apariția celulei triploide se dezvoltă nu noul organism, dar țesutul care asigură germenele cu substanțe nutritive.

Memorizăm: însemnătatea biologică a fecundației constă în înnoirea garniturii de cromozomi, caracteristică pentru specia dată şi este una din sursele variabilității.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 133. I. Antropoide, capabile la partenogeneză: 1 – trântorii se dezvoltă din ovulul nefecundat; 2 – femela dafniilor poate depune ouăle nefecundate, din care ies sau indivizi de ambele sexe, sau numai femele; 3 – fasmidele; 4 – cosaș de stepă; 5 – păduche; 6 – răcușorul triops. II. Plante, capabile la partenogeneză: 1 – păpădie; 2 – hieracium

Memorizăm: în cazul partenogenezei noul organism se dezvoltă din celula sexuală, însă dezvoltarea individului-fiică nu precedă fecundația. Partenogeneza este o formă a înmulțirii sexuale, deşi mecanismul ei aminteşte de înmulțirea asexuală.

Pe scurt despre principalul

Fecundația este procesul de contopire a celulelor sexuale masculină şi feminină cu crearea zigotului, din care se dezvoltă noul organism.

La procesul de fecundație pot participa doi indivizi ai animalelor (fecundația încrucişată) sau are loc autofecundația (la unele hermafrodite). La plantele cu semințe procesul de fecundație este precedat de procesul polenizării, care poate fi încrucişat şi de autopolenizare. La animale fecundația poate fi internă (are loc în organele sistemului genital) şi externă (are loc în afara organelor sistemului genital).

Pentru plantele cu flori este caracteristică fecundația dublă. În acest caz una din sperme se contopeşte cu ovulul, formând zigotul din care se dezvoltă germenele. Cea de a doua spermă se contopeşte cu celula diploidă centrală, din care cu timpul se dezvoltă țesutul germinal (endosperm), celulele căruia conțin substanțele nutritive necesare pentru dezvoltarea germenelui.

Ce înseamnă partenogeneza? Deşi fecundaţia este un indice caracteristic al înmulţirii pe calea sexuală, organismele-fiice se pot dezvolta şi din ovulele nefecundate cu ajutorul partenogenezei (din greacă *partenos* – fată şi *genesis* – origine).

Există organisme pentru care partenogeneza este unicul procedeu de înmulţire (unele tipuri de insecte labilia rufipes); la altele (carasul argintiu, şopârle, crustacee din Artemia) există populaţii bisexuale şi partenogeneze. În ciclul vital al păduchelui şi dafniei rânduirea generaţiilor e ceva firesc, adică a celor care se înmulţesc pe cale sexuală şi pe calea partenogenezei (des. 133. I, 2). Partenogeneza este, de asemenea, răspândită la plantele care se înmulţesc prin spori şi prin seminţe (des. 133. II).

Termeni şi noțiuni-cheie:

autofecundația şi fecundația încrucişată, autopolenizarea şi polenizarea încrucişată, fecundația internă şi externă la animale, fecundația dublă la plantele cu flori, partenogeneza.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Care organisme sunt numite hermafrodite? În ce constă însemnătatea biologică a hermafroditismului? 2. Care este însemnătatea biologică a fecundației? Ce forme de fecundație există la animale? 3. Argumentați avantajele fecundației interne în comparație cu cea externă? 4. Ce procese au loc în timpul pătrunderii spermatozoidului în ovul? 5. Care este însemnătatea fecundației duble la plantele angiosperme? 6. În ce constă esența şi însemnătatea biologică a partenogenezei?

Chibzuiți

1. Care mecanisme sunt capabile de a nu admite fecundarea ovulului animalelor de o specie de spermatozoizii altei specii? 2. Chibzuiți ce este comun şi deosebit între înmulțirea asexuală tipică şi partenogeneza. 3. De ce hermafroditismul, mai întâi de toate, este caracteristic pentru animalele-parazite şi pentru cele ce au un mod de viață legat de un anumit loc?

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

§27. ETAPELE DEZVOLTĂRII INDIVIDUALE A ORGANISMELOR. DEZVOLTAREA EMBRIONARĂ A ANIMALELOR

Amintiți-vă din câte faze se compune ciclul celular. Ce înseamnă hormonii și care este însemnătatea lor biologică? Care organe și celule creează sistemul imunitar al omului? Ce înseamnă dezvoltarea insectelor cu transformarea totală și parțială? Care procese au loc la insecte în stadiul de pupe.

După fecundație dezvoltarea noului organism începe cu diviziunea succesivă a zigotului cu diferențierea în continuare a celulelor, formarea țesuturilor și organelor.

Dezvoltarea individuală sau ontogeneza (din greacă *ontos* – existență și *genesis* – origine) este dezvoltarea individului de la fecundație până la sfârșitul vieții (moartea sau diviziunea individului în fiice). La diferite grupe de organisme ontogeneza are particularitățile sale și durata, care, în deosebi, depinde de felul de înmulțire. De exemplu, vârsta copacilor de chiparos mexican poate ajunge la 10 000 de ani, de dracenă – la 6000 de ani. Există „longevivi" și între animale. De exemplu, un individ al știucii de râu a trăit mai mult de 300 de ani; unele specii de broaște țestoase trăiesc până la 150 de ani; peștele beluga și crocodilul de Nil – până la 100 de ani. Între animalele nevertebrate au o durată lungă de viață unele specii de actinii (până la 90 de ani), moluștele (scoica Tridacna – până la 200 de ani).

Ontogeneza are două perioade: embrionară și post-embrionară.

Perioada embrionară (din greacă *embrion* – embrion) este timpul când noul individ este zămislit și se dezvoltă în interiorul organismului matern, oului, seminței etc. Ea se termină cu nașterea (ieșirea din ou, încolțirea). **Perioada post-embrionară** (din greacă *post* – după și *embrion*) este însoțită de mărirea dimensiunilor (creșterea), schimbările calitative (dezvoltarea). Ea durează din momentul nașterii și până la moartea individului (sau până în momentul diviziunii organismului matern în organisme-fiice).

Perioada dezvoltării embrionare la animale. Procesul dezvoltării embrionare la animale prevede câteva etape succesive. La început are loc segmentarea zigotului (sau a ovulului nefecundat în cazul partenogenezei), care se încheie cu formarea embrionului în formă globulară într-un singur strat (blastula). Apoi se dezvoltă embrionul, corpul căruia este compus din două sau trei straturi de celule (gastrula), se formează țesuturile și organele. Dezvoltarea embrionară se încheie cu formarea embrionului deplin.

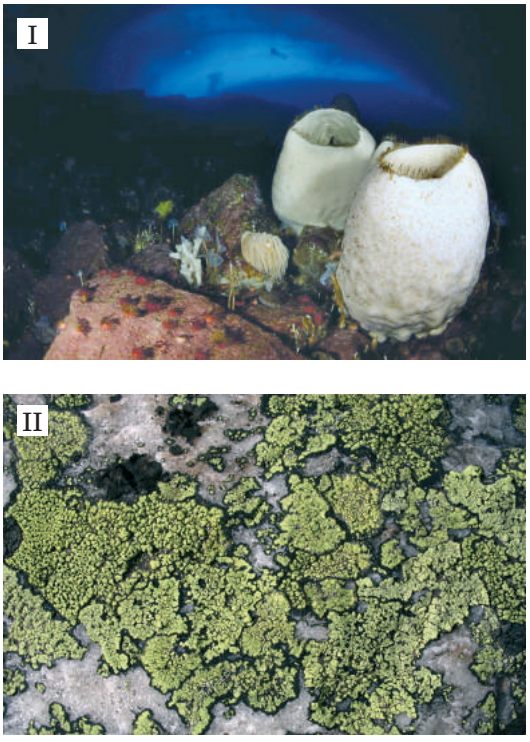
Segmentarea constituie mai multe divizări mitotice succesive (des. 135). Celulele, create în rezultatul segmentării, ***blastomerele*** (din greacă *blastos* – făt și *meros* – particulă) nu cresc în interfază, dimensiunile lor, după fiecare diviziune, se micșorează în jumătate. Deci, în timpul segmentării masa și volumul embrionului nu se schimbă, ci rămâne așa ca și în zigot.

Segmentarea se încheie prin formarea **blastulei** (des. 135, 1) – următorul stadiu de dezvoltare embrionară. Blastula este o formațiune goală de diferite forme, peretele căreia este creat dintr-un singur strat de blastomere.

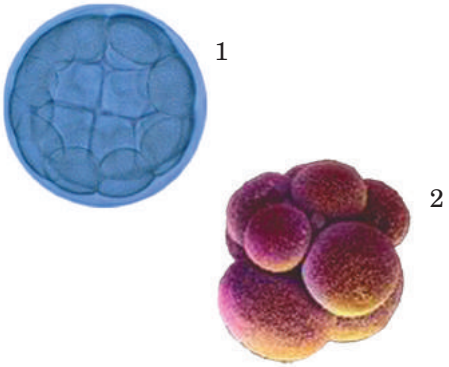
La unii viermi plați, antropoide, majoritatea mamiferelor în rezultatul segmentării urmează stadiul ***morulei*** (din latină

E interesant să știm

Lichenul-hartă este longeviv între licheni. El poate trăi până la 4500 de ani (des. 134, I). Iar vârsta unei specii de spongieri de genul Anoxicalix poate trăi circa 10 mii de ani (des. 134, II). Este cea mai mare durată a vieții între toate animalele.



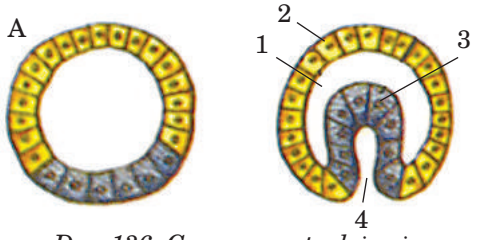
Des. 134. Organisme longevive: I. Spongier de genul Anoxicalix; II. Lichenul-hartă



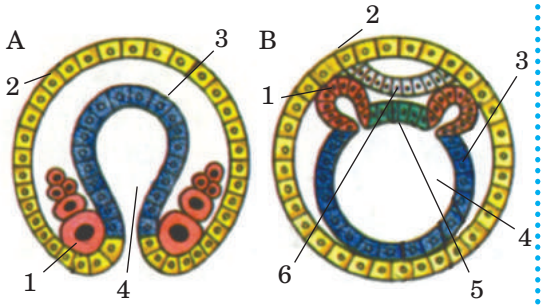
Des. 135. Stadiile dezvoltării embrionare, create în rezultatul segmentării: 1 – blastula; 2 – morula

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Memorizăm: diferențierea (din latină *diferentia* – diferit) apare în timpul ontogenezei diferitor tipuri de celule la început uniforme. Datorită diferențierii, celulele, cu timpul, formează diferite țesuturi şi organe. Diferențierea este determinată ereditar, deoarece în celulele de diferite tipuri nu toate genele sunt active. De aceea, în fiecare celulă nu este realizată toată informația genotipului, dar numai o parte a ei, necesară pentru diferențierea anume a acestei celule.



Des. 136. Crearea gastrulei prin îndoirea sferei celulelor: 1 – blastulă; 2 – ectoderm; 3 – endoderm; 4 – cavitatea primară, care duce spre cavitatea tubului digestiv



Des. 137. Crearea mezodermului: A – celulele embrionului se plasează în spațiul între ecto- şi endoderm şi se stabilesc în ambele părți ale cavității primare; B – cavitățile laterale ale peretelui tubului primar se umflă în cavitatea blastulei: 1 – celulele care pun începutul mezodermului, 2 – ectodermul; 3 – endodermul; 4 – cavitatea tubului digestiv; 5 – celulele care pun începutul cordului; 6 – placa din care se formează tubul neural

morum – fructul dudului). El corespunde stadiului blastulei, dar prezintă o grupare de blastomere, lipite unele de altele (des. 135, 2). Apoi are loc diferențierea celulelor, în timpul căreia celulele asemănătoare ale blastulei se specializează după proprietățile şi funcțiile lor, se schimbă activitatea lor metabolică. Ele pun începutul diferitor celule ale embrionului.

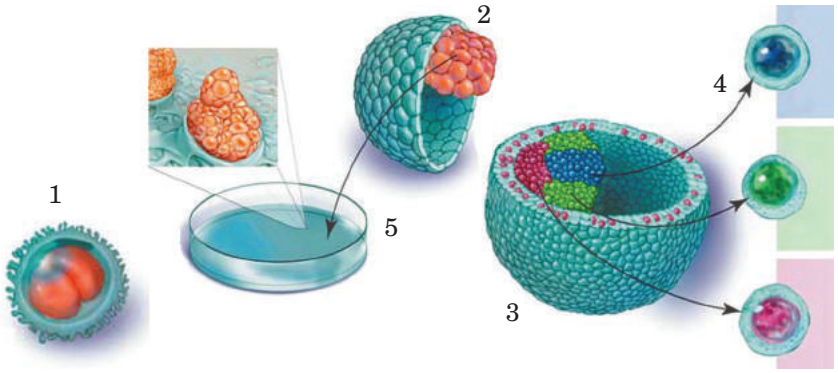
După crearea blastulei începe formarea **gastrulei** (din greacă *glaster* – stomac). La început apar două straturi de celule: extern – ***ectoderm*** (din greacă *ectos* – exterior şi *derma* – piele) şi interior – ***endoderm*** (din greacă *entos* – interior). Aceste straturi sunt numite ***foițe embrionare*** (des. 136). În locul îndoirii se creează *cavitatea primară*, care duce în *tubul digestiv*. La etapa gastrulei se încheie dezvoltarea embrionară a polipilor şi meduzelor. La indivizii maturi ai acestor animale corpul este alcătuit din două straturi de celule, are cavitatea primară şi tubul digestiv.

La majoritatea animalelor după încheierea gastrulei între foițele embrionare externă şi internă se formează cea de a treia (de mijloc) foiță embrionară – mezodermul (din greacă *mesos* – de mijloc) (des.137). La animalele cordate în cavitatea blastulei se creează prin îndoire trei cavități perechi în lungul tubului digestiv. Cavitatea primară se închide, iar gura individului matur este creată în capătul opus al corpului. Asemenea animale sunt numite *deuterostome*, spre deosebire de altele, care şi-au păstrat cavitatea primară – *protostome* (viermii plați şi inelați, viermii țipari, antropoidele, moluştele etc.).

În timpul formării gastrulei cu două sau trei foițe are loc **histogeneza** (din greacă *histos* – țesut şi *genesis* – origine) – totalitatea proceselor, care asigură formarea diferitor țesuturi în derivațiile diferitor foițe embrionare. În acest proces un rol important joacă interacțiunile intercelulare, influența substanțelor biologic active etc.

Celulele care participă la histogeneză pot fi sușe, semisușe (celule-premergătoare) şi diferențiate (mature). ***Celulele sușe*** sunt nediferențiate şi pun începutul noilor celule în timpul formării sau reînnoirii (regenerării) țesuturilor (des. 138). De exemplu, la mamifere din celulele sușe ale organelor hematopoietice apar eritrocitele, leucocitele şi celulele din care se formează trombocitele. După diviziunea celulei sușe materne una din cele două celule-fiice se diferențiază, iar cealaltă rămâne sușă. Celulele sușe, spre deosebire de altele, sunt capabile la diviziune succesivă de nenumărate ori. În afară de aceasta, ele sunt rezistente la diferiți factori nefavorabili.

Celulele semisușe (celule-premergătoare) sunt celule diferențiate, care păstrează capacitatea de a se diviza. ***Celulele***



Des. 138.Celulele sușe: 1 – diviziunea celulelor sușe; urmașii lor (2) se diferențiază (3) şi pot pune începutul celulelor diferitor țesuturi (4); 5 – celulele sușe pot fi cultivate în mediul nutritiv artificial

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

diferențiate intră în componența anumitor țesuturi și nu sunt capabile de a se diviza.

Concomitent cu formarea țesuturilor (histogeneza) are loc și **organogeneza** (din greacă *organon* – organ și *genesis*) – dezvoltarea organelor și a sistemelor lor.

Care sunt particularitățile organogenezei la animalele cordate? În timpul organogenezei la animalele cordate sunt evidențiate fazele succesive de formare a tubului neural și a altor organe, când animalele tinere obțin particularitățile structurii animalelor mature (des. 139).

Tubul neural începe să se formeze după mezoderm. Din ectoderm se formează placa neurală; marginile ei laterale se îndoaie în tub neural. Substanțele biologic active determină anume din care capăt al tubului neural se va dezvolta creierul. Ectodermul deasupra tubului neural crește și pune începutul epitelii pielii. La embrionul vertebratelor capătul din față al tubului neural se împarte în cinci ventricule cerebrale primare, care corespund anumitor părți ale creierului. În ambele părți ale viitorului creier intermediar se formează vezicule oculare, din care se dezvoltă ochii.

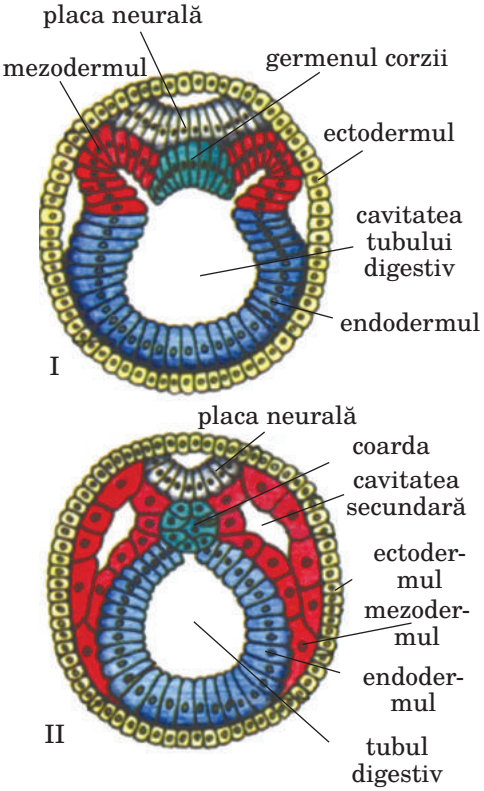
În acelaşi timp cu crearea tubului neural sub el se formează coarda şi intestinele. Amintiţi-vă: coarda este axa elastică a scheletului la animalele cordate. Numai la anumite grupe (peştii acipenseriformi şi dipnoi etc.) ea se păstrează în decursul întregii vieţi. La majoritatea coarda există numai în embrion, iar la animalele mature este înlocuită cu coloana vertebrală cartilaginoasă sau osoasă.

La formarea diferitor țesuturi, organe și sisteme ale acestora participă diferite foițe embrionare. Din ectoderm apare țesutul neural, elementele organelor de simț, stratul exterior al epidermei și glandele pielii, intestinul din față și din urmă la animalele nevertebrate, branhiile externe ale amfibiilor etc. Endodermul pune începutul organelor și glandelor digestive (ficatului, pancreasului), bulelor de înot, branhiilor interioare, plămânilor, anumitor părți ale glandelor de secreție internă (hipofiza, glanda tiroidă etc.). Din mezoderm își au începutul mușchii, țesuturile cartilaginoase și osoase, vasele sangvine și limfatice, inima, glandele sexuale, organele de eliminare, derma, pleura, epiteliile cavității corpului, pericardul.

Care condiții asigură dezvoltarea normală a embrionului animalelor? Dezvoltarea animalelor multicelulare prezintă procese complicate și coordonate între ele: divizarea celulelor, migrația, interacțiunea și diferențierea lor. Ele sunt reglate datorită activității genelor, influenței substanțelor biologic active și interacțiunii intercelulare.

Care sunt particularitățile dezvoltării embrionare a plantelor superioare? La plantele superioare zigotul, în rezultatul diviziunii, formează țesuturile meristeme din care se formează și alte țesuturi și organe embrionare. *Amintiți-vă:* embrionul la angiosperme este compus din rădăcina embrionară și lăstar, pe care apar primele frunze – una sau două cotiledoane (des. 140). În vârful vlăstarului germen și pe rădăcini se află conurile creșterii, create de celulele țesutului meristem. Ele asigură creșterea în lungime a acestor organe. La plantele gimnosperme și angiosperme germenele este o componentă a seminței, care este acoperită cu coajă și conține substanțe nutritive de rezervă.

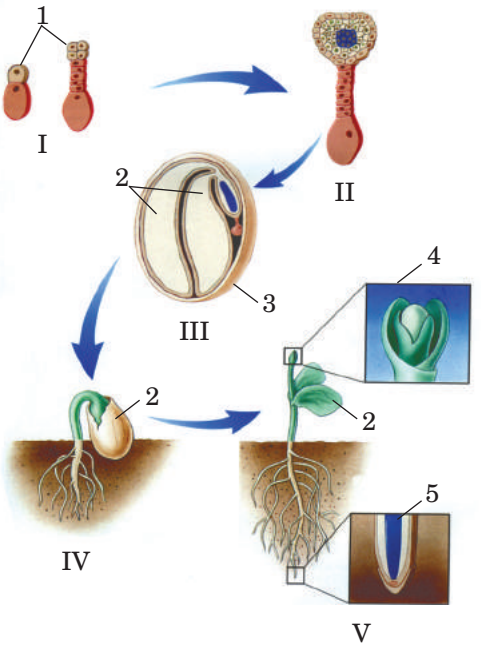
Memorizaţi: procesul de creare a plăcii neurale şi tubului neural este numit ***neurolație***. Iar embrionul animalelor cordate la acest stadiu – ***neurula*** (des. 139, II).



Des. 139. Organogeneza – proces de formare a organelor la embrion. ***Temă.*** *Analizați structura gastrulei (I) și neurulei (II) și găsiți schimbările, care au loc la stadiul neurulei*

Memorizaţi: orice influență negativă care dereglează mecanismele regulatorii, poate cauza defecte ale dezvoltării şi chiar moartea embrionului.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 140. Dezvoltarea seminței angiospermelor și încolțirea ei: I – etapa de început a dezvoltării embrionare (1– germenele); II – formarea țesutului; III – formarea seminței (2 – cotiledoanele; 3 – coaja seminței); IV – tipul de creștere la suprafața solului (semințele sunt scoase la suprafața solului); V – pe contul țesutului meristem are loc diviziunea în continuare a țesuturilor și organelor (țesutul meristem din vârf: 4 – al lăstarului; 5 – al rădăcinii)

Pe scurt despre principalul

Dezvoltarea embrionară a animalelor multicelulare începe cu segmentarea. În rezultatul ei se formează blastula sau morula.

Următoarea etapă este gastrulația, sau crearea din blastulă a embrionului cu două foițe (gastrula). Cu timpul, la majoritatea animalelor, în afară de foițele ereditare externă (ectoderm) și internă (endoderm), apare foița a treia (din mijloc) – mezodermul. Din aceste țesuturi embrionare apar țesuturile și organele indivizilor maturi.

În timpul embriogenezei are loc diferențierea – apariția deosebirilor și structura și funcțiile celulelor, țesuturilor, organelor. În timpul histogenezei și organogenezei se compun și se formează țesuturile, organele și sistemele lor. La histogeneză participă celulele sușe (pun începutul noilor celule), semisușe și diferențiate. Fiecare din germenele frunzelor pune începutul structurilor respective.

Memorizăm: ***embrionizarea dezvoltării*** este fenomenul când perioada embrionară continuă pe contul nutriției embrionului cu substanțe nutritive din organismul matern (mamiferele cu placentă, unii pești cu cartilaj, scorpioni) sau din ovule (târâtoarele, păsările).

Termeni și noțiuni-cheie:

ontogeneza, perioadele de dezvoltare embrionară și post-embrionară, segmentarea, blastula, ecto-, endo- și mezodermul, organogeneza.

Verificați-vă cunoștințele obținute

1. Explicați noțiunea „ontogeneză”. 2. Care sunt perioadele ontogenezei? 3. Ce înseamnă segmentarea? 4. Care este structura blastulei? 5. Care este structura gastrulei? 6. Cum se formează foița internă embrionară – mezodermul? 7. Ce este histogeneza și organogeneza?

Chibzuiți

1. Cum poate fi explicat faptul că blastomerele în timpul diviziunii nu cresc? 2. De ce fumatul, consumul de alcool și droguri în tinerețe pot influența negativ asupra viitorilor urmași?

§28. DEZVOLTAREA POST-EMBRIONARĂ ȘI CREȘTEREA ORGANISMELOR

Amintiți-vă tipurile dezvoltării post-embrionare la animale. Cum are loc dezvoltarea post-embrionară a plantelor angiosperme? Ce înseamnă regenerația? Ce sunt hormonii, neurohormonii și fitohormonii? Ce este ciclul de viață? Ce este partenogeneza?

Dezvoltarea post-embrionară a animalelor și omului constituie perioada de viață, care începe după naștere sau după ieșirea din învelișul care acoperă embrionul, și durează până la moarte. În această perioadă organismul crește, se dezvoltă, capătă capacitatea de a se înmulți, îmbătrânește și moare.

Unele animale (des. 141) și majoritatea plantelor anuale multicelulare imediat după înmulțire mor. Ele au două perioade de dezvoltare post-embrionară: ***antereproductivă*** (organismele încă nu sunt mature sexual) și ***reproductivă*** (când obțin capacitatea de a se înmulți pe cale sexuată). La altele (majoritatea animalelor vertebrate, racul de râu, unele insecte, arahnidele, moluștele, ierburile perene etc.) perioada reproductivă durează foarte mult. După aceasta ele nu mor de-odată, ci după o oarecare perioadă de timp (de la câteva zile – la insecte, până la câțiva și zeci de ani – la mamiferele mari, copaci etc.). Aceasta este ***perioada îmbătrânirii***, când permanent se reduce schimbul de substanțe și au loc schimbări ireversibile în organism.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Dezvoltarea post-embrionară a animalelor este directă și indirectă (142). **Dezvoltarea directă** înseamnă că animalul numai ce născut în linii generale se aseamănă cu cel matur (142. I).

Însemnătatea biologică a dezvoltării embrionare constă în aceea că animalul, care se naşte sau iese din învelişul oului, este la un grad de dezvoltare mai înalt, ceea ce reduce afectarea lui de factorii externi. Procesul de apariție pe lume a unui astfel de embrion se numește ***viviparitate***.

Când embrionul se dezvoltă pe contul substanțelor nutritive de rezervă din interiorul organismului matern și se eliberează de învelișul oului încă în interiorul acestuia, acest fenomen se numește ***ovoviviparitate*** (unele șopârle, șerpii, peștii de acvariu – peștii Guppy și purtători de sabie).

Dacă embrionul se dezvoltă în afara organismului matern și organismul tânăr iese din ou nemijlocit în mediul extern, aceasta este ***ovoviparitate*** (la majoritatea târâtoarelor și antropoide, păsări, mamiferele care se înmulțesc prin ouă, viermii plați etc.).

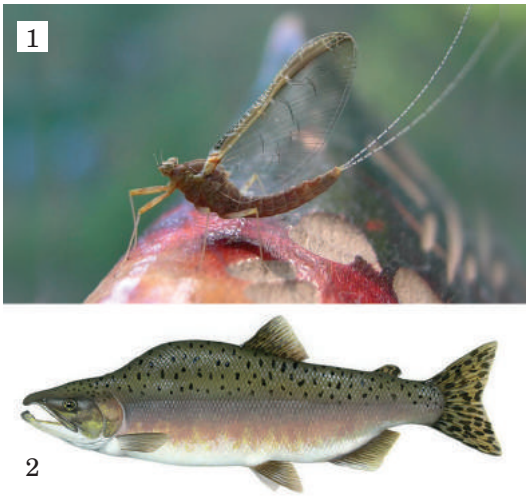
Dezvoltarea directă este caracteristică pentru hidre, cilii, viermii de ploaie, crustacee (dafnia, racul de râu), păianjeni, o parte din moluște, pești cartilaginoși, târâtoare, păsări, mamifere.

Dezvoltarea indirectă este însoțită de profunde schimbări în structura organismului, datorită cărora larva se transformă în individ matur (des. 142. II). ***Larva*** este faza dezvoltării post-embrionare la multe nevertebrate (la majo-ritatea viermilor intestinali, plați și polichete, moluște, căpușe, insecte etc.) și la unele vertebrate (pești osoși, amfibii).

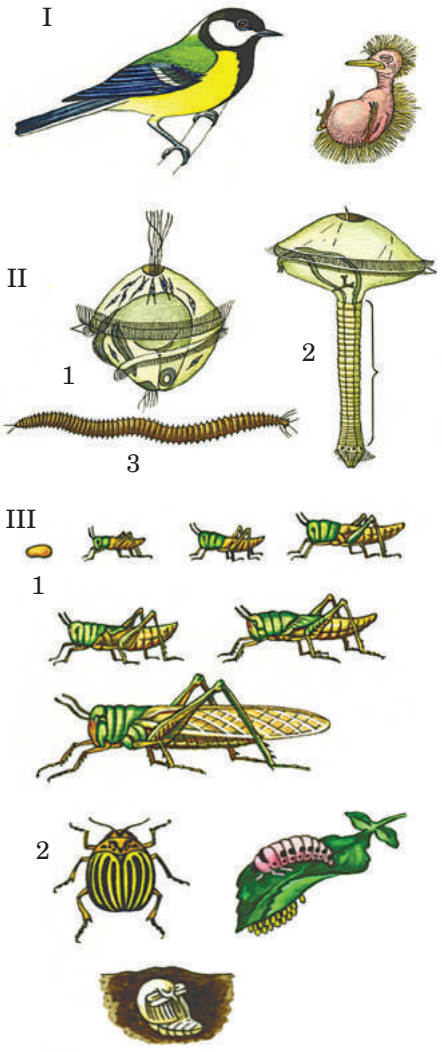
Dezvoltarea indirectă decurge în câteva etape (faze). La fiecare dintre ele animalele au anumite particularități ale structurii și funcțiilor vitale. De exemplu, ontogeneza insectelor are faze succesive ale oului, larvei și insectei mature (în cazul dezvoltării cu transformări incomplete: ploșnițele, libelulele, șvabii, ortopterele, păduchii animalelor) sau oului, larvei, pupei și insectei mature (în cazul dezvoltării cu transformare totală: fluturii, gândacii, himenopterele, păduchii etc.) (des. 142. III). O însemnătate deosebită are faza larvei, în timpul căreia insecta își schimbă din rădăcină structura (*amintiți-vă care*).

Tipul indirect de dezvoltare îndeplinește câteva funcții biologice importante, orientate la asigurarea existenței speciei. **Funcția nutritivă:** la o anumită fază de dezvoltare animalul primește cele mai multe substanțe nutritive, necesare pentru încheierea ei. **Folosirea rațională a resurselor** constă în aceea că diferite faze de dezvoltare împărțite după felul și obiectele de nutriție, precum și spațial. **Funcțiile de mutare:**mai multe animale, care duc un mod de viaţă cu puține mișcări sau fixat pe ceva (*amintiți-vă de ele*), larvele sunt capabile de a se muta, asigurând extinderea speciei.

Ce este ciclul de viaţă? Ciclurile de viaţă asigură existenţa neîntreruptă.



Des. 141. Animalele care mor imediat după înmulțire: 1 – insecta de o singură zi; 2 – somonul roz

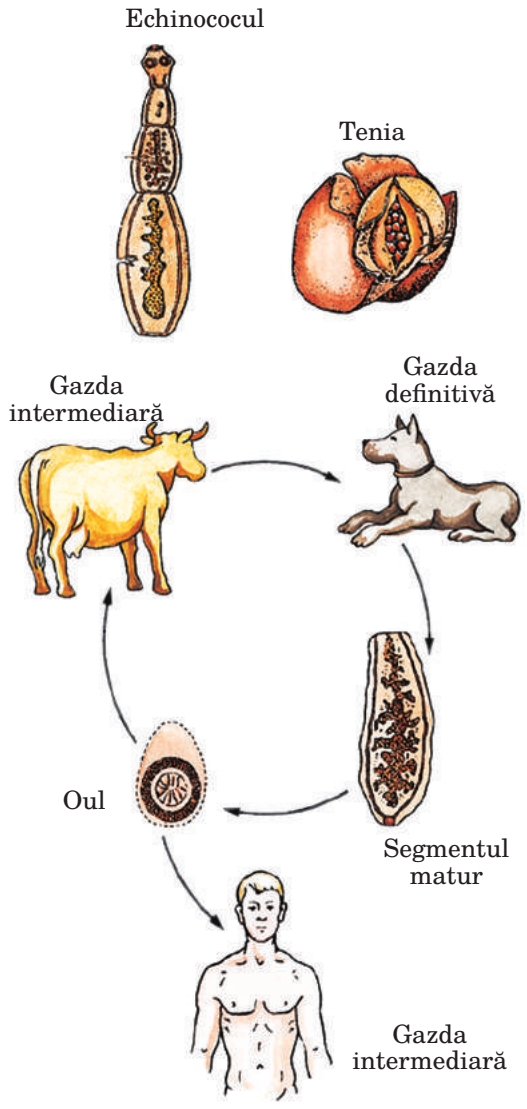


Des. 142. Animale cu tipuri de dezvoltare direct și indirect. I. Dezvoltarea directă la păsări. II. Dezvoltarea indirectă a viermelui polichetei: 1 – larva; 2 – formarea la larvă a noilor segmente; viermele matur. III. Dezvoltarea indirectă la insecte: 1 – cu transformarea parțială; 2 – cu transformarea totală

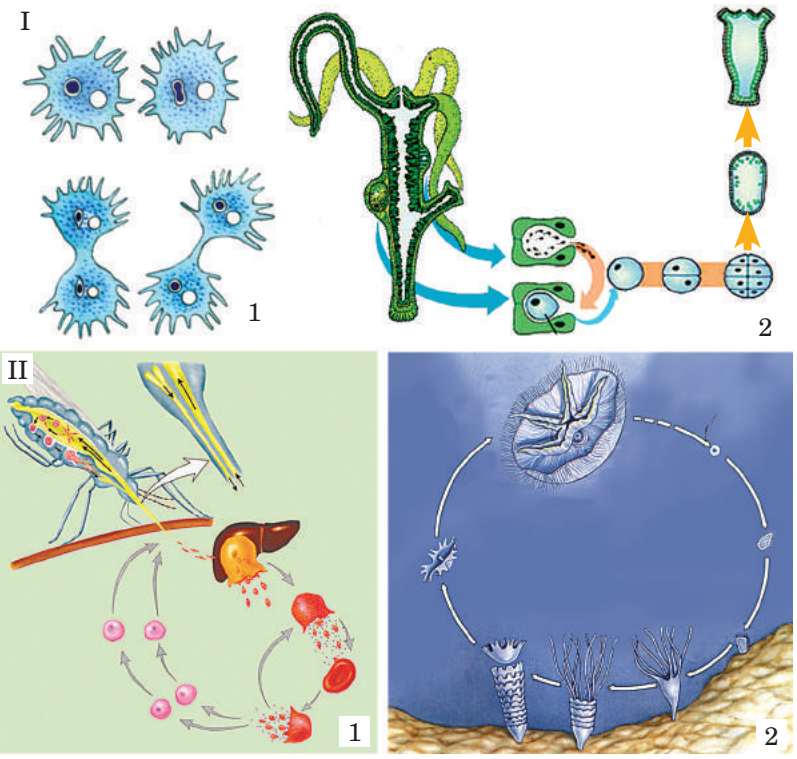
Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Memorizăm: ciclul de viaţă este perioada ce cuprinde aceleaşi faze de dezvoltare a două sau mai multe generaţii succesive.

Memorizăm: ciclurile de viaţă complexe cu rânduirea generaţiilor, care se înmulţesc pe căi diferite (de exemplu, sexuată şi asexuată) asigură capacitatea speciei de a menţine numărul populaţiei în diferite condiţii ale mediului ambiant.



*Des. 144. Ciclul de viaţă al echinococului. **Temă**. Descrieţi-l, folosind cunoştinţele obţinute în clasa a 7-a*



*Des. 143. Ciclurile de viaţă: I. Simple: 1 – amoeba proteus; 2 – hidrele. II. Complexe, care prevăd rânduirea generaţiilor sexuate şi asexuate. 1. Ciclul de viaţă a Plasmodium malariae. 2. Ciclul de viaţă a aureolei. **Temă**. Folosind cunoştinţele la lecţiile de biologie în clasa a 7-a, amintiţi-vă detalii ale acestor cicluri.*

Ciclurile de viaţă sunt simple şi complexe. În timpul ***ciclurilor de viaţă simple*** nu are loc schimbarea firească a diferitor generaţii (de exemplu, sexuate şi asexuate) şi organismele nu sunt supuse unor schimbări însemnate. Acestea sunt ciclurile de viaţă ale multor animale unicelulare, hidrei, viermilor ţipari, moluştelor, animalelor cordate (des. 143. I).

Pentru ***ciclurile de viaţă complexe*** este caracteristică rânduirea diferitor generaţii, fiecare dintre ele deosebindu-se de altele prin particularităţile structurii, ontogeneză, garnitura de cromozomi, procedeul de înmulţire etc. (des. 143. II). De exemplu, la unele alge brune şi roşii şi la plantele superioare cu spori se schimbă generaţiile sexuate (de cele mai multe ori haploide) şi asexuate (de cele mai multe ori diploide). În ciclul de viaţă a multor animale unicelulare (foraminifere, Plasmodium malariae) şi la unele multicelulare, de asemenea, se observă rânduirea firească a generaţiilor, care se înmulţesc pe cale sexuată şi asexuată.

E interesant să ştim

Generaţiile sexuate şi asexuate se rânduiesc în ciclurile de viaţă ale unor astfel de paraziţi ai omului şi animalelor ca echinococul şi alveococul. La stadiul de larvă al acestor viermi, numită tenie, pe calea înmulţirii asexuate se formează noi capsule – capul parazitului cu organele de fixare (des. 144). Capsulele alveococului se pot desprinde de masa generală şi prin sânge por nimeri în alte organe, care se aseamănă cu crearea metastazelor în cazurile bolilor oncologice.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Lipsa tratamentului poate cauza moartea gazdei. Omul se poate molipsi de echinococ şi alveococ, contactând cu câinii vagabonzi, pe blana cărora pot rămânea multe ouă ale acestor paraziți.

În ciclul de viaţă la viermii plaţi, unele animale antropoide (puricele de baltă, afida etc.) se rânduiesc generaţiile, care se înmulţesc pe calea sexuată şi asexuată. Rânduirea generaţiilor sexuate şi partenogenetice are o mare însemnătate biologică pentru fiinţele care trăiesc în condiţiile variabile ale mediului şi nu sunt capabile să supravieţuiască în perioade nefavorabile în stare activă. Înmulţirea sexuată asigură existența neîntreruptă a speciei, iar partenogeneza oferă posibilitatea în măsură deplină să folosească perioadele favorabile la înmulțirea rapidă a numărului populației.

Termeni şi noțiuni-cheie:

dezvoltarea directă şi indirectă, cicluri de viață simple şi complicate.
.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Prin ce se caracterizează dezvoltarea directă? 2. Ce este dezvoltarea embrionară şi care este însemnătatea ei biologică? 3. Ce funcții importante pentru existența speciei îndeplineşte faza de larvă a dezvoltării? 4. Care cicluri de viață sunt numite simple şi complexe? 5. Care variante ale rânduirii generațiilor sunt cunoscute în ciclurile de viață complexe ale animalelor şi plantelor?

Chibzuiți

La plantele cu flori se rânduiesc generațiile sexuate şi asexuate. Chibzuiți prin ce se caracterizează fiecare din aceste generații.

Pe scurt despre principalul

Dezvoltarea post-embrionară a animalului şi omului cuprinde perioada care începe după naştere sau după ieşirea din ou şi durează până la moarte. Ea poate fi directă sau indirectă. În cazul dezvoltării directe se naşte organismul tânăr, care se aseamănă cu cel matur, dar este de dimensiuni mai mici. În cazul dezvoltării indirecte individul tânăr (larva) se deosebeşte de individul matur prin particularitățile structurii şi procesele vitale.

Ciclul de viață este perioada între aceleaşi faze de dezvoltare a două sau a unui număr mare de generații succesive. Ciclurile de viață asigură existența neîntreruptă a speciei, ele pot fi simple şi complexe. În cazul ciclurilor de viață simple toate generațiile următoare nu se deosebesc între ele după structura şi particularitățile ontogenezei. Ciclurile de viață complexe sunt realizate prin rânduirea diferitor generații, fiecare dintre ele se deosebeşte una de alta prin particularitățile structurii, ontogeneza, garniturile de cromozomi, procedeele de înmulțire etc.

TEST PENTRU ÎNTĂRIREA CUNOŞTINȚELOR

Alegeți din răspunsurile propuse pe cel corect

1. Numiți stadiul gametogenezei la care are loc meioza: a) înmulțirea; b) creşterea; c) maturizarea; d) formarea.
2. Indicați numărul ovulelor haploide, care apar în rezultatul meiozei din celulele-premergătorului diploide: a) una; b) două; c) trei; d) patru.
3. Cum se numeşte înmulțirea organismelor pe contul separării părților multicelulare: a) sexuată; b) vegetativă; c) partenogeneză; d) poliembrionia.
4. Cum se numeşte înmulțirea pe contul contopirii gameților: a) copulație; b) vegetativă; c) partenogeneză; d) conjugare?
5. Numiți grupa de plante pentru care este caracteristică fecundația dublă: a) muşchi; b) ferigi; c) gimnosperme; d) angiosperme?
6. Numiți grupa de animale pentru care este caracteristic dezvoltarea directă: a) insecte; b) peşti cartilaginoşi; c) peşti osoşi; d) polichete.
7. Numiți stadiul de dezvoltare embrionară, în timpul căruia se formează foițele embrionare: a) segmentare; b) blastula; c) gastrula; d) morula.
8. Indicați numărul diviziunilor succesive din care se compune meioza: a) două; b) trei; c) patru; d) una.
9. Numiți când are loc conjugarea cromozomilor omologi: a) în timpul mitozei; b) în timpul primei diviziuni meiotice; c) în timpul celei de-a doua diviziuni meiotice; d) în timpul interfazei.
10. Ce înseamnă transcripția: a) trecerea informației de pe molecula ADN pe molecula ARN-m; b) transportarea resturilor de aminoacizi la locul de sinteză a moleculei proteice; c) comunicarea resturilor de aminoacizi în lanțul polipeptidic; d) aflarea moleculei proteice în stare activă?
11. Unde sunt sintetizate moleculele proteice: a) pe membrana complexului Golgi; b) pe membranele lizozomilor; c) pe membranele granulate ale reticulului endoplasmatic; d) pe membranele negranulate ale reticulului endoplasmatic?

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Creați perechi logice

14. Stabiliți corespunderea între stadiile gametogenezei la mamifere şi evenimentele care au loc în timpul lor.

1 înmulțirea	**A** comprimarea citoplasmei spermatozoizilor, formarea părții învelişurilor externe ale ovulelor
2 creşterea	**B** diviziunile mitotice succesive ale celulelor sexuate primareosztódása
3 maturizarea	**C** mărirea dimensiunilor celulelor
4 formarea	**D** meioza

13. Stabiliți corespunderea între fazele mitozei şi evenimentele care au loc în timpul lor.

1 profaza	**A** conjugarea cromozomilor omologi
2 metafaza	**B** separarea cromatidelor
3 anafaza	**C** adunarea cromozomilor în centrul celulei
4 telofaza	**D** formarea învelişului nucleic
	E dispariția nucleolilor

14. Stabiliți corespunderea între fazele meiozei şi evenimentele care au loc în timpul lor.

1 profaza I	**A** crossing-over
2 metafaza II	**B** separarea cromatidelor
3 anafaza I	**C** separarea cromozomilor omogeni
4 telofaza II	**D** adunarea cromozomilor în centrul celulei
	E formarea nucleolilor

15. Stabiliți corespunderea între stadiile dezvoltării embrionare ale animalelor cordate şi evenimentele care au avut loc în timpul lor.

1 blastula	**A** formarea tubului neural
2 morula	**B** formarea foiței cu un singur strat în cavitatea interioară
3 gastrula	**C** formarea embrionului în formă de un grup de celule
4 neurula	**D** formarea țesutului meristem
	E formarea embrionului cu trei foițe

Exerciții cu alegerea a trei răspunsuri corecte din trei grupuri de răspunsuri propuse

16. Numiți funcțiile moleculelor de ARN, care participă la sinteza moleculelor proteice.

ARN-m	**ARN-t**	**ARN-r**
1) transportă aminoacizii la locul sintezei moleculei proteice a resturilor de aminoacizi	1) intră în componența subunităților de ribozomi	1) transportă aminoacizii la locul sintezei moleculei proteice a resturilor de aminoacizi
2) păstrează informația despre structura moleculei proteice	2) transportă aminoacizii în locul sintezei moleculei proteice a resturilor de aminoacizi	2) păstrează informația despre structura moleculei proteice
3) asigură transmiterea informației despre structura moleculei proteice la locul de sinteză a ei	3) păstrează informația despre structura moleculei proteice	3) intră în componența subunităților ribozomului

Întrebări cu răspuns deschis

17. De ce în procesul mitotic sau în cel meiotic, în timpul divizării celulei, dispare învelişul nucleului? Argumentați răspunsul.

18. Oare are loc diviziunea meiotică la organismele care nu se înmulțesc pe cale sexuată? Argumentați răspunsul.

19. Care este însemnătatea interfazei în ciclul celular al eucariotelor?

20. Care structuri participă la diviziunea meiotică a celulelor? Care sunt funcțiile lor în procesul de diviziune a celulelor?

21. Procedeul prin care se autodublează molecula de ADN este numit semiconservator. Explicați de ce.

22. Ce este comun şi deosebit la crearea spermatozoizilor (spermelor) şi ovulelor la mamifere şi la plantele cu flori?

23. Ce este comun şi diferit la procedeul vegetativ şi la alte procedee de înmulțire asexuată?

24. De ce la animalele terestre predomină fecundația internă? Argumentați răspunsul.

25. Care este legătura între histogeneză şi organogeneză?

26. Care sunt funcțiile generațiilor sexuate şi asexuate în timpul ciclurilor de viață complexe?

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

CAPITOLUL 5. LEGITĂȚILE MOȘTENIRII CARACTERELOR

În această temă veţi afla despre:

- proprietățile de bază ale eredității;
- rolul genotipului şi al factorilor mediului în formarea fenotipului organismelor; metodele clasice de cercetări genetice;
- fenomenul moştenirii înlănțuite; teoria cromozomială a eredității;
- genetica sexului şi moştenirea, înlănțuită cu sexul;
- formele variabilității organismelor; tipurile mutațiilor, cauzele şi urmările lor;
- bolile ereditare ale omului şi consultarea genetică;
- metodele moderne ale geneticii moleculare.

§29. GENETICA ESTE ŞTIINȚA DESPRE PARTICULARITĂȚILE EREDITĂȚII ŞI VARIABILITĂȚII ORGANISMELOR

Amintiți-vă ce sunt cromozomii, gena, genomul, cariotipul. Ce sunt cromozomii omologi, genele alele, locii? Ce sunt antigenele și anticorpii? Care sunt grupele de sânge ale omului? De ce ele sunt determinate? Care este structura membranei plasmatice? Ce funcții efectuează moleculele receptorilor în membranele celulare?

Ce studiază genetica? De ce copiii sunt asemănători părinților lor? De ce diferiți indivizi de aceeași specie sunt asemănători între ei, iar indivizii din diferite specii, în principal, nu se aseamănă? Acest lucru se datorează faptului, că tuturor organismelor le este caracteristică o proprietate universală – ***ereditatea***, datorită căreia este asigurată legătura genetică între generațiile lor.

Ați observat singuri, că pe parcursul întregii vieții organismul vostru, precum și organismele altor oameni se schimbă. Același lucru se referă și la alte organisme (fig. 145). Totodată este dificil de găsit doi indivizi de aceeași specie și vârstă, care ar fi fost identici. Acest lucru se datorează unui alt fenomen biologic universal – ***variabilității***.

Ereditatea și variabilitatea sunt proprietățile opuse ale organismelor vii. Datorită eredității se menține stabilitatea speciilor biologice. Datorită variabilității apar noi caractere și variantele acestora, deci devine posibilă formarea speciilor noi și dezvoltarea istorică a întregii biosfere.

Două fenomene biologice generale – ereditatea și variabilitatea – sunt obiectele de studiu al științei ***genetica*** (din greacă *genesis* – origine). Data nașterii ei este considerat anul 1900, când trei savanți – olandezul G. de Vries, germanul C. Correns și austriacul E. Tschermak – în timpul cercetărilor de hibridizare a plantelor au redescoperit independent unul de altul legile eredității, care încă în anul 1865 au fost stabilite de cercetătorul ceh G. Mendel. Denumirea „genetică” pentru

Memorizăm: ereditatea este capacitatea organismelor de a transmite caracterele sale şi particularitățile dezvoltării individuale la urmaşi.

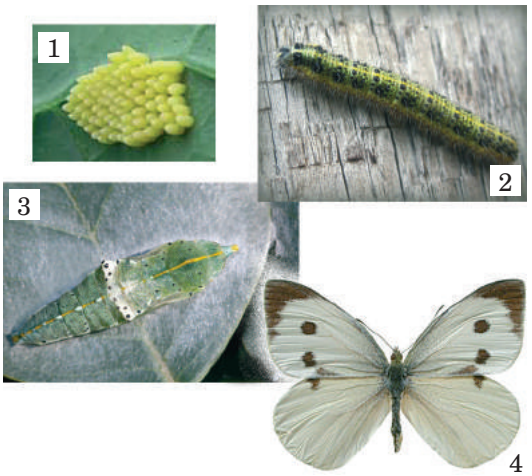
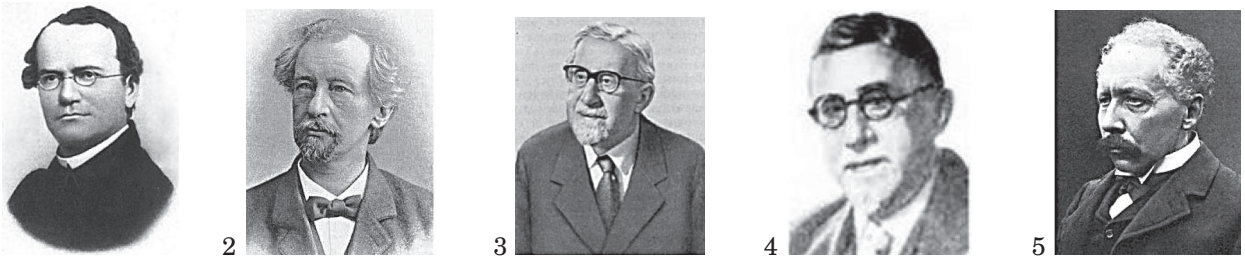


Fig. 145. Fazele de dezvoltare ale fluturelui: oul (1) – omida (2) – pupa (3) – fluturele adult (4).
***Temă:** Explicați, cum se modifică organismul fluturelui la fiecare fază de dezvoltare*

Memorizăm: variabilitatea este capacitatea organismelor de a dobândi noi caractere în procesul dezvoltării individuale.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

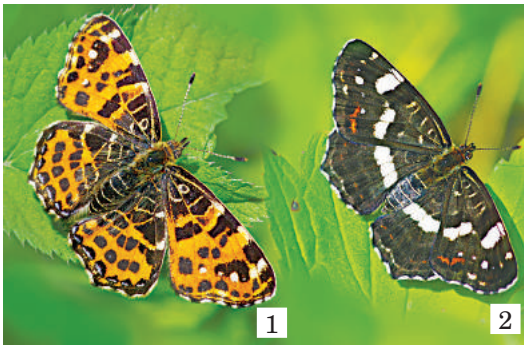


Des. 146. Savanții care au stat la originea geneticii: 1. ***Gregor Johann Mendel*** *(1822–1884), preot și cercetător ceh, a stabilit legitățile fundamentale ale eredității; 2.* ***Hugo de Vries*** *(1848–1935) – botanist și genetician olandez; a introdus termenul „mutație”; 3.* ***Carl Correns*** *(1864–1933) este un biolog german, un specialist cunoscut în botanică și micologie; 4.* ***Erich von Tschermak*** *(1871–1962) – genetician austriac, a activat în domeniul încrucișării plantelor de cultură; 5.* **William Bateson** *(1861–926) – savantul englez care a propus denumirea „genetică”*

Des. 147. Exemple de diferite fene: variante diferite de colorație cochiliilor ale unei specii de moluște terestre din genul Anix

E interesant să știm

Știința **fenetica** cercetează apariția și legitățile distribuției ale fenelor în populațiile de organisme de diferite specii.



Des. 148. Formele de primăvară (1) și de vară (2) ale fluturelui de urzici

Memorizăm: pe parcursul vieții genotipul individului rămâne neschimbat. În timpul dezvoltării individuale se schimbă fenotipul lui.

știința nouă a fost propusă în 1906 de către cercetătorul englez W. Betson (des. 146).

Care sunt termenii principali aplicați în genetică? Organismul omului este compus din miliarde de celule asexuale, la toate dintre ele setul de gene sunt identice. Fiecare celulă asexuală (în afară de unele, *numiți-le)* conține nucleu cu o garnitură diploidă de cromozomi. În componența fiecărei perechi de cromozomi unul este moștenit de la mamă, iar altul – de la tată. Fiecare cromozom conține o moleculă lungă de ADN, în care este codificată informația despre structura proteinelor și moleculelor de ARN.

Diferite alele ale unei anumite gene determină diferite variante ale unor anumite caractere. Variantele anumitor caractere sunt numite **fene** (din greacă *faino* – a apărea, a determina) (des. 147). Exemple de anumite fene sunt: culoarea galbenă sau verde a seminței mazării de grădină, culoarea albastră sau căpruie a ochilor la om etc.

La interacțiunea genotipului cu factorii mediului ambiant se formează **fenotipul,** adică totalitatea caracterelor și particularităților organismului. În desenul 148 sunt prezentate două variante ale fenotipului fluturelui de urzici. Dacă fluturele matur iese din pupa, care s-a dezvoltat la temperaturi joase (forma de primăvară), fonul principal al aripilor lui are o culoare cărămizie (1). Dacă pupa s-a dezvoltat la temperaturi ridicate (forma de vară) – onul aripilor fluturelui este întunecat (2).

Cum genele alele interacționează între ele? Unele gene au multe alele: câteva zeci și chiar sute. Organismul diploid (la care fiecare cromozom are o pereche cromozom omolog) pot fi sau două alele identice ale unei gene, sau două diferite. Totodată unele alele ale unei anumite gene pot suprima manifestarea altora. Atunci apare doar o variantă a caracterului, iar cealaltă parcă dispare.

Fenomenul de suprimare a unei alele de către alta se numește **dominată**. De exemplu, la tomate alela, care determină culoarea roșie a fructului, este dominantă față de culoarea galbenă (des. 149); la om alela, care determină culoarea căpruie a ochilor, este dominantă față alela ochilor albaștri. Alelele dominante sunt însemnate cu litere majuscule ale alfabetului latin ***(A, B, C, D*** etc.), iar cele recesive – cu litere mici ***(a, b, c, d*** etc.).

Care suni variantele posibile de combinarea ale genelor alele în genotipul organismelor? Să presupunem,

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

că la organism una din gene este prezentată numai de două alele – dominantă **(A)** și recesivă **(a)**. Variante de combinare ale acestor două alele – de genotipuri – pot fi trei: **AA**, **Aa** și **aa.** După cum ați observat, în prima și în a treia variantă în genotipul individului sunt prezente două alele identice – acestea sunt genotipurile **AA** și **aa.** Asemenea indivizi sunt numiți *homozigoți*.

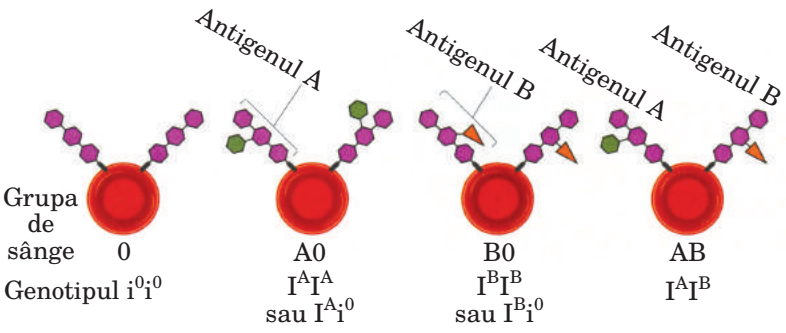
Indivizii, în genotipurile cărora sunt două alele diferite – una dominantă **(A)** și alta – recesivă **(a)** sunt numiți *heterozigoți*.

Există cazuri, când la formarea unei anumite variante a caracterului participă ambele gene alele. Drept exemplu poate fi moștenirea grupelor de sânge la om. *Amintiți-vă* din cursul de biologie din clasa 8: în membrana eritrocitelor sunt antigene – aglutinogeni. Ele sunt însemnate cu litere latine **A** și **B**. În plasma sanguină sunt anticorpi – aglutinine, notate cu literele grecești α și β. Dacă se întâlnesc compușii A și α sau B și β, între ele apare o reacție asemănătoare cu reacția *antigen-anticorp*.

Prezența antigenelor de anumit tip în membrana eritrocitelor este cauzată de alelele, care sunt notate prin $\mathbf{I^A}$ și $\mathbf{I^B}$, iar alela $\mathbf{i^0}$ este o formă inactivă a genei corespunzătoare. Alelă $\mathbf{I^A}$ și $\mathbf{I^B}$ complet domină față de alela $\mathbf{i^0}$, astfel la oamenii cu genotip $\mathbf{I^Ai^0}$ sau $\mathbf{I^Bi^0}$ se manifestă numai alelele dominante și se formează grupa a doua **(A)** sau a treia **(B)** respectiv de sânge. Însă alelele $\mathbf{I^A}$ și $\mathbf{I^B}$ nu domină una față de alta. La omul, în genotipul căruia se află alelele $\mathbf{I^A}$ și $\mathbf{I^B}$, se formează grupa a patra de sânge **(AB)**, iar în membranele eritrocitelor se produc antigene de ambele tipuri (fig. 150).

În cazul, când nici una dintre alele nu domină față de cealaltă, se manifestă un ***caracter intermediar de moștenire*** (numită și „dominanță incompletă”). De exemplu, la încrucișarea plantelor homozigote de gura-leului, una dintre care avea culoarea roșie a corolei florii, iar cealaltă – albă, hibrizi primei generații au flori roze (fig. 151).

Există alele, care, manifestându-se în fenotip, duc la moartea organismului la o anumită etapă a dezvoltării lui. Ele sunt numite ***letale*** (din latina *letalis* – mortal). De exemplu, colorarea platinată a blănii la vulpe este o urmare a mutației genei corespunzătoare. Această culoare este determinată de alela dominantă **(P)**. Embrionii cu genotipul **(PP)** mor la stadiile inițiale de dezvoltare (fig. 152).



Des. 150. Diferite variante de antigene în membranele eritrocitelor omului

Des. 149. Variantele dominante sau recesive ale organismului: alela care determină culoare roșie a fructelor de tomate, este dominantă față de alela, care determină culoarea galbenă

Memorizăm: homozigot (din greacă *homos* – aceleaşi şi zygotos – combinat împreună) este o celulă sau un individ cu garnitura diploidă sau poliploidă de cromozomi, cromozomii omologi ale căror conțin alele identice ale unei gene.

Des. 151. Caracterul intermediar al moștenirii culorii corolei la gura-leului: 1, 2 – formele parentale; 3 – hibridul primei generații

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Memorizăm: alela, care se manifestă întotdeauna în prezența celeilalte alele în formă de variantă a caracterului determinat de ea, este numită **dominantă** (din latină *dominantis* – dominantă), iar cea, care nu se manifestă – **recesivă** (din latină *recesus* – îndepărtare).

Memorizăm: participarea ambelor gene alele la determinarea unei variate a caracterului organismului heterozigot se numeşte codominanță (din lat. *co* – împreună şi *dominantis*.).

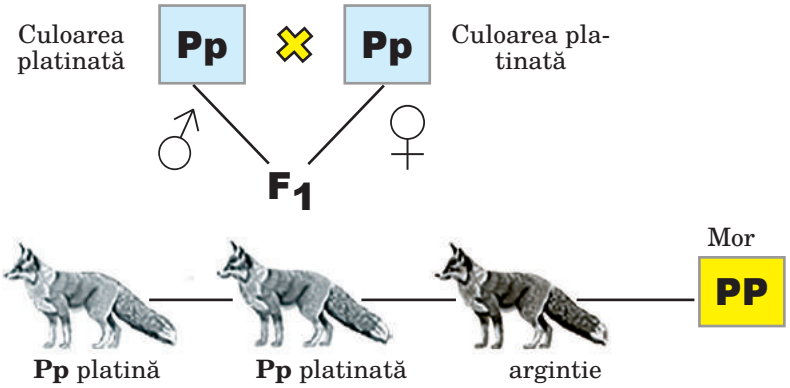
Memorizăm: heterozigot (din gr. *heteros* – altul) reprezintă celula sau un individul cu un set diploid sau poliploid de cromozomi, cromozomi omologi ale căruia transportă diferite alele ale anumitei gene.

Pe scurt despre principalul

Fenomenele eredității şi variabilității sunt studiate de ştiința genetica, data naşterii a căreia este considerat anul 1900.

În rezultatul interacțiunii genotipului cu factorii mediului se formează fenotipul – totalitatea tuturor caracterelor şi proprietăților organismului. Alela, care se manifestă întotdeauna în prezența celeilalte alele în formă de variantă a caracterului, pe care-l determină, este numită „dominantă", iar cea, care nu se manifestă – „recesivă". Fenomenul inhibării manifestării unei alele de către o altă alelă se numeşte „dominanță". Dacă în genotip indivizilor diploizi sunt prezinte două alele identice, ei sunt numiți „homozigoți", iar dacă alelele diferă - „heterozigoți". Dacă la formarea unei anumite variante a caracterului participă ambele gene alele, un astfel de fenomen se numeşte „codominanță". Alelele letale, manifestându-se în fenotip, duc la moartea organismului la o anumită etapă a dezvoltării lui.

Memorizăm: încrucişarea este o combinare a materialului genetic de la diferiți indivizi într-unul singur.



Des. 152. Moştenirea culorii platinate a blănii în vulpi

Termeni şi noțiuni-cheie:

ereditate, variabilitate, gene alele, variante dominantă şi recesivă ale caracterului, homozigot, heterozigot, genotip, fenotip, caracterul intermediară al moştenirii.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Ce este ereditatea şi variabilitatea? 2. Explicați sensul noțiunii „caracter" şi al variantelor lui. 3. Dați exemple de caractere cantitative şi calitative. 4. Care gene sunt numite alele? Prin ce ele sunt caracterizate? 5. Care genele alele pot interacționa între ele? 6. Care organisme sunt numite homozigote şi heterozigote? 7. Ce este comun şi prin ce diferă în fenomenele de codominanță şi caracter intermediar de moştenire?

Chibzuiți

A fost determinată o legitate generală biologică, conform căreia heterozigoții sunt mai viabili decât homozigoții. Gândiți-vă de ce.

§30. METODELE DE CERCETARE GENETICĂ

Amintiți-vă, cum decurge divizarea celulară mitotică şi meiotică. Care sunt particularitățile structurii cromozomilor? Ce este genotipul şi fenotipul? Ce este populația? Ce studiază ştiința sistematică? Care unități taxonomice sunt folosite în taxonomia animalelor şi plantelor?

Ce metode utilizează geneticienii în cercetările sale? Printre primele metode aplicate în cercetările genetice a fost **metoda hibridologică.** Ea constă în încrucişarea (hibridizarea) organismelor, care se deosebesc după anumite stări ale unuia sau mai multor caractere. Urmaşii, obținuți în rezultatul acestor încrucişări sunt numiți ***hibrizi*** (din latină *hibrida* – amestec). Pe hibridizare se bazează **analiza hibridologică** – cercetarea modului de moştenire a stării caracterului cu ajutorul sistemului de încrucişare. Pentru aceasta printre urmaşi sunt numărați indivizii cu un anumit fenotip, care au fost obținuți în rezultatul încrucişării.

Încrucişarea poate fi monohibridă, dihibridă sau polihibridă. *Încrucişarea monohibridă* este hibridizarea formelor parentale, care se deosebesc după diferite variante ale anu-

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

mitului caracter ereditar cercetat (de exemplu, culoarea semințelor); *dihibridă* – a două caractere (de exemplu, culoarea seminței și structura suprafeței ei); *polihibridă* – a trei și mai multe caractere.

Procesul de încrucișare este notat cu anumite simboluri. În desenul 153 sunt prezentate florile a trei plante de mazăre cu diferite variante ale genotipurilor. Cu condiția dominației complete două variante ale genotipului **AA** (homozigotul după alela dominantă A) și **Aa** (heterozigotul) – determină una și aceiași variantă a fenotipului – culoarea violetă a florii. Dar iată culoarea albă a florii indică în mod uniform la genotipul individului – el reprezintă un homozigot după alelă recesivă a genei, care determină culoarea florii.

Pentru stabilirea genotipului individului cu fenotip dominant (homozigot sau heterozigot), el este încrucișat cu individul homozigot după alela recesivă. O astfel de variantă de încrucișare se numește ***analizatoare***.

Să presupunem, că populația de mazăre este formată din indivizi cu genotipurile **AA**, **Aa** și **aa**. În acest caz alela dominantă determină tulpina înaltă, iar cea recesivă – tulpina joasă. Astfel, indivizii cu tulpina înaltă pot avea genotipurile **AA** și **Aa,** iar cele cu tulpina joasă – numai **aa**. Pentru determinarea genotipului indivizilor cu tulpină înaltă, ei trebuie să fie încrucișați cu indivizi, care au tulpină joasă. Prezentăm schematic mersul încrucișării. Dacă individul, genotipul căruia est verificat, a fost homozigot după alela dominantă, încrucișarea se va desfășura astfel:

P	♀ **AA**		♂ **aa**	
Gameții	A	A	a	a
F_1	Aa	Aa	Aa	Aa

Atrageți atenția la semnele convenționale. Indivizii parentali sunt însemnați prin litera latină **P** (din latină *parentes* – părinți), prin simbolurile ♀ și ♂ sexul feminin și masculin respectiv. Dacă organismele sunt hermafrodite (unele animale) ori au flori bisexuate (diferite plante), se poate în mod arbitrar de însemnat un individ ca masculin, iar altul – ca feminin.

Mersul încrucișării este comod să fie înscris cu ajutorul **grilei lui Punnett**. Ea a fost numită în cinstea geneticianului englez Reginald Crundall Punnett (1875–1967), care pentru prima dată a propus să fie înscrisă în așa mod mersul încrucișării. Pe orizontală sunt înscriși gameții unui individ (la organismele unisexuate – celui patern), iar pe verticală – a altuia (matern). În locurile intersecției rândurilor orizontale și verticale sunt înscrise genotipurile urmașilor. Prima generație de urmași este însemnată $\mathbf{F_1}$ (din latină *filii* – fii). Să înscriem cu ajutorul grilei lui Punnett mersul încrucișării indivizilor parentali, homozigoți după alelele dominantă și recesivă:

♀ / ♂	**a**	**a**
A	**Aa**	**Aa**
A	**Aa**	**Aa**

Genotipul AA

Genotipul Aa

Genotipul aa

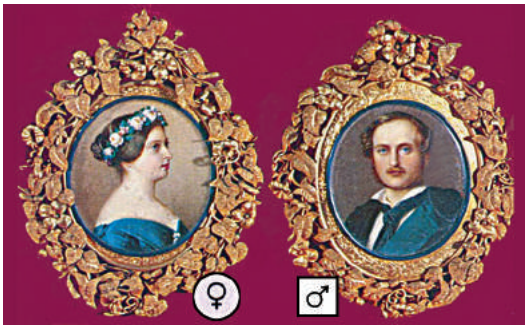
Des. 153. Genotipurile și fenotipurile a trei plante de mazăre de grădină au corolă culoare violetă (1, 2) și albă (3).

Memorizăm: încrucişarea analizatoare se bazează pe faptul, că indivizii, homozigoți după o alelă recesivă a unei gene specifice, au întotdeauna doar o anumită variantă a fenotipului şi formează gameți de acelaşi tip.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Memorizăm: dacă în urma încrucişării analizatoare printre descendenţi se manifestă segregarea în raportul de 1 : 1 după fenotip, atunci individul, a cărui genotip a fost determinat, a fost heterozigot.

Memorizăm: conform Declaraţiei drepturilor omului şi a diverselor acorduri internaţionale, este interzisă orice intervenţie în informaţia ereditară a omului prin diferite metode experimentale de cercetare, chiar dacă au scopuri binefăcătoare. Acest lucru se datorează faptului, că o astfel de intervenţie poate avea urmări neprevăzute.



Regina Victoria *Prinţul Albert*

Deci, dacă printre urmaşi, obţinuţi în rezultatul încrucişării analizatoare, segregarea după fenotip nu se manifestă, atunci individul patern, genotipul căruia este verificat, a fost homozigot după alela dominantă. Dacă el ar fi fost heterozigot, atunci mersul încrucişării ar fi decurs astfel:

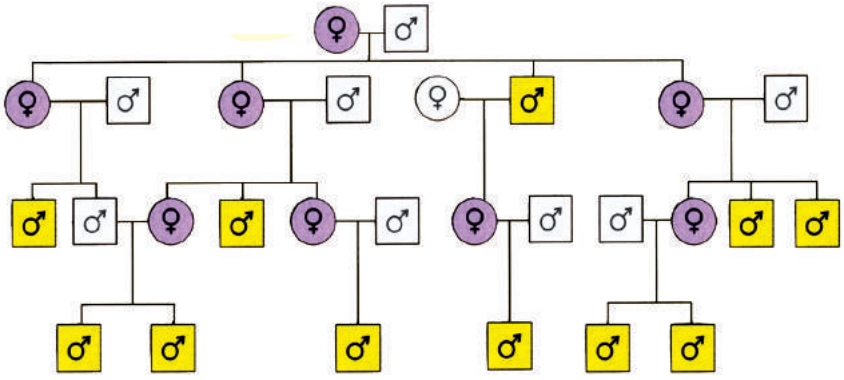
♀ / ♂	a	a
A	Aa	Aa
a	aa	aa

Încrucişarea de analiză în selecţie dă posibilitatea de a determina genotipul indivizilor, care urmează să fie folosiţi pentru obţinerea urmaşilor cu un anumit fenotip.

Metoda genealogică constă în studierea genealogiei organismelor pentru a urmări caracterul moştenirii diferitelor variante ale anumitor caractere la mai multe generaţii. În genetica medicală sau în selecţie cu ajutorul metodei genealogice este determinat genotipul indivizilor şi calculată posibilitatea apariţiei unei sau altei variante ale caracterului la viitoarele generaţii. Genealogia este alcătuită sub formă de schemă după anumite reguli: organismul de sex feminin este însemnat prin cerc, de sex masculin – prin pătrat. Semnele indivizilor de aceiaşi generaţie sunt puse într-un sigur rând, fiind unite între ele cu linii orizontale, iar semnele strămoşilor şi urmaşilor – prin linii verticale. Semnele indivizilor, care au caracterul studiat (de exemplu, sunt bolnavi), sunt vopsite. Cu cât mai multe generaţii de oameni sau de alte organisme conţine arborele genealogic, cu atât el este mai deplin şi rezultatele analizei genealogice sunt mai exacte. Astfel, metoda genealogică include două etape principale: alcătuire a genealogiei şi efectuarea analizei genealogice a moştenirii anumitor variante ale caracterelor.

În desenul 154 este prezentată o parte a arborelui genealogic al reginei Angliei Victoria, printre urmaşii căreia au fost şi împaţi ai Rusiei. După figură putem urmări moştenirea unei boli ereditare periculoase – hemofilia, adică incapacitatea sângelui de a se coagula *(amintiţi-vă* de factorii, care favorizează procesul de coagulare a sângelui).

Metoda populaţional-statistică ne oferă posibilitatea să stabilim structura genetică a populaţiei, adică care alele posibile din toate genele organismelor de anumită specie se întâlnesc în populaţia dată, cât de frecvent şi în cum se combină. Această metoda este aplicată şi în genetica medicală



Des. 154. O parte din genealogia Reginei Victoria:
♂ *– bărbat sănătos;*
♂ *– bărbat, care suferă de hemofilie;*
♀ *– femeie sănătoasă;*
♀ *– femeie purtătoare a alelei recesive, care determină boala*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

pentru studierea răspândirii alelelor, care determină bolile sau maladiile ereditare la oameni.

Metoda citogenetică se bazează pe cercetarea particularităților garniturii de cromozomi (cariotipului) a organismelor. Ea dă posibilitatea de a stabili perturbările, legate atât de schimbarea numărului de cromozomi, cât și de structura unora dintre ei. Cariotipul este examinat în celulă la stadiul metafazei (*amintiți-vă*: în această perioadă a ciclului celular structura cromozomilor se manifestă cel mai clar).

Metoda gemenilor constă în compararea caracterelor la gemenii monozigoți, deoarece au același genotip (*amintiți-vă*, cum apar gemenii monozigoți). Cercetarea unor astfel de organisme permite să fie clarificat rolul factorilor mediului în formarea fenotipului. La gemenii monozigoți deseori se manifestă boli comune: astma bronhială, rujeola (coincidența de peste 90%), schizofrenia, diabetul zaharat (circa 50%), tuberculoza (peste 50%) etc.

Metoda dermatoglifică se bazează pe studierea reliefului pielii de pe vârfurile degetelor (des. 156), palmelor și tălpilor omului. Această metodă este utilizată pentru diagnosticarea unor boli ereditare (de exemplu, pe palma bolnavilor de sindromul Dawn este numai o linie transversală și una longitudinală, pe când la oamenii sănătoși linii transversale sunt două), în criminalistică pentru a demonstra participarea la săvârșirea infracțiunii.

Metodele ingineriei genetice se bazează pe realizările biologiei moleculare. Cu ajutorul lor savanții elimină din organism anumite gene sau le sintetizează artificial, reconstruiesc anumite gene și le introduc în genomul altei celule sau organism. Afară de aceasta, oamenii de știință pot combina genele de diferite specii într-o singură celulă, adică combină într-un singur individ caracterele ereditare ale acestor specii. Organismele, obținute prin această metodă, sunt numite ***transgenice*** (din latină *trans* – peste și din greacă *genos* – neam, origine), sau ***modificate genetic*** (prescurtat – ***OMG***) (mai detaliat despre aceasta în §57).

E interesant să știm

Datorită metodei populațional-statistice s-a stabilit, că alela care determină **daltonismul** (perturbarea percepției culorilor) apare la 13% de femei (dintre care boala se manifestă doar la 0,5%) și 7% de bărbați (toți bolnavi). Alelă recesivă, care provoacă **albinismul** (lipsa congenitala de pigmentare a pielii și a irisului) se întâlnește cu o frecvență de 0,0001–0,00005 (1 albinos revine la 10 000–20 000 de oameni cu pigmentare normală) (des. 155).

Des. 155. Omul-albinos: atrageți atenția la particularitățile fenotipului

Des. 156. Relieful pielii de pe vârful degetelor este unic pentru fiecare om

Pe scurt despre principalul

În studiile genetice sunt utilizate diverse metode, principalele fiind cele hibridologică, genealogică, citogenetică, populațional-statistică, biochimică, a gemenelor, dermatoglifică etc.

Genotipul indivizilor hibrizi poate fi determinat prin analiza încrucișării: încrucișarea individului cu fenotip dominant (a cărui genotip trebuie stabilit) cu un individ homozigot după alela recesivă.

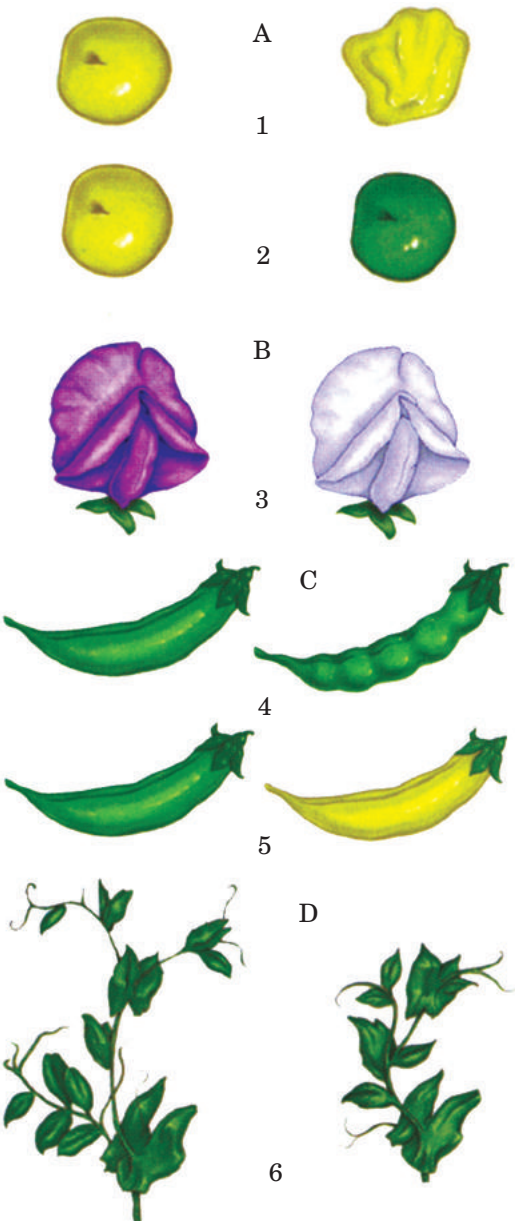
Termeni și noțiuni-cheie:

hibridizare, hibrizi, încrucișare analizatoare, organisme modificate genetic.

Verificați-vă cunoștințele obținute

1. Pe ce se bazează metoda hibridologică? Ce înseamnă încrucișarea mono-, di- și polihibridă? 2. Pentru ce este aplicată încrucișarea anali-

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 157. Exemple de diferite variante ale caracterelor la mazărea de grădină: A. Sămânța: 1 – cu suprafața netedă sau zbârcită; 2 – de culoarea galbenă sau verde; B. Florile: 3 – culoarea violetă sau albă a corolei; C. Fructul: 4 – boabele bombate sau cu strangulații; 5 – boabele de culoare verde sau galbenă; D. Tulpina: 6 – lungă sau scurtă

Memorizăm: liniile pure reprezintă urmaşii genetic uniformi a unui individ, homozigote după genele cercetate. Ei sunt obținuți în urma autofecundației la plante sau încrucişării înrudite la animale pe parcursul mai multor generații.

zatoare? 3. Cu ce scop este folosită metoda citogenetică? 4. Caracterizați metoda citogenetică. 5. Pentru ce în cercetările genetice sunt folosite metodele gemenilor, biochimice, populațional-statistice? 6. Pe ce se bazează metodele ingineriei genice?

Chibzuiți

Doi bărbați – gemeni monozigoți s-au căsătorit cu femei – tot gemeni monozigoți. Vor fi oare astfel de asemănători între ei copiii din aceste familii, ca şi gemenii identici? Argumentați răspunsul.

Proiect didactic:

Alcătuirea genealogiei sale, sau genealogiei familiei unor oameni celebri şi demonstrarea moştenirii unor caractere (la alegerea profesorului).

§31. LEGITĂȚILE EREDITĂȚII, CARE AU FOST STABILITE DE G. MENDEL. CARACTERUL STATISTIC AL LEGITĂȚILOR GENETICE ŞI BAZELE LOR CITOLOGICE

Amintiți-vă, care stări ale caracterelor sunt numite dominante, iar care – recesive? Ce este genotipul și fenotipul? Care garnituri de cromozomi sunt numite „haploide”, „diploide” și „poliploide”? Care încrucișări sunt considerate mono-, di- și poli- hibride? În ce constă metoda hibridologică a cercetărilor genetice? Pentru ce este aplicată încrucișarea analizatoare? Cum se desfășoară diviziunea meiotică și gametogeneza?

Legitățile principale ale eredității au fost stabilite de vestitul savant ceh Gregor Mendel. Cum se întâmplă deseori, ideile geniale ale savantului cu mult au depășit timpul său. Doar pe atunci, când el efectua cercetările sale, încă nu se știa nimic despre gene, cromozomi, mecanismele de repartizare a materialului ereditar în timpul diviziunii celulei.

Ce a cercetat G. Mendel? Pentru cercetările sale genetice G. Mendel a ales un obiect foarte reușit – mazărea de grădină – o plantă din familia Fabaceelor. *În primul rând*, multe soiuri ale acestei plante de cultură se deosebesc după diferite variante ale anumitor caractere ereditare (culoarea seminței, corolei florii, lungimea tulpinii, structura învelișului seminței etc.) (des. 157). *În al doilea rând*, ciclul vital al mazării de grădină este foarte scurt, ce oferă posibilitatea să fie urmărită transmiterea informației ereditare la urmași pe parcursul mai multor generații. Totodată, mazărea de grădină este o plantă capabilă la autopolenizare. De aceea, urmașii fiecărui individ, care a s-a înmulțit pe calea autopolenizării, este un exemplu de linii pure. Mazărea de grădină poate fi polenizată și pe cale încrucișată. Aceasta oferă posibilitatea de a efectua hibridizarea liniilor pure (*chibzuiți*, cum poate fi evitată autopolenizarea la plantele cu flori).

Premergătorii lui G. Mendel, de asemenea, au încercat să urmărească moștenirea diferitelor variante ale caracterelor la organismele cercetate, însă fără succes. Spre deosebire de ei, G. Mendel și-a concentrat atenția nu asupra întregului complex de caractere ereditare diverse, dar numai la unele.

Încă o particularitate a cercetărilor lui G. Mendel este puritatea experimentului științific. Înainte de a încrucișa plantele, el s-a convins că are de a face cu linii pure. În afară

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

de aceasta, rezultatele cercetărilor erau prelucrate de G. Mendel prin metode statistice, calculând în fiecare generație de hibrizi numărul urmașilor cu unele și aceleași variante ale caracterelor (*amintiți-vă,* cum se numesc aceste metode*)*.

Aceasta a dat posibilitate să se stabilească legitățile transmiterii diferitor variante ale caracterelor ereditari într-o serie de generații de hibrizi, care se înmulțesc pe cale sexuată.

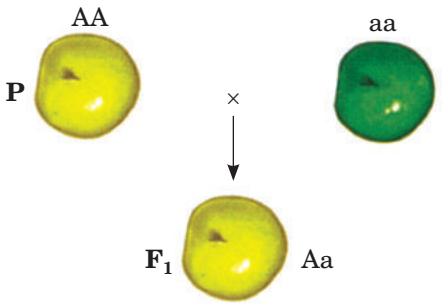
Care legități ale moștenirii caracterelor le-a stabilit G. Mendel? Cercetările sale G. Mendel le-a început cu ***încrucișarea monohibridă:*** el a încrucișat două linii pure de mazăre de grădină, care se deosebeau după culoarea semințelor – erau respectiv de culoare galbenă și verde (**P** – formele parentale). Semințele, pe care le-au format urmașii de la această încrucișare ($\mathbf{F_1}$ – hibrizii primei generații) s-au dovedit a fi uniforme – de culoare galbenă (des. 158). Astfel G. Mendel a stabilit **legea uniformității hibrizilor din prima generație**: în fenotipul hibrizilor din prima generație se manifestă numai una din cele două variante ale caracterului, și anume cea dominantă. Această legitate mai este numită ***legea dominației.***

Apoi G. Mendel a crescut plante din semințele, obținute de la hibrizii din prima generație și le-a încrucișat între ele. Urmașii lor (hibrizii de generația a doua – $\mathbf{F_2}$) au produs 8023 de semințe, din care 6022 au fost de culoarea galbenă, iar 2001 – de culoarea verde. Astfel, printre semințele, produse de hibrizii de generația a doua, au apărut din nou semințe de culoarea verde (varianta recesivă a caracterului), care au constituit 1/4 din numărul total al semințelor, atunci când partea de semințe de culoarea galbenă (varianta dominantă a indicelui) a constituit 3/4.

G. Mendel a efectuat experiențe asemenea pentru a cerceta moștenirea altor caractere și a obținut rezultate asemănătoare. Această legitate a fost numită **legea segregării**: la încrucișarea reciprocă a hibrizilor din prima generație se observă ***fenomenul segregării caracterelor***: la 1/4 din hibrizii din generația a doua se manifestă în fenotip varianta recesive a caracterului, iar la 3/4 – varianta dominantă (fig. 159).

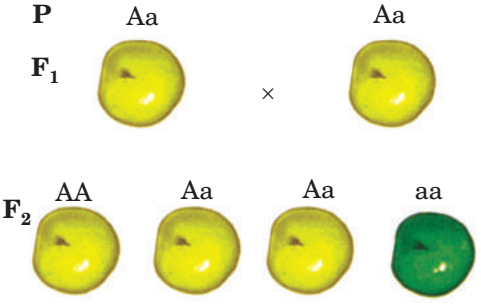
G. Mendel a urmărit moștenirea variantelor dominate și recesive ale caracterelor și în următoarele generații de hibrizi, (des. 160). El a atras atenția la faptul, că din semințele de culoare verde cresc plante, care în cazul autopolenizării produc fac semințe numai de culoare verde. Iar plantele, care au crescut din semințe de culoare galbenă, „se comportau" în mod diferit: 1/3 din ele în urma autopolenizării produceau numai semințe de culoare galbenă, iar 2/3 produceau semințe atât de culoare galbenă, cât și de culoare verde în raportul de 3:1. Astfel, semințele de culoare galbenă, deși este uniformă după fenotip, dar poate să difere după genotip. Deci printre semințele cu varianta dominantă a caracterului se întâlnesc cum indivizi homozigoți, așa și heterozigoți.

În cercetările ulterioare G. Mendel a complicat condițiile de efectuare a experimentelor: el a luat plante, care se deosebeau după două (*încrucișarea dihibridă*) sau mai multe (*încrucișarea polihibridă*) variante diferite ale caracterelor cercetate. În special, el a încrucișat între ele liniile pure ale mazării de grădină, reprezentanții căreia aveau semințe galbene cu suprafața netedă și semințe verzi cu suprafața zbârcită (des. 161).



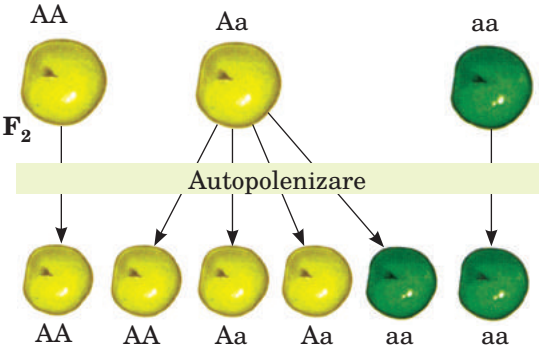
Des. 158. Încrucișarea monohibridă: manifestarea legii uniformității a hibrizilor din prima generație

Memorizăm: încrucişând liniile pure de mazăre, G. Mendel a obţinut primit forme heterozigote (hibride). Deci, el a aplicat metoda hibridologică de cercetare.



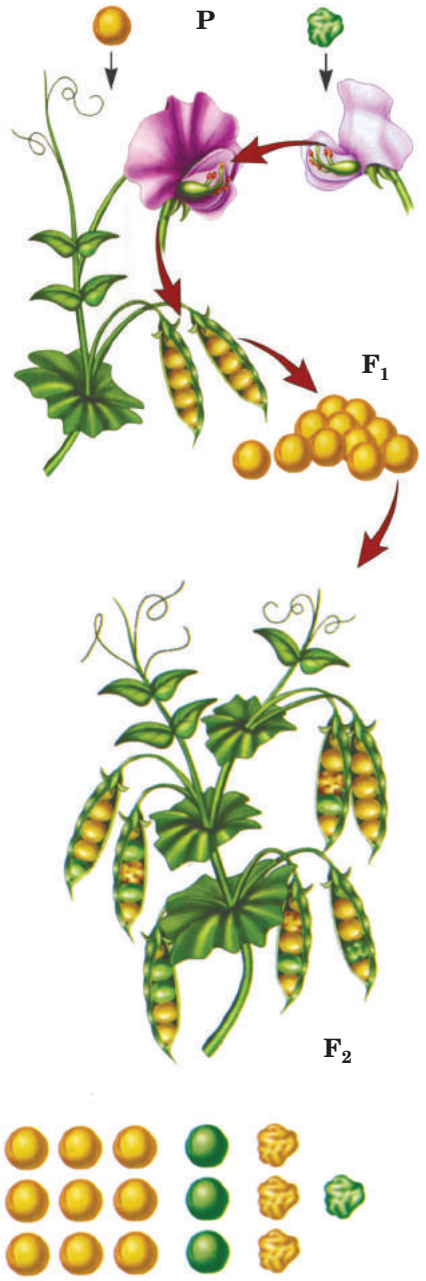
Des. 159. Manifestarea legii segregării

Memorizăm: segregarea reprezintă manifestarea ambelor variante ale caracterului (atât celei dominante, cât şi celei recesive) la urmaşii indivizilor hibrizi.



Des. 160. Segregarea după genotip și fenotip la urmașii din a doua generație de hibrizi de mazăre de grădină în cazul autopolenizării

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 161. Manifestarea legii combinării independente a caracterelor. Segregarea după fenotip al caracterelor la mazărea de grădină (culoarea şi structura suprafeţei seminţelor) în cazul încrucişării dihibride la hibrizii din a doua generaţie (F_2)

Memorizăm: alelele unei anumite gene în timpul combinării într-un zigot după fecundare nu se amestecă şi sunt transmise la următoarea generaţie într-o formă „pură”.

Hibrizii obţinuţi din prima generaţie (F_1) au format numai seminţe galbene cu suprafaţa netedă (variantele dominante ale ambelor caractere cercetate). Astfel, G. Mendel a studiat manifestarea legii uniformităţii hibrizilor din prima generaţie.

Încrucişând hibrizii din prima generaţie între ei, G. Mendel a stabilit la hibrizii din a doua generaţie (F_2) patru grupe fenotipice în următorul raport: aproximativ 9 părţi de plantelor au produs seminţe de culoare galbenă cu suprafaţă netedă (315 seminţe), 3 părţi – de culoare galbenă cu suprafaţă zbârcită (101 seminţe), 3 părţi – de culoare verde cu suprafaţă netedă (108 seminţe) şi 1 parte – de culoare verde cu suprafaţa zbârcită (32 de seminţe). Astfel, genele, care determină culoarea seminţelor şi caracterul suprafeţei lor sunt moştenite independent. Dar de ce la hibrizii din a doua generaţie au apărut noi variante ale fenotipurilor, necaracteristice formelor parentale?

Pentru a explica rezultatele obţinute, G. Mendel a urmărit moştenirea diferitelor variante ale fiecărui caracter luat aparte. Raportul seminţelor de diferite culori, obţinute de la hibrizii din a doua generaţie, s-a dovedit a fi următorul: 12 părţi din seminţe erau de culoarea galbenă, iar 4 – de culoarea verde. Deci, segregarea după culoare, ca şi în cazul încrucişării monohibride, a constituit 3 : 1. Acelaşi lucru el a observat şi la separarea după caracterului suprafeţei seminţelor: 12 părţi din seminţe aveau suprafaţă netedă, iar 4 părţi – zbârcită. Astfel, segregarea după caracterul suprafeţei seminţelor, de asemenea, a fost în raportul de 3 : 1.

Pe baza rezultatelor obţinute G. Mendel a formulat **legea combinării independente a caracterelor:** la încrucişarea di- sau polihibridă segregarea după fiecare caracter are loc independent una de alta. Adică, în cazul încrucişării dihibride în condiţia dominanţei complete a unei din alelele genelor, prezintă, de fapt, două încrucişări monohibride, ce se suprapun, în cazul celei trihibride – respectiv trei încrucişări etc.

Care sunt bazele citologice şi caracterul statistic al legilor eredităţii? Ipoteza înaintată de G. Mendel cu timpul a fost confirmată experimental. Conform ei gameţii organismului hibrid diploid (heterozigot) sunt „puri”, adică, fiecare din gameţii lui are numai o singură alelă a unei anumite gene şi nu poate concomitent purta două sau mai multe alele. Aceste concepţii ale lui G. Mendel au fost dezvoltate de geneticianul englez W. Betson (vezi des. 146, 5). Ele au fost numite **legea (ipoteza) purităţii gameţilor.**

Individul homozigot formează numai un singur tip de celule sexuale (ele au numai o alelă dominantă sau recesivă a unei anumite gene), în timp ce heterozigotul formează două tipuri în cantităţi egale (50 % cu alelă dominantă şi 50 % cu alelă recesivă). Cu ajutorul desenului 162 să urmărim comportarea cromozomilor omologi în mitoză în timpul încrucişării monohibride la mazărea de grădină. Unul din aceşti indivizi este homozigot cu alelă dominantă, altul – cu alela recesivă.

Pentru simplificare să presupunem, că astfel de indivizi au numai o singură pereche de cromozomi omologi (adică numărul cromozomilor în setul diploid este egală cu doi: $2n = 2$), iar fiecare dintre ele conţine numai o singură genă.

Cromozomul cu alelă dominantă **(A)** este însemnată în figură cu culoare galbenă, iar cu alelă recesivă **(a)** – cu culoare verde. Urmaşii, obţinuţi de la încrucişarea indivizilor

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

homozigoți cu alele dominante și recesive (hibrizii din prima generație), vor fi heterozigoți (genotipul lor va fi **Aa**). Aceasta se explică prin faptul că un cromozom cu alelă dominantă ei au primit de la un părinte, iar altul, cu alela recesivă, – de la alt părinte. Deci, asemenea plante por fi identice, atât după genotip, cât și după fenotip.

În urma încrucișării reciproce a hibrizilor din prima generație la urmașii lor (hibrizii din a doua generație) sunt posibile trei variante de genotipuri: a patra parte din ei va avea cromozomi numai cu alele dominante (homozigoți după alela dominantă – **AA**), jumătate – un cromozom cu alelă dominantă, iar altul – cu alelă recesivă (heterozigoți – **Aa**) și o pătrime – cromozomi numai cu alele recesive (homozigoți cu alele recesive – **aa**). După fenotip ¾ formate de hibrizii din a doua generație, vor avea culoarea galbenă (homozigoții după alela dominantă și heterozigoții), iar ¼ – culoarea verde (homozigoții după alela recesivă).

Să înscriem cu ajutorul grilei lui Punnett mersul încrucișării indivizilor parentali, homozigoți după alelele dominante și recesive.

♀ / ♂	a	a
A	**Aa**	**Aa**
A	**Aa**	**Aa**

Rezultatele încrucișării reciproce a hibrizilor primei generații vor fi următoarele:

♀ / ♂	A	a
A	**AA**	**Aa**
a	**Aa**	**aa**

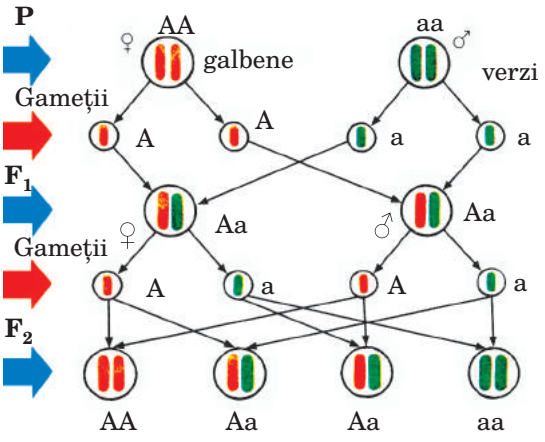
Astfel, printre hibrizii din a doua generație este posibilă formarea a trei variante ale genotipului: **AA**, **Aa** și **aa**. Cu condiția dominării complete a alelei dominante față de cea recesivă, ele vor determina două variante ale fenotipului.

La fel pot fi demonstrate bazele citologice și caracterul statistic al legii combinării independente a caracterelor. Să ne închipuim, că în garnitura diploidă planta are două perechi de cromozomi omologi (**2n = 4**), fiecare dintre care conține doar o singură genă (fig. 163).

Să presupunem că planta maternă are cromozomi numai cu alele dominante ale genelor culorii și structurii suprafeței semințelor, iar cea paternă – respectiv, numai cu alele recesive. În timpul încrucișării formelor parentale toți urmașii (hibrizii din prima generație) vor fi heterozigoți după genele culorii și structurii seminței și formează patru tipuri de gameți în cantități egale. Pe lângă aceasta, la două tipuri dintre de alelele genelor vor fi combinate la fel, ca și în la gameții formelor parentale inițiale, iar la altele două – în combinații noi (recombinante).

Termeni și noțiuni-cheie:

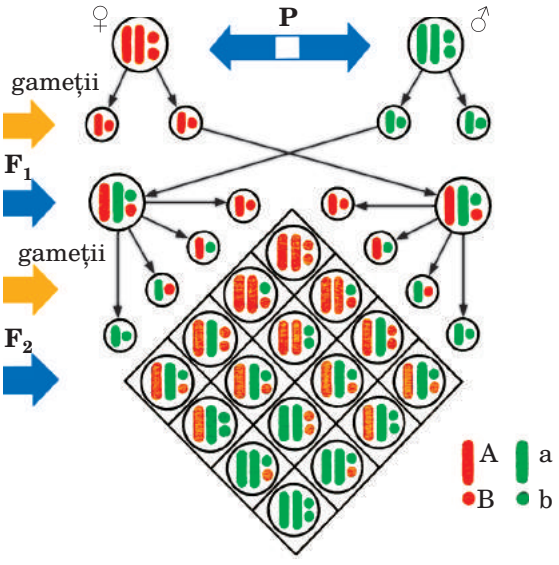
linii pure, recombinație, legile uniformității hibrizilor primei generații, segregării, combinării independente a caracterelor, purității gameților.



Des. 162. Bazele citologice ale încrucișării monohibride. ***Temă:*** *Urmăriți modul, în care diferite alele ale anumitei gene se repartizează în diferiți gameți*

Memorizăm: natura statistică a legii segregării este determinată de probabilitatea egală de întâlnire a gameților de diferite tipuri.

Memorizăm: urmaşii obținuți în urma încrucişării indivizilor, homozigoți după alelele dominante şi recesive, sunt uniforme: ei sunt heterozigoți.



Des. 163. Bazele citologice ale combinării independente a variantelor caracterelor la încrucișare dihibridă: cromozomii – de culoare verde. ***Temă:*** *Urmăriți modul, în care diferite alele ale anumitei gene se repartizează în diferiți gameți*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Memorizăm: recombinația (din latină. *re* – prefix, care înseamnă re-Âfacerea, repetarea acțiunilor, şi *combinatio* – combinare) este o nouă combinație de alelele ale de gene diferite în gameții hibrizilor, care diferă de combinațiile acestora în gameții parentali. Recombinațiile reprezintă una din sursele de variabilitate ereditară a organismelor (despre ce se va discuta mai târziu).

Pe scurt despre principalul

G. Mendel şi-a efectuat experimentele de hibridizare cu mazărea de bucătărie. El a stabilit legile fundamentale ale eredității. Legea uniformității hibrizilor din prima generație (legea dominanței) afirmă: în fenotipul hibrizilor primei generații se manifestă doar una din două variante a caracterului – şi anume, cea dominantă. Legea segregării: la încrucişarea reciprocă a hibrizilor primei generații printre urmaşii lor se manifestă fenomenul segregării caracterelor – la 1/4 de urmaşi din a doua generație de hibrizi apare varianta recesivă a caracterului, iar la 3/4 – cea dominantă. Legea combinării independente a caracterelor: la încrucişarea di- sau polihibridă are loc segregarea independentă după fiecare caracter aparte.

Bazele citologice şi caracterul statistic a legilor eredității a lui G. Mendel sunt explicate de legea purității gameților: gameții organismului hibrid diploid (heterozigot) sunt „puri", adică fiecare dintre gameții lui are numai o alelă a anumitei gene şi nu poate duce simultan două sau mai multe gene. Acest lucru se datorează faptului, că în timpul diviziunii meiotice cromozomii omologi sunt repartizați în celule diferite şi în mod normal nu pot nimeri într-o celulă.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Cum sunt create liniile pure? 2. Formulați legea uniformității hibrizilor din prima generație. Se adevereşte oare ea la încrucişarea di- sau polihibridă? 3. Care este esența legii segregării? 4. Formulați legea combinării independente a caracterelor. 5. Despre ce se spune în legea purității gameților? 6. În ce constă caracterul statistic al legilor eredității? 7. Care sunt bazele citologice ale legilor eredității? 8. Care este însemnătatea biologică a recombinației?

Chibzuiți

Una din formele de înmulțire asexuală este cea vegetativă. Chibzuiți, de ce la acest tip de înmulțire nu se observă segregarea caracterelor la urmaşi.

LUCRAREA PRACTICĂ 3

Alcătuirea schemelor de încrucişare

Scopul: rezolvând probleme genetice tipice (la încrucişare mono- şi dihibridă), de se învățat a alcătui schemele încrucişării.

Exemple de rezolvare a problemelor

Problema 1. La tomate alela formei sferice a fructului (**A**) este dominantă față de alela piriformă (**a**). De la încrucişarea plantelor care formează fructe sferice, s-au format 489 arbuşti, care formează fructe sferice, şi 183, care formează fructe piriforme. Determinați genotipurile formelor parentale şi a urmaşilor.

Algoritmul rezolvării problemelor la încrucişarea monohibridă

1. Deoarece de la încrucişarea tomatelor, care formează fructe sferice, s-au obținut urmaşi, ce produc fructe cum sferice, aşa şi piriforme, noi putem presupune, că aceste plante sunt heterozigote (cu genotipul **Aa**).

2. Analizăm caracterul segregării hibrizilor primei generații (F_1): 489 de arbuştii, care formează fructe sferice (fenotip dominant), şi 183 arbuşti, care formează fructe piriforme (varianta recesivă), constituie aproximativ 3:1.

Înscriem mersul încrucişării:

P (părinții)	♀ **Aa** × ♂ **Aa**
Gameții	**A a** **A a**
F_1 (hibrizi din prima generație)	**AA Aa Aa aa**

Să reținem: prima este scrisă alela dominantă, apoi cea recesivă.

Înscriem tot aceeaşi cu ajutorul grilei lui Punnett:

♀ / ♂	**A**	**a**
A	AA	Aa
a	Aa	aa

3. Să facem concluzii: acest caracter de segregare (conform legii segregării) se observă în cazul încrucişării indivizilor heterozigoți (**Aa × Aa**).

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

**** Problema 2.*** La mazărea de grădină gena alelă, care determină culoarea galbenă a seminţelor (A) este dominantă faţă de alela, care determină culoarea verde (a), iar alela, care determină suprafaţa netedă a seminţelor (B), – faţă de alela, care determină suprafaţa zbârcită (b). Ambele gene (culorii seminţelor şi structurii suprafeţei) sunt localizate în cromozomi neomologi şi, prin urmare, se moştenesc independent unul faţă de altul. Selecţionatorii au încrucişat între ele plantele cu seminţe galbene şi suprafaţă netedă. În roada obţinută de la această încrucişare au fost 36 124 de seminţe galbene cu suprafaţă netedă, 11 954 – de culoare galbenă cu suprafaţă zbârcită, 12 232 – verzi cu suprafaţă netedă şi 4101 seminţe verzi cu suprafaţa zbârcită. Determinaţi genotipurile formelor parentale şi ale urmaşilor.

Algoritmul rezolvării problemelor la încrucişarea dihibridă

1. Deoarece la încrucişarea plantelor, semințele cărora au acelaşi fenotip (galbene cu suprafață netedă), s-au obținut patru grupe fenotipice de semințe (galbene cu suprafața netedă, galbene cu suprafața zbârcită, verzi cu suprafața netedă şi verzi cu suprafața zbârcită), şi putem presupune, că plantele inițiale au fost heterozigote cum după gena culorii semințelor, aşa şi după gena structurii suprafeței.

2. Analizăm natura segregării la hibrizii primei generații (F_1): 36124 de semințe galbene cu suprafața netedă, 11 954 – galbene cu suprafața zbârcită 12 232 - verzi cu suprafața netedă şi 4101 de semințe verzi cu suprafața zbârcită. Un astfel de caracter de segregare corespunde legii combinării independente a caracterelor: 9: 3: 3:1.

Pentru a verifica ipotezele prezentate referitor la heterozigoția plantelor parentale, înscriem mersul încrucişării:

P (părinți) ♀ **AaBb** × ♂ **AaBb**
Gameții **AB Ab aB ab** **AB Ab aB ab**

F_1 (hibrizi primei generații) **AABB, AABb, AaBB, AaBb, AABb, AAbb, AaBb, Aabb, AaBB, AaBb, aaBB, aaBb, AaBb, Aabb, aaBb, aabb,** sau:

AABB, 2 AABb, 2 AaBB, 4 AaBb, AAbb, 2 Aabb, aaBB, 2 aaBb, aabb

Aceeaşi înscriem cu ajutorul grilei lui Punnett:

♀ / ♂	**AB**	**Ab**	**aB**	**ab**
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

3. Analizăm rezultatele obținute: genotipurile **AABB**, **AABb**, **AaBB**, **AaBb** determina culoarea galbenă şi suprafața netedă a semințelor (9 părți din numărul total de semințe), genotipurile **AAbb**, **Aabb** – culoarea galbenă şi suprafață zbârcită a semințelor (3 părți din numărul total de semințe) **aaBB**, **aaBb** – culoarea verde şi suprafața netedă a semințelor (3 părți din numărul total de semințe), **aabb** – culoarea verde şi suprafață zbârcită a semințelor (1 parte din numărul total de semințe). Astfel, raportul dintre diferite grupe fenotipice va fi de 9 : 3 : 3 : 1.

4. **Facem concluzie**: un astfel de caracter de segregare (conform legii combinării independente a caracterelor) se manifestă la încrucişarea indivizilor heterozigoți după ambele gene (diheterozigoți): ♀ **AaBb** × ♂ **AaBb**.

Problema 3. La tomate alelă dominantă (**A**) determină tulpina înaltă, iar cea recesivă (**a**) – tulpina joasă. Selecționatorii au încrucișat o linie pură de tomate cu tulpină înaltă cu plante cu tulpină joasă. Toți hibrizii din prima generație ($\mathbf{F_1}$) au avut tulpina înaltă, iar în a doua generație ($\mathbf{F_2}$) au obținut 19651 indivizi cu tulpină înaltă și 6237 – cu tulpină joasă. Determinați genotipurile formelor parentale, ale hibrizilor din prima și a doua generație.

Problema 4. La găinile de rasa wyandotte creasta de forma bătută este determinată de alela dominantă, iar creasta simplă – de alela recesivă. La încrucișarea găinilor cu creasta de formă simplă toți urmașii o moştenesc, iar printre descendenții cu creastă bătută au fost indivizi cu ambele tipuri de creastă. Ce tip de încrucișare ar trebui să efectueze fermierul, care dorește să obțină găini exclusiv cu forma bătută a crestei?

Problema 5. La tomate alela, care determină forma sferică a fructelor, este dominantă față de alela, care determină forma piriformă, iar alela tulpinii înalte – față de alela tulpinii joase. Genele, care determină forma fructului și înălțimea tulpinii sunt situate în cromozomi neomologici.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Au fost încrucișate două linii pure: plante cu tulpină înaltă și fructe sferice cu plante cu tulpină joasă și fructe piriforme. Toți hibrizii din prima generație au avut o tulpină înaltă și fructe sferice. La încrucișarea hibrizilor din prima generație s-au obținut 4893 de descendenți. Determinați variantele de genotipuri și fenotipuri ale hibrizilor din a doua generație. Ce raporturi ale fenotipurilor (în procente) se va observa în la hibrizii din a doua generație?

Problema 6. La iepuri alelele, care determină părul scurtă și urechile erecte sunt dominante față de alelele părului lung (blană de angora) și urechile blegi. Ambele gene se află în cromozomi neomologi și se moștenesc independent.

1. De la încrucișarea masculului cu urechile erecte și părul scurt cu o femelă cu urechi blegi și părul de angora aproximativ 25 % din descendenții I generații au fost cu urechi erecte și blană lungă, 25 % – urechi blegi și păr scurt, 25 % – urechi erecte și păr scurt, 25 % – urechi agățate și păr scurt. Determinați genotipurile părinților și descendenților.

2. De la încrucișarea masculilor cu urechi erecte și par scurt cu femele cu urechi blegi și blană de angora s-au obținut descendenți cu urechi erecte și par scurt. De la încrucișarea hibrizilor I generații 10 descendenți au avut urechi erecte și păr scurt, 4 – urechi erecte și păr lung, 3 – urechi blegi și păr scurt, 2 – urechi blegi și păr lung. Determinați genotipurile părinților și hibrizilor din prima și a doua generație.

Problema 7. La mazărea de grădină culoarea roșie a corolei este dominantă față de cea albă, iar tulpina lungă – față de cea scurtă. Selecționerii au încrucișat două linii de mazăre, una dintre care a avut corolă de culoare roșie și tulpină scurtă, iar a doua – corolă albă și tulpină lunga. Printre hibrizi I generații 4672 de plante aveau corolă de culoare roșie și tulpină lungă și 4421 – corolă de culoare roșie și tulpină scurtă.

1. Determinați genotipurile formelor parentale.

2. Care vor fi genotipurile urmașilor, obținuți de la încrucișarea reciprocă a hibrizilor din prima generație?

Memorizăm: genele unui cromozom formează un grup de înlănțuire.

§32. FENOMENUL MOȘTENIRII ÎNLĂNȚUITE. TEORIA CROMOZOMIALĂ A EREDITĂȚII

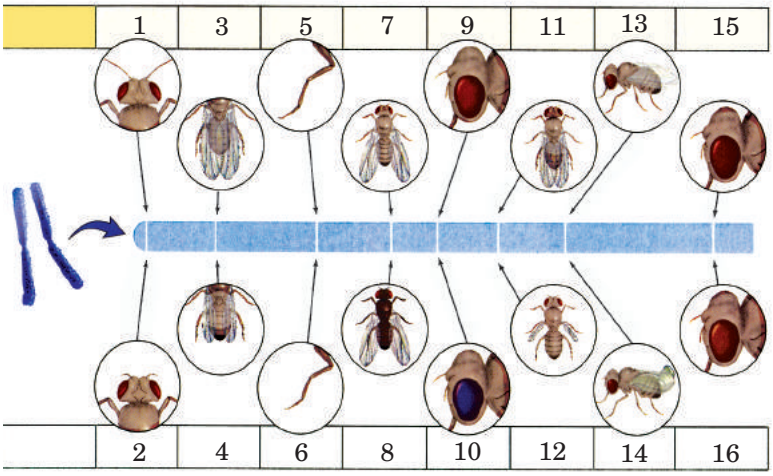
Amintiți-vă, ce este crossing-over-ul și încrucișarea analizatoare? Ce reprezintă caracterul intermediar al eredității, codominanța și genele letale? Care cromozomi sunt numiți „omologi”, iar care „neomologi”? Cum decurge procesul meiozei? Care este structura moleculelor de ADN?

Savanții, străduindu-se să repete experimentele lui G. Mendel cu diferite organisme (nu numai cu plante, ci și cu animale), deseori au urmărit variante de segregare, care nu corespundeau legilor eredității stabilite de el. Unele din cauzele posibile au fost amintite mai înainte: caracterul intermediar al eredității, codominanța, influenta alelelor letale. În afară de aceasta, una din cauzele de abatere a variantelor de segregare de la legile prevăzute ale eredității este **fenomenul moștenirii înlănțuite**.

În ce constă fenomenul moștenirii înlănțuite? *Amintiți-vă*: fenomenul combinării independente a caracterelor se bazează pe următoarele teze:

- dezvoltarea diferitor variante a caracterelor este determinat de gene alele, care sunt situate în aceleași loci ai cromozomilor omologi;
- gameți și alte celule haploide, care au câte un cromozom din fiecare pereche de cromozomi omologi, poartă numai o alelă a genei dintr-o anumită cantitate a lor;
- genele, care controlează dezvoltarea caracterelor cu moștenire independentă, sunt localizate în cromozomi neomologi.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 164. Grupa de înlănțuire, indicat pe harta cromozomială a drosofilei: 1 – antene lungi; 2 – antene scurte; 3 – aripi lungi; 4 – aripi scurte; 5 – labe lungi; 6 – labe scurte; 7 – corp gri; 8 – corp negru; 9 – ochi roșii; 10 – ochi violeți; 11 – aripi normale; 12 – aripi reduse; 13 – aripi drepte; 14 – aripi îndoite; 15 – ochi roșii; 16 – ochi căprui

*Des. 165. **Thomas Hunt Morgan** (1866–1945): genetician american, laureat al Premiului Nobel pentru fiziologie și medicină din anul 1933 „Pentru descoperiri, legate de rolul cromozomilor în ereditate”. T. H. Morgan și ucenicii săi au argumentat teoria cromozomială a eredității; au stabilit legitățile localizării genelor în cromozomi; au contribuit la clarificarea mecanismelor citologice ale legilor lui G. Mendel*

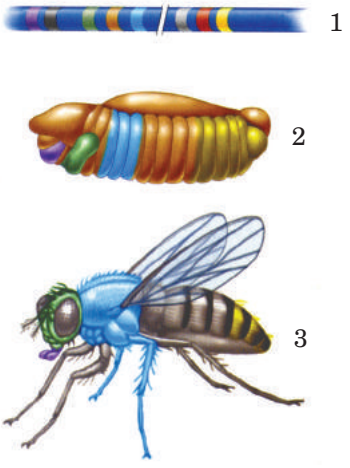
Numărul caracterelor ereditare a organismului depășește cu mult numărul cromozomilor lor în garninura haploidă. De exemplu, în garninura haploide a drozofilei sunt numai patru cromozomi, iar numărul genelor structurale, care determină diferite caractere ereditare, constituie circa 10 mii. Respectiv, în fiecare cromozom este nu una, ci mai multe gene. Astfel, împreună cu caracterele, care sunt moștenite independent unul de altul, există și cele, care sunt moștenite înlănțuit, deoarece sunt controlate de genele, localizate într-un cromozom.

În desenul 164 este reprezentată o parte a hârții genetice a cromozomului drozofilei cu indicarea grupelor de înlănțuire. Numărul unor astfel de grupe în organismele de o anumită specie este egal cu numărul cromozomilor asexuali (autozomilor) și tipurilor de cromozomi sexuali. De exemplu, la femela de drozofilă numărul grupelor de înlănțuire este egal cu patru, iar la masculi – cu 5 (deoarece cromozomii X și Y se deosebesc după garnitura de gene). De asemenea, la femei numărul grupelor de înlănțuire este egal cu 23, iar la bărbați – 24.

Fenomenul eredității înlănțuite a fost cercetat de renumitul genetician american **T. H. Morgan** (fig. 165). Astfel, ca și G. Mendel la timpul său, T. H. Morgan a ales foarte reușit obiectul pentru experimente – musca drozofilă (des. 166). Aceste insecte pot fi ușor întreținute în laboratoare, pentru ele este caracteristică o fecunditate înaltă și schimbarea rapidă a generațiilor (în condiții optime generația nouă apare peste fiecare 1,5–2 săptămâni), un număr mic de cromozomi (în garnitura diploidă – 8). Deoarece drozofila se dezvoltă cu metamorfoză completă, există posibilitatea studierii activității genelor la diferite faze ale dezvoltării.

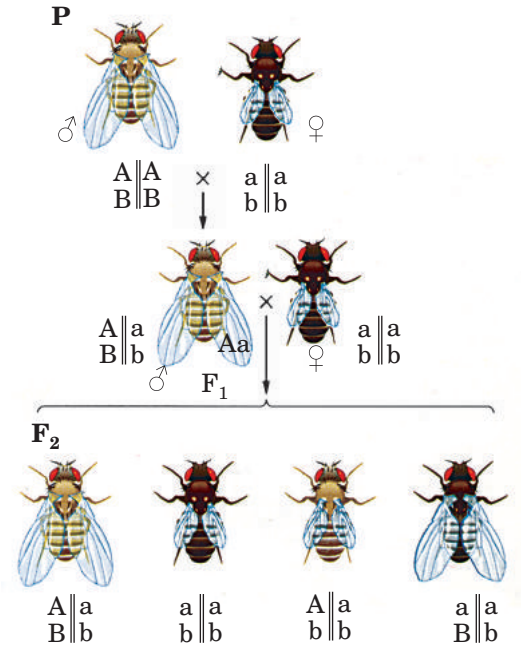
Fenomenul eredității înlănțuite T. H. Morgan l-a demonstrat cu ajutorul următorului experiment (des. 167). El a încrucișat masculii drosofilei, homozigoți după alelele dominante ale culorii corpului (gri) și formei aripilor (normală) cu femelele homozigote după alelele recesive ale genelor respective (culoarea neagră a corpului și aripi reduse). Toți hibrizii primei

Memorizăm: ***hărți genetice ale cromozomilor*** se numesc schemele, care arată localizarea genelor în cromozom şi distanța relativă între ele. Astfel de hărți au nu numai interes teoretic, ci şi utilizare pe scară largă în domeniul selecției şi ingineriei genetice.



Des. 166. Drosofila este un obiect clasic pentru cercetări genetice: 1 – o porțiune de cromozom; 2 – pupa; 3 – insecta matură (prin culori schematic sunt arătate genele, care determină dezvoltarea caracterelor)

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Rezultatele aşteptate			
25 %	25 %	25 %	25 %
Rezultatele obţinute			
41,5 %	41,5 %	8,5 %	8,5 %

Des. 167. Moştenirea înlănţuită a unor caractere (culorii corpului şi formei aripilor) la drozofilă

E interesant să ştim

Distanţa dintre doua gene ale unui cromozom este măsurata în centimorgani (prescurtat – cM) (aceasta unitate de măsura este numita în cinstea lui T. H. Morgan): 1 centimorgan corespunde distanţei între doua gene, la care procesul de crossing-over are loc la 1 gamet din fiecare suta, adică cu o probabilitate de 1% (1 cM = 1%). Trebuie remarcat faptul, că la o distanţă de 50 şi mai multe morganide genele sunt moştenite independent, ca şi cum ar fi localizate în cromozomi neomologi.

Memorizăm: crossing-over-ul este o sursă a variabilităţii ereditare – combinative.

generaţii, obţinuţi în rezultatul unei astfel de încrucişări, au fost heterozigoţi după ambele gene, aveau culoare gri a corpului şi aripi de formă normală. Pentru a clarifica genotipul hibrizilor din prima generaţie, T. H. Morgan a efectuat o încrucişare de analiză: le-a încrucişat cu indivizi homozigoţi după alelele recesive ale genelor respective.

Teoretic, printre urmaşii, obţinuţi în rezultatul unei astfel de încrucişări, pot fi două variante de segregare. Dacă genele, care determină culoarea corpului şi forma aripilor, ar fi fost localizate în cromozomi neomologi, adică ar fi fost moşteniţi independent, segregarea ar fi fost următoarea: 25 % de indivizi cu corp gri şi cu forma normală a aripilor, 25 % – cu corp gri şi cu aripi reduse, 25 % – cu corp negru şi aripi normale şi 25 % – cu corp negru şi aripi reduse (în raport de 1 : 1 : 1 : 1). Însă, dacă aceste gene ar fi fost localizate într-un cromozom şi ar fi fost moştenite înlănţuit, atunci printre urmaşi s-ar fi putut aştepta 50 % de indivizi cu corp gri şi cu forma normală a aripilor şi 50 % – cu corp negru şi aripi reduse (adică în raport de 1 : 1).

Practic rezultatele obţinute au fost următoarele: 41,5 % de urmaşi au avut corp gri şi forma normală a aripilor, 41,5 % – corp negru şi aripi reduse, 8,5 % – corp gri şi aripi reduse şi 8,5 % – corp negru şi forma normală a aripilor. Segregarea după fenotip, obţinută în rezultatul încrucişării analizatoare, era asemănătoare cu cea a formelor parentale, se apropia de raportul 1 : 1 (la fel ca şi în cazul moştenirii înlănţuite). Dar printre urmaşi au fost şi alte două variante ale fenotipurilor, care puteau fi aşteptate atunci, când genele culorii corpului şi formei aripilor ar fi fost localizate în cromozomi neomologi şi ar fi fost moştenite independent. Însă numărul lor s-a dovedit a fi foarte mic.

Cum a explicat T. H. Morgan rezultatele obţinute? El a presupus că genele care determină culoarea corpului muştelor şi forma aripilor, sunt localizate într-un cromozom şi sunt moştenite înlănţuit. Însă în timpul formării celulelor sexuale, în procesul meiozei, cromozomii omologi sunt capabili să facă schimb de porţiuni identice (*fenomenul crossing-overului*) (des. 116). Crossing-over-ul intensifică variabilitatea, asigurând crearea noilor variante de asocieri de alele. În acest caz este posibil schimbul cu câteva gene alele sau cu porţiuni ale unei gene, cu ambele sau cu o singură catenă de ADN.

Cercetarea crossing-over-ului a dat posibilitatea să fie descoperite legităţile, care au devenit o bază pentru teoria cromozomială a eredităţii:

- genele sunt localizate în lungul cromozomului în ordine liniară, adică unul după altul;
- diferiţi cromozomi au garnituri diferite de gene, deci fiecare din cromozomii neomologi are o garnitură sa unică de gene;
- fiecare genă este localizată în cromozom într-un anumit loc – locus, genele alelele ocupă în cromozomii omologi loci identici;
- toate genele a unui cromozom formează grupul de înlănţuire, datorită cărui fapt are loc moştenirea înlănţuită a caracterelor;
- puterea înlănţuirii între două gene, localizate într-un cromozom, este invers proporţională distanţei între ele; cu

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

cât mai mare este această distanta, cu atât mai des are loc crossing-over-ul;

• în cromozomii lungi există gene, care se află la polii lor diferiți; caracterele, pe care le determină genele, pot fi moștenite independent, astfel ca și caracterele determinate de genele situate în cromozomii neomologi;

• frecvența crossing-over-ului dintre două gene, situate în același cromozom, este relativ stabilă pentru fiecare pereche de gene; cu toate acestea, asupra ei pot acționa factorii mediului extern și intern (modificările în structura cromozomilor, care agravează sau împiedică decurgerea procesului de crossing-over, temperatură înaltă sau joasă, razele X, anumite substanțe chimice, etc.); la unele organisme este cunoscută dependența frecvenței crossing-overu-lui de vârstă (de exemplu, la drozofilă) sau de sex (la șoareci, găini);

• constanța relativă a frecvenței crossing-over-ului între diferite perechi de gene ale unei grupe de înlănțuire este utilizat ca indicator al distanței dintre anumite gene, precum și pentru determinarea succesiunii localizării genelor în cromozom. În special, determinarea frecvenței crossing-over-ului între diferite perechi de gene este utilizată pentru alcătuirea hărților genetice ale cromozomilor (vezi fig. 164);

• înlănțuirea între genele unui grup este încălcată de schimbul cu porțiuni identice a cromozomilor omologi în profaza primei diviziuni meiotice (procesul de crossing-over).

Rezultatele cercetării lui T. H. Morgan și a colaboratorilor săi au servit drept bază pentru crearea **teoriei eredității cromozomiale.** Ea într-o măsură mare a determinat dezvoltarea în continuare nu numai a geneticii, ci și a întregii biologii. Această teorie, în special, a dat posibilitate să fie clarificată baza materială a legilor eredității, stabilite de G. Mendel și a faptului, de ce în unele cazuri apar abateri în modul moștenirii a anumitor caractere.

Pe scurt despre principalul

Una din cauzele abaterilor a variantelor de segregare, aşteptate în conformitate cu legile eredității stabilite de G. Mendel, este fenomenul moştenirii înlănțuite. El se bazează pe faptul, că genele unui cromozom formează un grup de înlănțuire. Fenomenul moştenirii înlănțuite a fost dovedit de geneticianul american T. H. Morgan cu ajutorul experimentelor pe drozofilă. Aceste experimente au constituit baza teoriei cromozomiale a eredității, create de el şi de colaboratorii săi.

Cercetarea fenomenului moştenirii înlănțuite a determinat crearea hărților genetice ale cromozomilor – scheme, pe care este arătată ordinea localizării genelor în cromozom şi distanțele relative dintre ele.

Termeni şi noțiuni-cheie:

moştenirea înlănțuită, grupă de înlănțuire, teoria cromozomială a eredității.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. În ce condiții se adevereşte legea combinării independente a caracterelor? 2. În ce constă fenomenul moştenirii înlănțuite a caracterelor? 3. Ce determină numărul grupelor de înlănțuire în organismul de anumită specie? 4. Care este însemnătatea biologică a crossing-over-ului? Ce legități au descoperit savanții în timpul cercetării procesului de crossing-over? 5. Care este însemnătatea a teoriei cromozomiale a eredității?

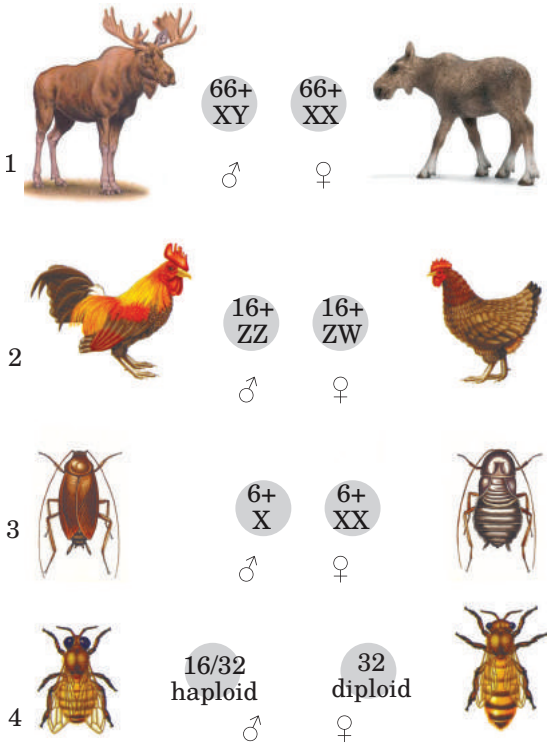
Chibzuiți

1. Explicați, cum se poate dovedi, că genele sunt dispuse în cromozom în mod liniar. 2. Drozofila a devenit un obiect clasic pentru cercetări genetice. Gândiți-vă, care alte animale ar mai putea deveni obiect clasic al cercetărilor genetice.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

E interesant să ştim

La organismele, la care sexul heterogametic este cel feminin, cromozomi sexuali au alte simboluri: cromozomi sexuali, care se întâlnesc la ambele sexe, se înseamnă prin litera Z, iar care se întâlneşte numai la sexul heterogametic, – W.



Des. 168. Mecanismul determinării sexului la animale: 1– X–Y la mamifere (şi la om, în special); 2 – Z–W la păsări; 3 – X–0 la unele insecte; 4 – haploi-diploid la albini (mai întâi la masculi – trântori – garnitura haploidă de cromozomi (16), iar apoi numărul de cromozomi se dublează (32))

E interesant să ştim

Trebuie de remarcat faptul, că pentru organismele, la care masculii sunt heterogametici, sexul se determină în mod diferită. De exemplu, la om din zigotul cu 44 de autozomi în cariotip şi un singur cromozom X (X0) se dezvoltă un organism feminin cu maladii fizice şi mintale. Aceste femei nu sunt capabile la reproducere. Iar la drozofilă din zigotul, care are doar un cromozom X, se dezvoltă masculi, care, de asemenea, sunt incapabili la reproducere.

§33. GENETICA SEXULUI. MOŞTENIREA ÎNLĂNȚUITĂ CU SEXUL

Amintiţi-vă, care este cariotipul la drozofilă? Prin ce se deosebesc garniturile de cromozomi la bărbat şi la femeie? Ce înseamnă cromozomi sexuali şi autozomi, ce este partenogeneza? Care plante sunt numite dioice? Care hormoni sexuali se produc în organismul omului?

Determinarea sexului la organisme în timpul dezvoltării lor individuale este una dintre cele mai interesante probleme ale biologiei.

Cum este determinat sexul la diferite organisme? Încă la sfârşitul sec. al XIX-lea savanţii au atras atenţia la faptul, că garnitura de cromozomi ai masculilor şi femelelor se deosebesc după structura unei perechi de cromozomi. La celulele asexuale diploide ale femelelor de multe specii de animale cromozomii tuturor perechilor sunt asemănători după structură, pe când la masculi cromozomii unei perechi se deosebesc. *Amintiţi-vă*: asemenea cromozomi au fost numiţi sexuali, sau **heterocromozomi**. De exemplu, la masculii drozofilelor unul din cromozomul sexual are o formă de bastonaş (**cromozomul X**), iar altul – în formă de cârlig (**cromozomul Y**). La femelele drozofilei ambii cromozomi sexuali au aceiaşi structură (**cromozomul X**), deci cariotipul lor poate fi însemnat convenţional ca **6A** (6 autozomi) + **XX** (doi cromozomi X), iar cariotipul masculilor – **6A** + **XY** (prin simbolul „A” sunt însemnaţi cromozomii asexuali – autozomii, de aceiaşi structură la indivizii de diferite sexe). Seturi de cromozomi diferite sunt caracteristice şi plantelor dioice.

Deoarece în timpul meiozei cromozomii omologi se deplasează în diferiţi gameţi, la indivizii unui din sexe se formează numai un singur tip de gameţi (***sex homogametic***; (din greacă *gomoios* – la fel şi *hamete* – femeie sau *hametes* – bărbat), pe când la indivizii altui sex – două (***sex heterogametic***; din greacă *heteros* – altul).

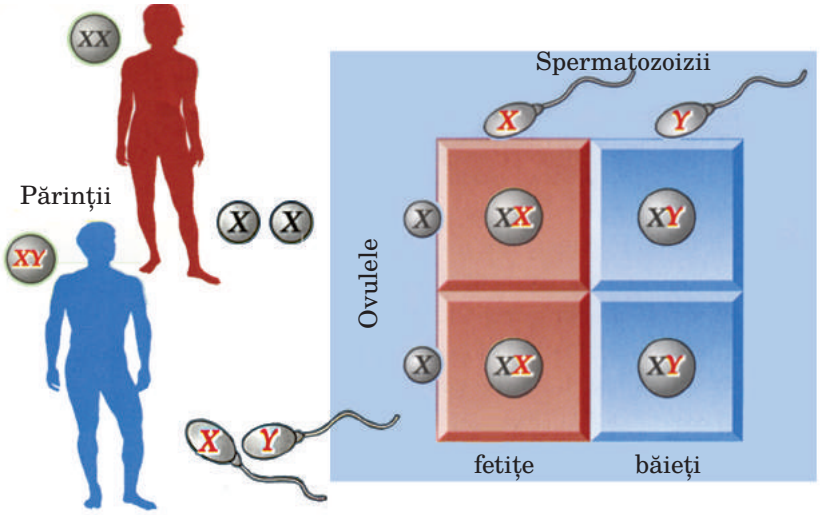
La multe organisme sexul homogametic este cel feminin, iar heterogametic – cel masculin (muştele, ploşniţele, gândacii, mamiferele, majoritatea peştilor, unii amfibieni), iar la altele – invers (fluturii, reptilele, păsările, unii peşti şi amfibieni) (des. 168). La unele specii indivizii de diferite sexe se deosebesc după numărul cromozomilor sexuali. Astfel, la cosaşi sau la gândacul negru de bucătărie în garnitura de cromozomi a femelei sunt ambii cromozomi sexuali, iar la mascul – numai unul.

Astfel, la majoritatea organismelor unisexuale sexul viitorului individ este determinată în momentul fecundării. El depinde de faptul, câţi şi ce tip de cromozomii sexuali se combină în zigot. Un astfel mod de determinare a sexului se manifestă, de exemplu, la mamifere.

E interesant să ştim

În procesul de dezvoltare a sexului la mamifere pot fi identificate două etape principale. Setul cromozomilor zigotului determină în ce direcţie se vor dezvolta glandele sexuale. Dacă în cariotipul zigotului sunt cromozomii **X** şi **Y**, primordiile sexuale se vor dezvolta în testicule. La rândul său, testiculele vor elimina testosteronul, hormonul sexual masculin, care va circulă prin embrion şi va determina

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 169. Mecanismul determinării sexului la om. ***Sarcină.*** *Analizați imaginea și atrageți atenție faptului, că probabilitatea nașterii băieților sau fetelor într-o familie de este de 50 %; dar sunt familii, în care se nasc doar băieți sau fete; cu ajutorul profesorului, încercați să explicați acest fenomen*

dezvoltarea de tip masculin. Dacă în cariotipul zigotului s-au combinat doi cromozomi **X**, primordiile sexuale se vor dezvolta în ovare. Un astfel de embrion se va dezvolta într-un organism feminin (des. 169).

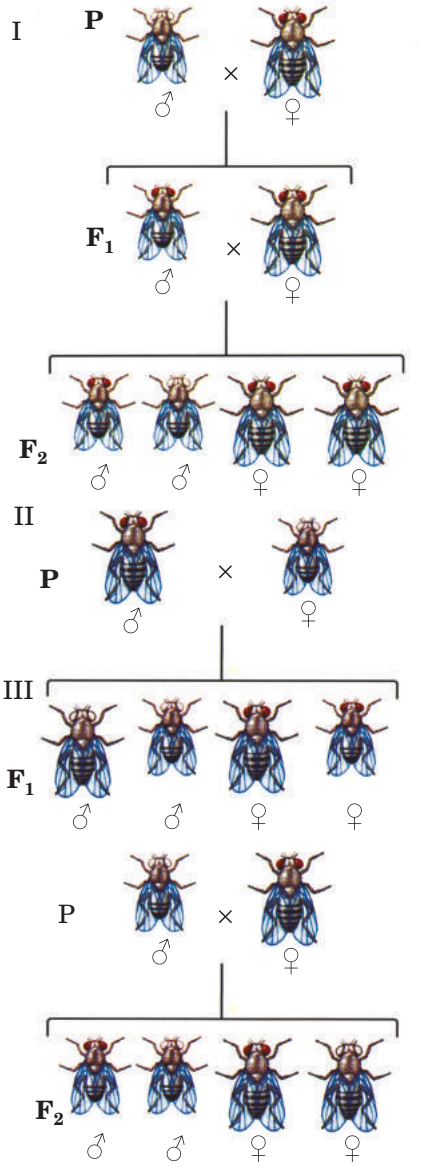
Există și alte mecanisme de determinare a sexului la organisme. De exemplu, la unele animale nevertebrate (la rotatorii, la viermele polichet – dinofilus) sexul viitorilor individ este determinat încă până la momentul fecundării. Aceste animale pot crea ovule de două tipuri: mari, bogate în gălbenuș, și mici, cu o mică rezervă de substanțe nutritive. Din ovulele primului tip se dezvoltă numai femele, iar din cele al doilea – numai masculi.

La unele specii de broaște țestoase, șopârle și crocodili asupra formării sexului influențează temperatura, la care s-au dezvoltat ouăle. La crocodili și șopârle, în cazul creșterii temperaturii mediului din ouă ies mai mulți masculi, iar la broaștele țestoase – femele.

La astfel de insecte ca albinele melifere, bondarii, furnicile sexul depinde de numărul seturilor de cromozomi ale zigotului. Femelele acestor insecte depun ouă de două tipuri: fecundate și nefecundate (partenogenetice). Din ouăle nefecundate se dezvoltă masculii, iar din cele fecundate – femelele. Astfel, femelele au o garnitură diploidă de cromozomi, iar masculii – la început haploidă, iar apoi cantitatea de cromozomi se dublează.

Există unele caractere, asupra moștenirii cărora influențează sexul organismului. Aceasta se explică prin componenta diferită a genelor, pe care le conțin cromozomii X și Y.

Fenomenul moștenirii caracterelor, înlănțuite cu sexul, a fost studiat de T. H. Morgan. El a încrucișat liniile pure femelelor de drozofile, la care era prezent pigmentul roșu al ochilor, cu masculii, la care lipsea acest caracter (aveau ochi albi) (fig. 170, I). Toți hibrizii din prima generație aveau ochi roșii. Printre hibrizii din a doua generație, obținuți în rezultatul încrucișării hibrizilor primei generații între ei, toate femelele aveau ochi roșii, pe când o jumătate din masculi aveau ochi roșii, iar cealaltă – ochi albi. Concomitent el a încrucișat femelele cu ochi albi cu masculi cu ochi roșii (des. 170, II). Printre hibrizii primei generații se observa următoarea segregarea după fenotip: toate femelele aveau ochi roșii, iar



Des. 170. Moștenirea înlănțuită cu sexului la drozofilă. ***Sarcină.*** *Examinați natura segregării caracterului culorii ochilor în cazul diferitor vate de încrucișare*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

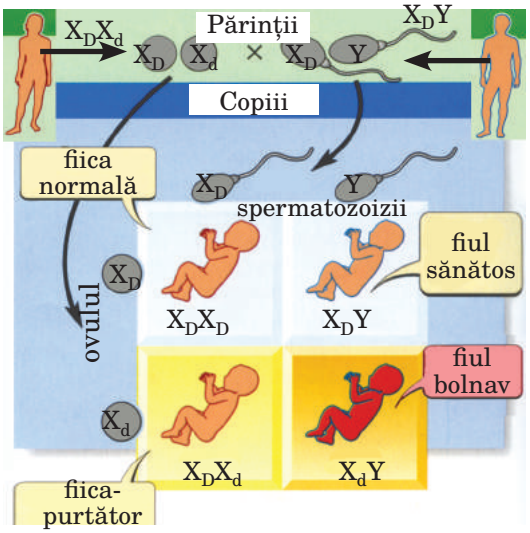


Fig. 172. Mecanismul moștenirii daltonismului la om (asemănător este mecanismul de moștenește unei astfel boli, ca hemofilia)

masculii – ochi albi. La încrucișarea hibrizilor primei generații între ei, la urmașii lor se observă o altă variantă de segregare: 50% de indivizi de fiecare sex au avut ochi roșii, iar altele 50 % – albi (des. 170, III).

Rezultatele acestor două variante de încrucișări au fost explicate de T. H. Morgan prin faptul, că genele, care determină pigmentația ochilor, se află în cromozomul X, iar cromozomul Y nu are o asemenea genă și nu influențează asupra moștenirii acestui caracter.

E interesant să știm

La pisici înlănțuit cu sexul se moşteneşte culoarea blănii. Se ştie că motanii niciodată nu sunt tricolori (cu pete roşcate, negre şi albe): ei au pete întunecate sau roşcate. Acest lucru se explică prin faptul, că genele alele, care determină culoarea roşcată sau neagră a blănii, sunt localizate numai în cromozomul X. Nici una dintre aceste alele nu este dominantă față de cealaltă, deci pisicile heterozigote după această genă sunt tricolore (des. 171).

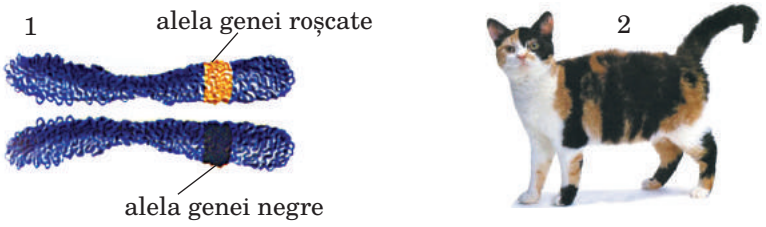


Fig. 171. Moștenirea blănii tricolore la pisici: 1 – localizarea genei, care determină culoarea blănii de motani; 2 – pisica cu blană tricoloră

La om se moștenesc înlănțuit cu sexul circa 150 de caractere, în special unele boli (daltonismul, hemofilia etc.). ***Daltonismul*** (incapacitatea de a deosebi unele culori) este determinată de alela recesivă, localizată în cromozomul X și lipsește în cromozomul Y. De aceea bărbatul cu această alelă în cromozomul X neapărat este bolnav de daltonism. La femei o astfel de dereglare a vederii colorate se manifestă la indivizii homozigoți după alela recesivă. Iar femeile heterozigote sunt sănătoase din punctul de vedere al fenotipului, deși sunt purtătoare ale acestei alele (des. 172). La fel este moștenită și ***hemofilia*** (incapacitatea sângelui de a se coagula, în rezultatul cărei omul poate să moară chiar în rezultatul unor afecțiuni neînsemnate ale vaselor sangvine. Alela recesivă, care determină această boală, este transmisă din generație în generație de către femeile-purtătoare heterozigote.

Termeni şi noțiuni-cheie:

Sexe homo- şi heterogametice, fenomenul moştenirii înlănțuite cu sexul

Verificați-vă cunoștințele obținute

1. Care mecanisme posibile ale determinării sexului sunt cunoscute la organismele unisexuate? 2. Care sex este numit heterogametic, ia care – homogametic? 3. De ce este determinată ereditatea înlănțuită cu sexul? 4. Prin ce se poate explica faptul, că sexul heterogametic este mai puțin viabil decât sexul homogametic? 5. De ce în populație numărul de indivizi de un sex poate depăşi numărul de indivizi de celălalt sex.

Pe scurt despre principalul

La multe specii de animale indivizii de diferite sexe diferă după setul unei perechi de cromozomi – sexuali sau heterocromozomi. La multe organisme sexul homogametic este cel feminin, iar sexul heterogametic – cel masculin (muştele, gândacii, ploşnițele, mamifere, majoritatea speciilor de peşti, unii amfibieni, etc.), iar la alții – invers (fluturii, reptilele, păsările, unii peşti şi amfibieni). La unele specii, indivizi de diferite sexe se deosebesc după numărul de cromozomi sexuali (cosaşii, gândacii de bucătărie).

Deoarece în urma meiozei cromozomii omologi se repartizează în diferiți gameți, indivizii unui sex formează un singur tip de gameți (sexul homogametic), în timp ce la indivizii de sex opus – două (sexul heterogametic).

La organismelor unisexuate sexul viitorului individ este determinat în momentul fecundării. El depinde de numărul şi tipul cromozomilor sexuali, care se combină în zigot.

Fenomenul moştenirii caracterelor, înlănțuite cu sexul, apare datorită faptului, că cromozomii X şi Y au un set diferit de gene. Prin urmare, anumite caractere pot să se manifeste în principal la indivizi de anumit sex.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

6. Numiți metoda, după care pot fi determinat sexul animalului, dacă masculii şi femelele nu se deosebesc după particularitățile de struc.

Chibzuiți

La om se observă o mutație, la care celulele conțin numai un singur cromozom X, adică garnitura de cromozomi constituie 45 şi nu 46 de cromozomi. De ce nu există oameni, care au numai cromozomul Y, fără cromozomul X? Răspunsul explicați-l.

§34. GENOTIPUL ORGANISMULUI CA SISTEM INTEGRU

Amintiți-vă, ce înseamnă genă, genom, cod genetic, recombinare, transcripție, crossing-over? În ce constă autonomia mitocondriilor și plastidelor în celulă? Care gene sunt numite structurale și constructoare? Ce sunt plasmidele, nucleoizii?

Timp îndelungat, până când n-a fost clarificată structura acizilor nucleici și codul genetic, genele erau considerate drept unitate indivizibilă a informației ereditare. Însă cu timpul s-a clarificat, că mutațiile pot afecta nu gene întregi, ci și numai o parte a lor. De asemenea în timpul crossing-overului cromozomii omologi se pot schimba atât gene întregi, cât și porțiuni ale lor. Porțiunea minimală a moleculei de acid nucleic, în care el se poate împărți în timpul crossing-overului, constituie doar 1-2 perechi.

Mult timp în genetică a existat regula, în conformitate cu care fiecare genă determină sinteza unei anumite albumine („o genă – o proteină"). Însă cercetările ulterioare au demonstrat, că relațiile „gena-caracterul" sunt cu mult mai complicate, decât se părea înainte. Aceasta este legată de fenomenul interacțiunii genelor nealele și acțiunii multiple a genelor.

Cum interacționează între ele genele alele? Noi deja am vorbit despre următoarele variante ale interacțiunii genelor alele: dominarea completă, caracterul intermediar al eredității, codominanța. Însă asupra formării unor variante ale caracterelor poate de asemenea influenta interacțiunea a două sau a mai multor gene nealele. O astfel de interacțiune poate să se manifeste sub diferite forme. Unul din tipurile de interacțiune a genelor nealele constă în aceea, că o anumită alelă a unei gene împiedică manifestarea în fenotip a alelei a altei gene nealele.

Un alt tip răspândit de interacțiune a genelor nealele constă în faptul, că pentru apariția în fenotip a unei anumite variante a caracterului este necesară interacțiunea alelelor dominante a două sau a mai multor gene nealele. Astfel, culoarea violetă a fructelor vinetelor depinde de interacțiunea alelelor dominante a două gene nealele, datorită căreia se formează pigmentul antocian. Dacă măcar una din aceste gene este, homozigotă după alelele recesive, pigmentul nu se produce, fructele se formează fără culoare. Un fenomen asemănător se poate observa și la mazărea parfumată, la care alelele dominante ale ambelor gene nealele determină culoarea roșie a corolei. Dar dacă măcar una din aceste gene va fi homozigotă după alela recesivă, corola va fi albă.

Memorizăm: gena este o unitatea funcțională integră a eredității, deoarece orice perturbare a ei schimbă structura informației codificate în genă sau duce la pierderea acesteia.

Des. 173. Găina de rasă de leghorn

E interesant să ştim

La găinile de rasa leghorn (des. 173) este o genă, care determină o anumită variantă a penajului: găinile cu genotipul **CC** sau **Cc** trebuie să aibă o anumită culoare a penelor, în timp ce genotipul **cc** – culoare albă. Dar există o altă gena nealelă, alela dominantă a căreia inhibă expresia celeilalte gene nealele, care determină culoarea penajului. De aceea găinile homozigote după alela dominantă (**II**) sau heterozigote (**Ii**) au culoarea albă a penajului, în ciuda prezenței unei alele dominante (**C**) a alei gene nealele.

Memorizăm: fenomenul, în urma căruia alela unei gene inhibă expresia în fenotipul a alelei altei gene nealele, se numeşte epistazie (din greacă *epistazis* – încetare, bariera).

E interesant să ştim

La om dezvoltarea auzului normal este determinat de alelele dominante ale două gene nealele, dintre care unul este responsabilă pentru dezvoltarea normală a melcului urechii interne, iar al doilea – a nervului auditiv. Dacă cel puțin una dintre aceste gene este homozigotă după alela recesivă, omul este surd din naştere.

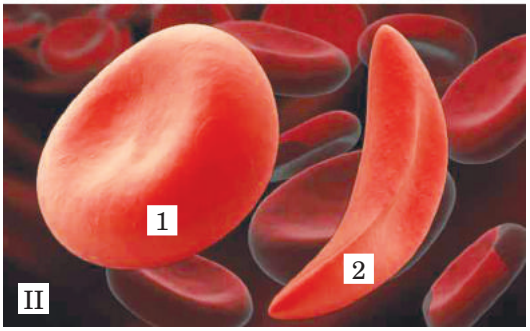
Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

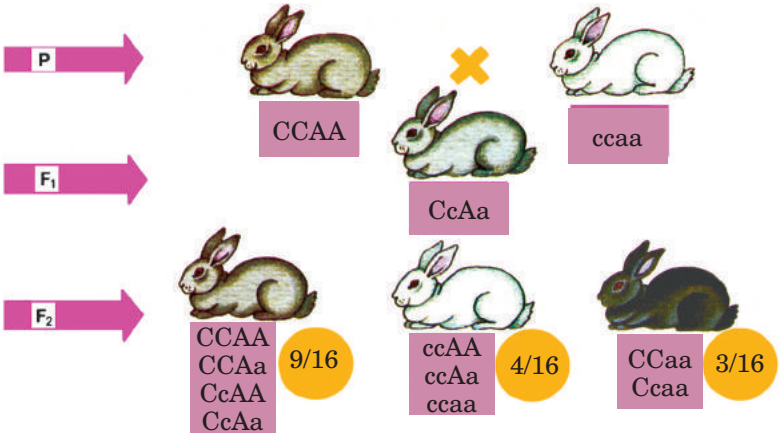
Memorizăm: genele nealele, alelele dominante ale căror sunt necesare pentru formarea unei variante a caracterului, care nu sunt specifice fiecărei din aceste gene aparte, se numeşte complementaritate (din latină *complementum* – adăugare).

Memorizăm: ereditatea citoplasmatică, sau **extranucleară**, este capacitatea anumitor structuri ale citoplasmei de a păstra şi de a transmite descendenților o parte a informației ereditare a părinților.

E interesant să ştim

În cazul anemiei falciforme alela recesivă, care a apărut în urma mutației, determină înlocuirea unui rest de aminoacid cu altul în timpul sintezei catenei polipeptidice a moleculei de hemoglobină. Drept rezultat la om se produc eritrocite de formă incorectă de seceră (fig. 175. II) şi se manifestă dereglări în sistemul cardiovascular, digestiv, excretor şi nervos. Anemia falciformă este predominant răspândită în regiunile, în care populația suferă de malarie (de exemplu, în Africa). Totodată, bolnavii de anemie falciformă au o rezistența sporită la infectarea cu agentul patogen al malariei – plasmodiul malaric.





Des. 174. Interacțiunea genelor nealele pe exemplul formării culorii blănii la iepuri

La animale (de exemplu, la șoareci, iepuri) pentru formarea anumitei culori a blănii este necesară prezența alelelor dominante a două gene nealele, una dintre care determină prezența pigmentului, iar alta – repartizarea acestuia în firul de păr. Astfel, la iepuri sinteza pigmentului întunecat este determinată de alela dominantă **C**. Cealaltă genă nealelă determină caracterul repartizării pigmentului în firile de păr. Dacă în genotipul iepurelui este o alelă dominantă de acest tip (**A**), pigmentul se concentrează la rădăcina părului și animalul are o culoare sură a blănii. Dacă iepurele este homozigot după alela recesivă (genotipurile **CCaa**, **Ccaa**), pigmentul este repartizat uniform în lungul firului de par și culoarea blănii devine neagră.

Dacă gena, care răspunde de sinteza pigmentului întunecat, este homozigotă după alela recesivă, atunci pigmentul nu se sintetizează și se nasc indivizi cu blană albă (albinoși; genotipurile **ccAA, ccAa, ccaa**) (des. 174).

În afară de gene complementare, există, de asemenea, și gene ***polimere*** (din gr. *polimeria* – multiplicitate). Interacțiunea acestor gene (polimeria) constă în faptul, că varianta unui anumit caracter depinde de modul, cum în genotip sunt asociate anumite alele ale acestor gene nealele. În unele cazuri este suficientă o singură alelă dominantă a oricărei gene, care influențează asupra caracterului, pentru ca varianta respectivă a caracterului să se manifeste în fenotip. De exemplu, la o specie de traista ciobanului, numai atunci, când sunt două gene homozigote după alelele recesive, se formează fructe ovale, iar în alte cazuri (când există măcar o alelă dominantă) – forma fructului este triunghiulară.

La animale interacțiunea polimetrică a genelor nealele poate determina intensitatea creșterii, fecunditatea, cantitatea de grăsime în lapte etc., iar la om – înălțimea staturii, masa corpului, nivelul tensiunii arteriale și altele. Polimeria are o mare importantă biologică, deoarece asigură variabilitatea organismelor. În afară de aceasta, stările caracterelor, cauzate de interacțiunea genelor nealele, sunt mai stabile decât cele, care sunt determinate de interacțiunea diferitor alele ale unei gene. Aceasta, în special, nivelează apariția anumitor mutații în fenotip. Exemplu de polimerie este moștenirea culorii pielii la om, care este determinată cel puțin de patru gene.

Des. 175. Exemple de efecte multiple ale genelor: I – manifestarea arahnodactiliei; II – manifestarea anemiei falciforme: eritrocite omului sănătos (1) şi bolnav de anemie falciformă (2)

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Cum se manifestă acțiunea multiplă a genelor? Mai sus noi am examinat variantele, când alelele unei gene influențau asupra formării diferitelor variante a unui caracter (de exemplu, culoarea semințelor, structura suprafeței lor, culoarea corolei). Însă majoritatea genelor posedă proprietatea, datorită căreia o anumită alelă a lor influențează asupra formării a câteva variante de caractere. Acest fenomen este numit ***acțiune multiplă*** sau ***pleiotropie*** (din greacă *pleion* – numeros și *tropos* – cotitură).

De exemplu, la om este cunoscută boala arahnodactilia (în traducere din greacă – „degete de păiajen") (des. 174; I). În cazul dat alela mutantă dominantă influențează asupra formării degetelor alungite al mâini și picioare, condiționează poziția greșită a cristalinului ochiului și maladiile înnăscute ale inimii.

Drept exemple de acțiune multiplă a genelor la om este anemia falciformă (des. 175, II) și fenilcetonuria.

Cauza acțiunii multiple a genelor este faptul, că fiecare genă controlează o anumită etapă a schimbului de substanțe. Deoarece diverse procese ale metabolismului deseori sunt reciproc legate, dereglările care apar la una din etapele lui, neapărat influențează asupra următoarei și, în rezultat, asupra formării diferitor caractere ale organismului.

Formarea fenotipului poate depinde și de ereditatea citoplasmatică.

În ce constă ereditatea citoplasmatică? În celulele eucariotelor materialul ereditar se păstrează nu numai în nucleul celulelor. De aceea pentru aceste organisme le este caracteristică și ereditatea citoplasmatică.

Ereditatea citoplasmatică a eucariotelor este legată de două tipuri de fenomene genetice:

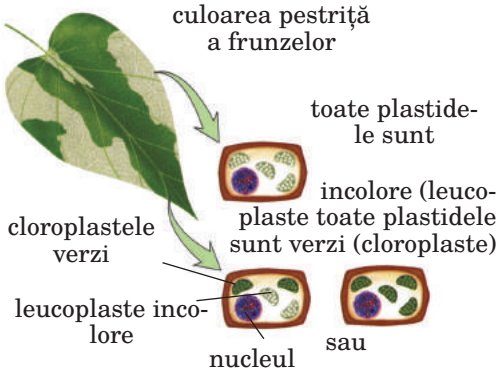
- de moștenirea caracterelor, care sunt codificați de genele extranucleare, localizate în anumite organite (mitocondrii, plastide);
- manifestarea la urmași a caracterelor, condiționate de genele nucleare, însă la formarea acestor caractere influențează și citoplasma ovulului.

Amintiți-vă: plastidele și mitocondriile au materialul ereditar propriu – molecula inelară de ADN, precum și aparatul, care asigură sinteza proteinelor proprii. În celulele procariotelor există factori ai eredității extracromozomiale – plasmidele. Acestea sunt molecule de ADN localizate în afara regiunii nucleare – nucleoidului. Genele extranucleare interacționează cu cele ale nucleare și se află sub controlul ADN-ului nuclear.

Ereditatea citoplasmatică, legată de genele plastidelor, se întâlnește și la diferite specii de plante. Printre ele există forme cu frunze mozaicate (pestrițe). Acest caracter este transmis pe linia maternă și este condiționat de faptul, că o parte din plastide sunt incapabile să producă pigmentul clorofila. După diviziunea celulelor cu plastide incolore pe frunze apar pete albe, care se rânduiesc cu porțiuni verzi (des. 176). Plastidele se înmulțesc prin diviziune, de aceea lor le este caracteristică continuitatea genetică: plastidele verzi dau naștere celor verzi, iar cele incolore, incapabile să sintetizeze clorofila, – celor incolore.

Integritatea genotipului se manifestă, de asemenea, și în reglarea activității anumitor gene. Genele structurale nu pot fi permanent în stare activă, de aceea activitatea lor sau periodic se intensifică și se inhibă.

Memorizăm: genotipul indivizilor fiecărei specii reprezintă un sistem integru, deşi este format din gene separate, care pot fi moştenite independent una de alta. Integritatea genotipului, care s-a format în timpul dezvoltării îndelungate istorice a speciei, se manifestă prin faptul, că formarea majorității variantelor caracterelor organismelor reprezintă rezultatul interacțiunii genelor alele sau nealele, iar alele majorității genelor influențează asupra dezvoltării anumitor variante ale câtorva caractere. În afară de aceasta, formarea fenotipului organismului depinde de efectul moştenirii citoplasmatice.



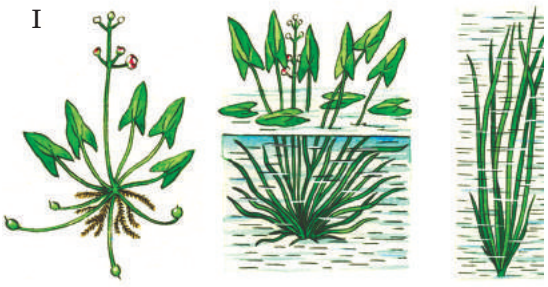
Des. 176. Mecanism de manifestare a eredității citoplasmatice în plante

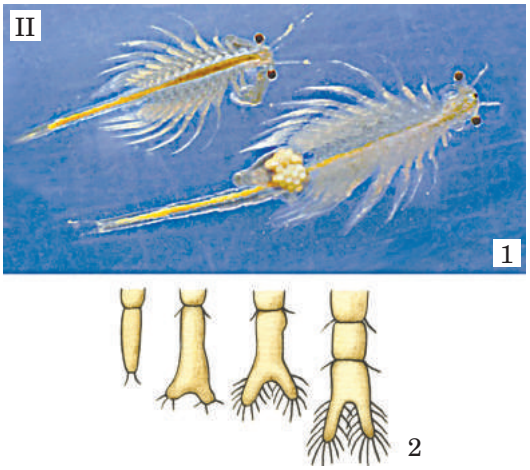
Pe scurt despre principalul

Genotipul organismelor este un sistem integru, care s-a format istoric. Integritatea genotipului este determinată de interacțiunea genelor alele şi nealele, de acțiunea multiplă a genelor şi fenomenul eredității citoplasmatice. Genele nealele pot interacționa în mod diferit una cu alta: unele alele ale genelor nealele inhiba expresia altei gene, unele pentru crearea anumitei variante a caracterului necesită prezența alelelor dominante a mai multor gene nealele, dar sunt gene, anumită variantă a caracterului căror depinde de faptul, cum se combină alelele diferitor gene nealele.

Ereditatea citoplasmatică se bazează pe capacitatea anumitor structuri ale citoplasmei să păstreze şi să transmită urmaşilor informația ereditară de la părinți.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua





Des. 177. Variabilitatea modificativă. I. Săgeata apei (1) și modificările frunzelor ei: 2 – frunze în formă de săgeată, care au crescut deasupra apei; 3 – frunze liniare, care se dezvoltă în apă. II. 1. Crustaceele artemiile (aspectul extern). 2. Pilozitatea abdomenului artemiei în dependență de diferită salinitate (de la stânga la dreapta: de la o salinitate mai mare la mai mică; chibzuiți, de ce la indivizii de artemii din bazinele dulcicole pilozitatea abdomenului este mai mare)

Des. 178. Diferite categorii de indivizi (caste) la albina meliferă: 1 – regină; 2 – trântorul; 3 – albina lucrătoare

Termeni şi noțiuni-cheie:

interacțiunea genelor nealele, acțiunea multiplă a genelor, ereditatea citoplasmatică

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Care sunt funcțiile genelor structurale şi regulatoare? 2. Dați exemple de variante a interacțiunilor genelor nealele. 3. Care sunt bazele biochimice ale acțiunii multiple ale genelor? 4. De ce este condiționată ereditatea citoplasmatică? 5. În ce constă integritatea genotipului?

Chibzuiți

Care sunt bazele evoluționiste ale eredității citoplasmatice?

§35. FORMELE VARIABILITĂȚII. VARIABILITATEA MODIFICATIVĂ REPREZINTĂ REZULTATUL INTERACȚIUNII GENOTIPULUI ŞI CONDIȚIILOR MEDIULUI

Amintiți-vă, care gemeni aparțin la cei monozigoți. Ce se numește rasa de animale și soi de plante? Care caractere aparțin la cantitativi, și care – la calitativi?

Știți deja, că una dintre proprietățile universale ale materiei vii este **variabilitatea** – capacitatea organismelor de a dobândi caractere noi pe parcursul dezvoltării individuale (dezvoltarea unui individ) și istorice (în timpul evoluției speciei). Variabilitatea poate fi neereditară, sau modificativă, și ereditară.

Schimbările modificative (modificările) reprezintă reacțiile organismelor la schimbarea intensității acțiunii a numitor factori ai mediului. Variabilitatea modificată este condiționată nu de schimbările succesiunii nucleotidelor moleculelor de ADN, ci de caracterul realizării informației genetice.

Modificările sunt identice pentru toate ființele genotipic identice. Programul ereditar al oricărui organism este realizat nu numai sub controlul genelor, dar și sub influenta mediului ambiant. De exemplu, la toți indivizii săgeții scufundați în apă (fig. 177, I) se formează frunze lungi și subțiri, iar la cei, ce cresc pe uscat – în formă de săgeată. La plante, care sunt parțial scufundate în apă, se formează frunze de ambele tipuri.

Gradul de manifestare a modificărilor direct depinde de intensitatea și durata acțiunii unui anumit factor ecologic asupra organismului. Astfel, la crustaceul mic artemia de salinitatea apei depinde gradul de pilozitate a părții posterioare a abdomenului: cu cât ea este mai mare, cu atât mai mică este concentrația de săruri în apă (des. 177, II). Știți din propria experiență: cu cât mai mult vă aflați sub razele solare, cu atât mai intens vă bronzați. Cu cât mai sus se urcă omul în munți și cu cât mai mult se află el în condițiile de munte, cu atât mai mare este concentrația de eritrocite în sângele lui.

Modificările pot să dispară pe parcursul vieții individului, dacă încetează acțiunea factorului care le-a cauzat. De exemplu, culoarea întunecată a pielii dispare treptat în perioada de toamnă-iarnă. După aflarea de scurtă durată în condițiile de munte numărul eritrocitelor în sânge se reduce

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

până la normă *(amintiți-vă*, care este norma cantității de eritrocite la 1 ml de sânge), când omul se întoarce din munți.

Unele modificări, care au apărut în primul rând la etapele timpurii ale dezvoltării individuale, se pot păstra în decursul întregii vieți a individului. De exemplu, deformarea oaselor picioarelor la omul, care în copilărie a fost bolnav de rahitism (*amintiți-vă*, ce provoacă această boală), se păstrează în decursul întregii lui vieți. Însă copii, părinților bolnavi de rahitism, nu vor avea asemenea maladii, dacă la timp vor primi cantitatea necesară de vitamina **D**.

Un alt exemplu de modificări, care se păstrează în decursul întregii vieți, este diferențierea lavrelor albinii melifere, cu garnitura diploidă de cromozomi în regine și albine lucrătoare (fig. 178). Acele din lavre, care se dezvoltă în celulele mari ale fagurilor și se hrănesc numai cu „lăptișor", care este produs de glandele speciale ale albinelor lucrătoare, se dezvoltă în regine.

Iar cele, care sunt hrănite cu amestecul de miere și polenul fiorilor în celulele obișnuite, cu timpul devin albini lucrătoare, femele incapabile de a se înmulți. Deci, diferențierea lavrelor de sex feminin depinde de calitatea hranei. Dacă la etapele timpurii ale dezvoltării de schimbat cu locul lavrele, din care trebuia să se dezvolte regina și albina lucrătoare, se schimbă respectiv și caracterul lor de nutriției și dezvoltarea lor ulterioară.

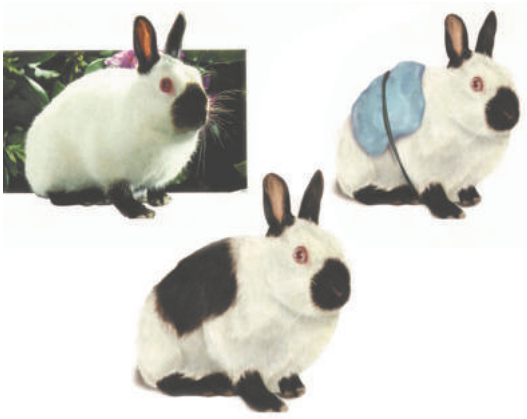
Variabilitatea modificată de obicei asigură adaptarea la schimbările condițiilor mediul ambiant. De exemplu, schimbarea formei frunzelor la săgeata apei din frunză în formă de săgeată în formă de bandă apără aceste plante de afectarea de curenții de apă. În timpul năpârlirii de toamna schimbarea blănii mamiferelor în una mai deasă apără organismului de temperaturi joase, iar omului – de acțiunile dăunătoare ale razelor solare. Toate acestea sunt motivele pentru a concluziona, că asemenea modificări adaptive au apărut în procesul de dezvoltare istorică a speciei ca o anumită reacție la schimbările condițiilor mediului ambiant, cu care permanent se confruntă organismele.

Care sunt legitățile statistice ale variabilității modificative? Variabilitatea modificată se supune anumitor legități statistice.

Limitele variabilității modificate ale caracterelor sunt determinate de genotip și se numesc **norma de reacție**. Printre caractere sunt și de acelea, stările diferite ale cărora aproape în întregime sunt determinate de genotip (de exemplu, așezarea ochilor, numărul degetelor membrelor, grupa sangvină etc). Asupra gradului de manifestare a multor variante de caractere cantitative, (de exemplu, statura și masa organismului, suprafața frunzei etc.) influențează în majoritatea cazurilor, condițiile mediului. De exemplu, temperatura influențează asupra culorii blănii iepurilor (des. 179). La pisicile siameze fiecare porțiune a pielii are pragul propriu de temperatură, care determină o anumită culoare a blănii.

Norma de reacție are anumite limite pentru fiecare caracter. Cea mai îngustă normă de reacție este pentru caracterele, care determină capacitatea vitală a organismelor (de exemplu, localizarea reciprocă a organelor interne), iar pentru cele care joacă un rol mai puțin important – aceasta poate fi cu mult mai largă (masa corpului, statura, culoarea părului).

Pentru studierea variabilității anumitului caracter este alcătuită ***seria variațională*** (din latină *variatio* – schimbare) – succesiunea valorilor cantitative a unei anumite varian-



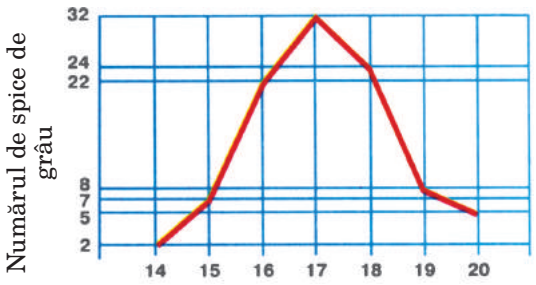
Des. 179. Culoarea blănii la iepuri de rasa Himalaya: pe partea dorsală au bărbierit porțiuni a corpului, pe care au pus gheața; sub influența temperaturilor scăzute pe ele a crescut blană întunecată, ci nu albă

Memorizăm: variabilitate neereditară, sau **modificativă**, (din latină *modus* – măsură, aspect şi *facio* – a face) variabilitate reprezintă o modificare a fenotipului, dobândită în timpul dezvoltării individuale a organismului, cauzată de influența condițiilor de mediului, şi care nu sunt asociate cu modificările genotipului.

Memorizăm: organismul viu este un sistem deschis, de aceea programul lui ereditar se realizează datorită interacțiunii genotipului cu condițiile mediului. Condițiile mediului de viață determină gradul de manifestare a caracterelor ereditare. Prin urmare, la indivizi cu aceleaşi genotipuri în condiții diferite pot să se formeze fenotipuri diferite.

Des. 180. Seria variațională a frunzelor de laurocireş

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 181. Curba variaţională a numărului de spiculeţe în spicul de grâu

te a caracterului ***(variantelor)***, aranjate în ordinea de creştere sau micşorare (des. 180). Lungimea seriei demonstrează amplitudinea variabilităţii modificative. El depinde de condiţiile mediului ambiant: cu cât aceste sunt mai stabile, cu atât mai îngustă este seria variaţională, şi invers.

Repartizarea variantelor poate fi demonstrată cu ajutorul graficului sub formă de ***curbă variaţională*** (des. 181). Aceasta este prezentarea grafică a variabilităţii caracterelor a anumitului caracter. Curba variaţională demonstrează limitele variabilităţii modificative şi frecvenţa întâlnirii anumitor variante. Cu ajutorul ei pot fi stabilite valoarea medie şi norma de reacţie a unor anumite caractere.

Examinaţi desenul 181 şi atrageţi atenţia: cel mai mare număr de variante revine părţii mijlocii a acestei serii, adică valorii medii a anumitului caracter. O astfel de repartizare se explică prin faptul, că valoarea minimă şi maximă a caracterului se manifestă atunci, când majoritatea factorilor ecologici acţionează într-o anumită direcţie: cel mai mult sau cel mai puţin favorabilă. Însă, de regulă, unii factori înlesnesc dezvoltarea caracterului, iar alţii, din contra, frânează. Anume de aceea gradul de dezvoltare a unui anumit caracter la majoritatea indivizilor populaţiei şi speciei este mediu. Astfel, majoritatea oamenilor au o statură mijlocie, şi numai putini dintre ei sunt giganţi sau pitici.

Pe scurt despre principalul

Variabilitatea este o proprietate universală a materiei vii. Se distinge variabilitate ereditară şi neereditară. Variabilitatea neereditară se numeşte „modificativă”. Fenotipul organismului se formează în urma interacţiunii genotipului organismului cu mediul de viaţă.

Variabilitatea modificativă se caracterizează prin anumite legităţi: modificaţiile sunt asemnănătoare pentru toate fiinţele genotipic egale; gradul de manifestare a modificărilor depinde în mod direct de intensitatea şi durata acţiunii a factorului ecologic asupra organismului; modificările pot să dispară pe parcursul vieţii individului, dacă încetează acţiunea factorului, care le-a provocat, dar unele modificări, îndeosebi cele, care au apărut la etapele timpurii ale dezvoltării individuale, pot să se păstreze pe parcursul întregii vieţi a individului; variabilitatea modificativă de obicei asigură adaptarea la condiţiile variabile ale mediului de viaţă.

Limitele variabilităţii modificative a caracterului sunt determinate de genotip şi se numesc „normă de reacţie”.

LUCRARE DE LABORATOR

Studierea variabilităţii la plante şi animale

Sarcină 1. *Examinarea variabilităţii la plante. Construirea seriei variaţionale şi curbei variaţionale*

Utilaj şi materialele: ierbar (grâu, orz, porumb etc.), seminţe de diferite specii (fasole, porumb, floarea soarelui etc.), frunze (stejar, arţar, tei etc.), riglă sau hârtie milimetrică, colecţii de insecte (de exemplu, de cărăbuş) sau de cochilii de moluşte, lupe.

Mersul lucrării:

1. Comparaţi câţiva indivizi (3–5) de o singură specie sau părţi ale lor (frunze de graminee, seminţe de fasole, tuberculi de cartofi etc.) după fenotip (aspectul exterior, dimensiunile etc.). Rezultatele cercetărilor le notaţi-le în caiete.

2. Găsiţi caractere unice pentru anumite specii la diferiţi reprezentanţi.

3. Găsiţi deosebiri în structura diferitor reprezentanţi ai unei specii, comparaţii cu indivizii de alte specii. Explicaţi cauzele, care au condiţionat aceste deosebiri.

4. Alegeţi nu mai puţin de 10 plante de o specie (sau părţi ale lor) după anumite caractere (de exemplu, numărul de ochi la tuberculii de cartofi, pete negre pe seminţele albe de fasole etc.).

5. Determinaţi numărul caracterelor alese la fiecare plantă şi înscrieţi datele obţinute în tabel, determinaţi cât de frecvent se întâlneşte fiecare valoare numerică ale acestor caractere, determinaţi valoarea medie a caracterelor.

6. Construiţi pe baza rezultatelor obţinute seria şi curba variaţională: pe axa absciselor indicaţi variantele, iar pe axa ordinatelor – frecvenţa manifestării a anumitor caractere numerice (cantitative). Caracterizaţi seria şi curba distribuţiei normale.

Sarcina 2. *Examinarea variabilităţii la animale. Construirea seriei şi curbei variaţionale*

1. Din materialul colecţiilor cu ajutorul profesorului selectaţi câte 25 de indivizi de femele şi masculi de cărăbuşi (sau cochilii de moluşte). La masculi antenele au şapte lamele mari, iar la femele – şase lamele mai mici. În afară de aceasta abdomenul masculilor au o prelungire mai lungă ca la femele.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

2. Determinați deosebirile culorilor corpului la indivizii aleşi. Explicați cauzele, care au adus la aceste deosebiri.

3. Măsurați lungimea corpului la femele, apoi la masculi. Rezultatele măsurătorilor efectuate înscrieți-le în caiete.

4. Construiți pe baza rezultatelor obținute seria şi curba variațională – aparte pentru femele şi pentru masculi: pe axa absciselor indicați variantele, iar pe axa ordinatelor – frecvența manifestării indicatorilor numerici (cantitativi) a anumitului caracter. Analizați seriile şi curbele variaționale construite ale distribuției normale. Analizați datele.

Termeni şi noțiuni-cheie:

variabilitatea modificativă, norma de reacție, seria variațională, curba variațională

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. De ce variabilitatea modificativă este considerată neereditară? 2. Care proprietăți sunt caracteristice pentru variabilitatea modificativă? 3. De ce majoritatea modificărilor au o însemnătate adaptivă? 4. Ce determină norma de reacție a organismelor? 5. Ce este seria variațională şi curba variațională? 6. Care este rolul genotipului şi condițiilor mediului ambiant pentru formarea fenotipului indivizilor? 7. Care este însemnătatea biologică a variabilității modificative?

Chibzuiți

De ce anume modificările, care au apărut la etapele timpurii ale dezvoltării individului, se păstrează pe parcursul întregii lor vieți?

§36. TIPURILE MUTAȚIILOR ŞI CAUZELE MUTAȚIILOR

Amintiți-vă, care seturi de cromozomi sunt numite „haploide”, „diploide” şi „poliploide”? Ce este conjugarea, reparația ADN-ului, codon de stop, autozomi, heterocromozomi, homo- şi heterozigote? Ce sunt proprietățile codului genetic? Ce cercetează sistematică?

În afară de variabilitatea neereditară (modificativă), care nu se moştenește, există şi o **variabilitate ereditară**, asociată cu modificările genotipului. Ea poate fi combinativă şi mutațională.

Variabilitatea combinativă este condiționată de apariția diferitor combinații ale genelor alele (*recombinații*):

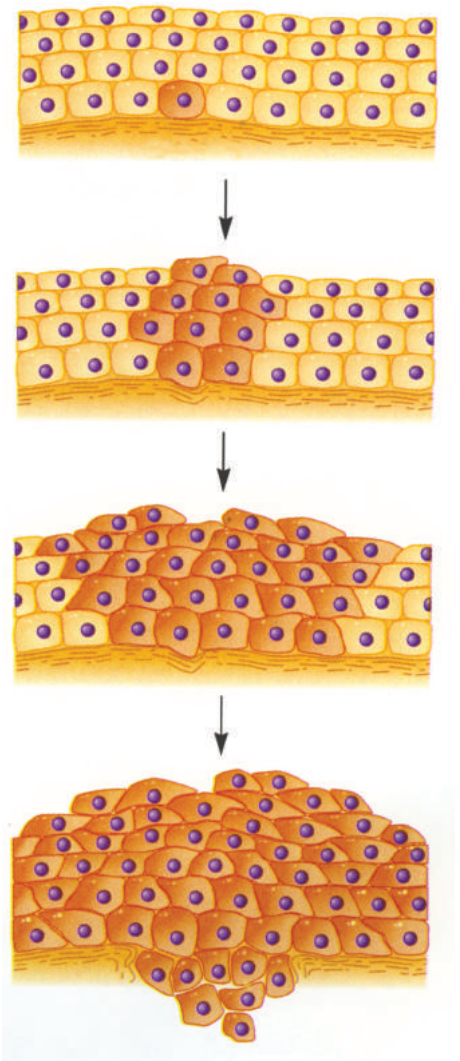
- în rezultatul crossing-overului în timpul conjugării cromozomilor omologi în profază şi disjuncției lor independente în anafaza primei diviziuni meiotice;
- combinării întâmplătoare a genelor alele la contopirea gameților în timpul fecundării.

Variabilitatea mutațională. *Mutațiile* (din latină *mutatio* – schimbare) sunt schimbări stabile ale materialului genetic, care apar spontan şi pot cauza modificări ale anumitor caractere ereditare ale organismelor. Noi deja am menționat, că bazele ***învățături despre mutații*** au fost puse de savantul olandez H. de Vries (vezi des. 146). Cercetările ulterioare au demonstrat, că predispunerea la mutații este o particularitate universală a tuturor ființelor vii.

Mutațiile pot apărea în orice celule ale organismului şi cauza diferite schimbări ale materialului genetic. Respectiv se schimbă şi fenotipul indivizilor. Mutațiile se împart în generative şi somatice. ***Mutațiile generative*** apar

E interesant să ştim

Mutațiile somatice pot duce la boli grave. De exemplu, mutațiile celulelor măduvei osoase roşii determină leucemie – reproducere malignă a leucocitelor atipice şi țesuturilor de alte tipuri – formarea tumorilor (des. 182).



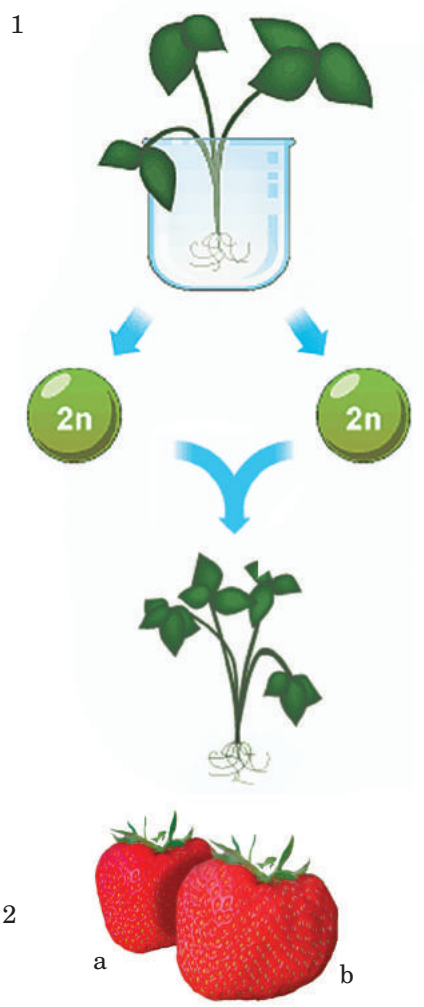
Des. 182. Formarea tumorilor în urma mutației celulei somatice (atrageți atenția la cauza ei – diviziunea celulară necontrolată)

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Memorizăm: variabilitatea combinativă determină apariția indivizilor cu diferite variante ale fenotipului.

E interesant să ştim

Poliploidia deseori contribuie la creşterea dimensiunilor organismelor, la accelerarea proceselor activității vitale şi la creşterea productivității (des. 183). Această metodă este adesea folosită în selecția plantelor în timpul obținerii soiurilor înalt productive (grâului moale, sfeclei de zahăr, căpşunilor etc.).



Des. 183. 1. Schema de formare a căpşunilor poliploide: datorită utilizării alcaloidului colchicinei sunt obținuți gameți cu un set diploid de cromozom. La contopirea lor se formează un zigot tetraploid (4 n), din care se dezvoltă planta. 2. Fructele de căpşuni diploide (2 n) (a) și poliploide (4 n) (b)

în celulele sexuale și pot fi moștenite în timpul înmulțirii sexuate. ***Mutațiile somatice*** au loc în celulele asexuale (somatice) și în timpul înmulțirii sexuale nu se transmit. Ele pot fi moștenite numai pe calea în cazul înmulțirii asexuate.

În dependență de caracterul influenței asupra activității vitale a organismelor se deosebesc mutații letale, subletale și neutre. ***Mutațiile letale***, manifestându-se în fenotip, duc la moartea individului înaintea începerii dezvoltării postembrionare sau dezvoltării capacității de a se înmulți.

Mutațiile subletale reduc viabilitatea, condiționând moartea a unei părți a indivizilor (de la 10 % până la 50 %). ***Mutațiile neutre*** (din latină *neutralis* – cel, care nu aparține nici unuia, nici altuia) în condiții obișnuite pentru existența organismelor nu influențează asupra activității lor vitale. În anumite cazuri, în deosebi la schimbarea condițiilor mediului ambiant, mutațiile neutre pot deveni ori utile ori dăunătoare.

În dependență de caracterul schimbării materialului genetic se disting mutații, asociate cu: mărirea sau micșorarea divizibilă a numărului seturilor de cromozomi; schimbarea numărului unor cromozomi omologi; schimbarea structurii unor cromozomi. Se disting și mutații punctiforme, cauzate de dereglarea succesiunii de localizare a nucleotidelor în moleculele acizilor nucleici.

Mărirea numărului garniturilor de cromozomi condiționează ***poliploidia*** (din greacă *poliploos* – multiplu și *eidos* – specie). Poliploidia mai des se observă la plante, mai rar – la animale (în principal la cele unicelulare, uneori la pluricelulare, care se înmulțesc vegetativ sau partenogenetic). Poliploidia poate apărea în rezultatul: dublării numărului de cromozomi, care nu este însoțită de următoarea diviziune a celulei; producerii gameților cu umărul neredus de cromozomi în urma dereglării procesului meiozei. Poliploidia, de asemenea, poate apărea și în rezultatul contopirii celulelor asexuate sau a nucleelor.

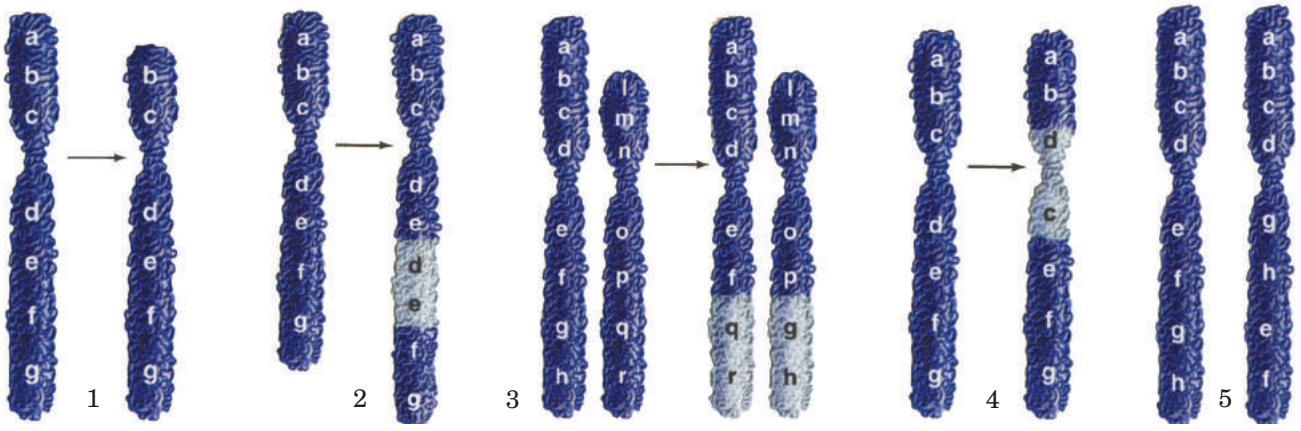
Mutațiile, care sunt însoțite ***de reducerea setului de cromozomi,*** au urmări diametral opuse. Formele haploide, în comparație cu cele diploide, sunt mai mici ca dimensiune; productivitatea și fecunditatea lor este redusă.

Mutațiile, care sunt legate de schimbarea numărului unor cromozomi omologi aparte, influențează în mod deosebit asupra fenotipului indivizilor mutanți. De exemplu, embrionul omului cu o garnitură de cromozomi cu 44 autozomi (**A**) + cromozomul **X** se dezvoltă în organismul feminin cu defecte considerabile (pliu aliform al pielii la gât, dereglări în structura oaselor, sistemul circulator și urogenital, nu se dezvoltă glandele sexuale). Embrionii cu o garnitură de cromozomi **44A+XXX** se dezvoltă în femei, care se deosebesc foarte puțin de cele normale.

Un tip deosebit de mutații, legate de schimbarea numărului unor anumiți cromozomi, reprezintă ***fuziunea*** sau ***împărțirea*** lor. Fuziunea cromozomilor constă în combinarea a doi cromozomi neomologi în unul singur. Uneori se observă împărțirea unui cromozom în doi.

Sunt cunoscute diferite tipuri de modificări ale structurii unor cromozomi aparte: pierderea porțiunii; inserția altei porțiuni al cromozomului omolog sau neomolog; întoarcerea porțiunii la 180° etc. Pentru asemenea mutații sunt caracteristice schimbări însemnate ale secvențelor nucleo-

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 184. 1. Pierderea unei porţiuni a cromozomului. 2. Inserţia unui fragment suplimentar în cromozomul omolog. 3. Mutaţiile, în urma cărora doi cromozomi neomologi se schimbă cu porţiuni identice. 4. Tipul de mutaţii, la care o porţiune a cromozomului, formată în urma a două rupturi se întoarce la 180° şi cu ajutorul enzimelor este din nou este adăugată în cromozom. 5. Deplasarea porţiunii în interiorul unui cromozom sau în alt cromozom. ***Temă:*** *Urmăriţi modificările, care se întâmplă cu cromozomii.*

tidelor de ADN, care cuprind porţiuni cu o lungime de la 1 mln de perechi de nucleoli şi mai mult.

În cazul **pierderii porţiunii** sale cromozomul devine mai scurt şi pierde anumite gene (fig. 184, 1). În rezultatul acestui fenomen în fenotipul organismelor heterozigote pot să se manifeste alele recesive, localizate în porţiunea altui cromozom omolog neschimbat. La om, în cazul pierderii umărului scurt al celui de-al cincilea cromozom, se observă ***sindromul „ţipătului de pisică”***. Plânsul copiilor mici este asemănător cu glasul unei pisici, pentru ei sunt caracteristice dimensiuni mici ale capului, dezvoltare lentă şi incapacitate mintală.

Pierderea porţiunii a celui de-al 21-lea cromozom la om provoacă o formă gravă a leucemiei.

În cromozom poate să se **incorporeze un fragment suplimentar**, care aparţinea cromozomului omolog sau neomolog (des. 184.2).

Cum pierderea unei porţiuni, aşa şi dublarea anumitor fragmente ale cromozomilor pot fi cauzate de dereglarea procesului de conjugare a cromozomului omologi în timpul meiozei şi apar în rezultatul ruperilor cromozomilor.

Mutaţiile, în urma cărora **doi cromozomii neomologi fac schimb de porţiuni** (des. 184.3), pot cauza incapacitatea de a se înmulţi pe cale sexuată.

Uneori **porţiunea cromozomului, formată în rezultatul a două ruperi, se întoarce la 180° şi cu ajutorul fermenţilor din nou se adaugă în cromozom** (des. 184.4). În rezultat numărul genelor cromozomului poate rămâne neschimbat. Însă se schimbă succesiunea genelor. De aceea rezultat al acestor mutaţii poate fi sterilitatea organismelor.

Deplasarea porţiunii în limitele unui cromozom sau în alt cromozom modifică ordinea nucleotidelor (des. 184.5). De exemplu, la drosofilă una din gene ale cromozomului X este capabil să se deplaseze în autozom.

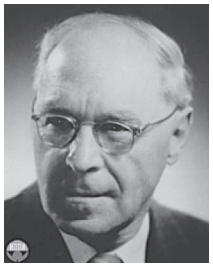
Mutaţiile punctiforme reprezintă schimbări stabile ale unor succesiuni de nucleotide în moleculele acizilor nucleici. Acest tip de mutaţii este cel mai răspândit, poate atinge orice caractere ale organismului şi timp nelimitat să se transmită din generaţie în generaţie. Mutaţiile punctate deseori apar în

Memorizăm: probabilitatea, că mutaţia, care a apărut, va fi utilă, este foarte mică. De aceea este important de protejat informaţia ereditară a organismelor de acţiunea factorilor, capabili să provoace mutaţii.

E interesant să ştim

La bărbaţi pot apărea un cromozom (**XXY, XYY**), doi (**XXXY, XYYY, XX YY**) sau trei (**XXXXY, XXXYY**) cromozomi sexuali suplimentari. Cel mai des se întâlneşte varianta **XXY**. Frecvenţa apariţiei băieţilor cu această mutaţie constituie 1 la 500–700 de noi născuţi. Pentru bărbaţii cu acest sindrom sunt caracteristice statura înaltă, degete lungi, corp relativ scurt, sterilitatea, predispunerea la obezitate, slăbiciune, retard mintal redus. Apariţia celui de-al 8-lea cromozom suplimentar, de asemenea duce la dereglări, dar nu chiar atât de grave (strabism, degete scurte, dimensiuni mai mari ale urechilor, nasului, tulburări mintale neînsemnate etc.). Apariţia celui de-al 21-lea cromozom suplimentar provoacă sindromul Dawn.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 185. ***Herman Josef Muller*** *(1890–1967) este un genetician american renumit. Împreună cu T. H. Morgan a participat la elaborarea teoriei cromozomiale a eredității. Laureat al Premiului Nobel (1946)*

rezultatul erorilor în procesul dublării moleculelor de ADN sau a reînnoirii lor (reparației).

Care mutații sunt numite „spontane”? La ființele vii apar permanent mutații ***spontane*** (din latină *spontaneus* – spontan), de exemplu, erori în urma realizării codului genetic. Ele pot, de asemenea, apărea în urma deplasării fragmentelor dintr-o porțiune a molecule de ADN în alta, la acțiunea fondului natural de radiație, razelor cosmice, care ajung la suprafața Pământului.

E interesant să știm

Frecvența mutațiilor spontane depinde de vârsta celulelor şi a organismelor în general. Astfel, odată cu creşterea vârstei mamei creste şi frecvența mutațiilor, legate de disjuncția cromozomilor omologi în timpul meiozei. De aceea frecvența naşterii copiilor cu sindromul Dawn creste de la 0,1 % la femeile cu vârsta de 30 de ani până la 2 % la femeile cu vârstă de 45 de ani. Probabilitatea generală a apariției unor diverse mutații spontane la copii, născuți de mame la vârstă de peste 42 de ani, constituie circa 30 %. Asupra frecvenței mutațiilor spontane influențează şi vârsta tatei. Astfel, la bărbații de 40 de ani numărul urmaşilor de statură pitică, cu membrele scurte, nasul în şa creste de zece ori în comparație cu urmaşii taților în vârstă de douăzeci de ani.

Memorizăm: o urmare comună a mutațiilor, legate de modificarea structurii cromozomilor, pot fi tulburările meiozei, în special conjugarea cromozomilor omologi. De exemplu, cromozomii omologi nu se îndepărtează după conjugare şi nimeresc numai la o parte a gameților produşi. Astfel apar celule sexuale, cu un număr modificat de cromozomi.

Memorizăm: în condiții normale mutațiile unor alele aparte au loc destul de rar. Dar, deoarece numărul de gene ale organismului este destul de mare, şi numărul de mutații de asemenea este considerabil. De exemplu, la drozofilă aproximativ 5 % de gameți conțin anumite mutații.

Memorizăm: mutageni chimici sunt drogurile, influență dăunătoare a cărora se manifestă nu numai la omul, care le consumă. Mutațiile, provocate de droguri, pot să se transmită la urmaşi şi să provoace la ei boli şi maladii ereditare.

Memorizăm: doza factorului mutagen reprezintă produsul duratei şi intensității lui.

Ce reprezintă factorii mutageni? Timp îndelungat cauzele mutațiilor rămâneau neclarificate. Numai în anul 1927 geneticianul american H. J. Muller (des. 185), iradiind cu razele X drosofilele, a provocat la ele diferite mutații. Factorii, capabili să mărească frecvența mutațiilor, sunt numiți ***mutageni*** (din latină *mutatio* – schimbare și din gr. genesis – origine). Mutațiile, cauzate de factorii mutageni, sunt numite *induse (*din latină *inductio* – motiv).

După origine se disting factorii mutageni (prescurtat – ***mutageni***) fizici, chimici și biologici. Printre **mutagenii fizici** cea mai importantă este radiația ionizantă, în special razele X. Trecând prin materia vie, razele X provoacă pierderea electronilor de către învelișurile externe a atomilor sau moleculelor, în rezultat aceste particule capătă o sarcină pozitivă. Iar electronii pierduți cauzează transformări chimice necontrolate ale diferitor compuși din organismele vii. De mutageni fizici de asemenea țin și razele ultraviolete, temperatura înaltă etc. Acțiunea lor provoacă în primul rând la apariția mutațiilor genice, mai rar – celor cromozomiale.

Mutagenii chimici au fost descoperiți mai târziu decât cei fizici. O mare contribuție la studierea lor a adus școala genetică ucraineană, condusă de academicianul S. M. Gherșenzon (vezi des. 102). Cercetătorii în fiecare an descoperă noi mutageni chimici (în special, coloranții acridinici, acidul nitritic, peroxidul de hidrogen, formaldehida (metanalul), diferite preparate medicale etc.).

Din ***mutageni biologici*** fac parte virusurile și toxinele produse de unele bacterii. În celulele afectate de virusuri mutațiile au loc mai des decât în cele sănătoase.

Există oare mecanisme biologice de protecție de mutații? Organismele vii sunt capabile să-și apere materialul său genetic de mutații. *Amintiți-vă*: majoritatea aminoacizilor sunt codificați nu de unul, ci de câteva triplete, iar o parte a genelor se repetă de multe ori în genomul organismelor.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

În celule există sisteme speciale (*sisteme de reparaţie*) de corectare a erorilor, care apar în timpul dublării moleculelor de ADN şi schimbării lor sub influenta mutagenilor (amintiţivă, cum decurge reparaţia moleculei de ADN). Nivelul general al erorilor, care rămâne după reparaţii, este neînsemnat: mai puţin de o înlocuire a nucleotidelor, care revine genomului celulei eucariote la o singură dublare a ADN-ului.

Care sunt proprietăţile generale ale mutaţiilor? Capacitatea de a schimba informaţia genetică în procesul dezvoltării istorice este o proprietate universală a materiei vii. Mutaţiile apar spontan. Schimbările cauzate de mutaţii pot fi moştenite. Mutaţii identice pot să apară nu o singură dată şi independent de altele. Spre deosebire de modificaţii, mutaţiile sunt neorientate, deci ele pot fi dăunătoare, neutre sau folositoare.

Factorii, care provoacă mutaţiile (mutagenii), sunt universali, adică capabili să cauzeze schimbări în materialul ereditar în organismele tuturor speciilor. Unul şi acelaşi factor, care acţionează cu aceiaşi intensitate asupra organismelor identice din punct de vedere genetic (de exemplu, la gemenii monozigoţi), poate cauza la aceste organisme mutaţii. Totodată mutageni de diferită natură pot provoca la organismele de specii neînrudite schimbări ereditare asemănătoare.

Spre deosebire de modificaţii gradul manifestării al schimbărilor în fenotip nu depinde de intensitatea şi durata acţiunii factorului mutagen: mutagenul slab, care acţionează o perioadă scurtă de timp, uneori este capabil să cauzeze schimbări considerabile în fenotip, spre deosebire de un mutagen puternic. Odată cu creşterea intensităţii acţiunii factorului mutagen până la o anumită limită, frecvenţa apariţiei mutaţiilor se măreşte.

Pentru factorii mutageni, nu există o limită inferioară a intensităţii acţiunii (pragul inferior al acţiunii), sub care nu sunt capabili să influenţeze materialul ereditar. Această proprietate indică faptul că purtătorii eredităţii organismelor trebuie să fie protejaţi de toţi mutagenii, indiferent de puterea şi durata acţiunii lor.

Care este însemnătatea mutaţiilor în natură şi în viaţa omului? Mutaţiile reprezintă una din principalele surse ale variabilităţii ereditare – unul din factorii evoluţiei. Datorită lor apar noi alele ale anumitor gene (ele se numesc *mutante*). Toată diversitatea formelor actuale şi dispărute ale fiinţelor vii se datorează anume mutaţiilor.

Urmările generale ale variabilităţii mutaţionale este dereglarea programului ereditar al celulelor şi organismului în întregime. Majoritatea mutaţiilor sunt dăunătoare pentru fiinţele vii, deoarece ele, manifestându-se în fenotip, reduc adaptarea organismelor la condiţiile mediului ambiant. Totodată mutaţiile neutre pot fi şi utile în anumite condiţii ale mediului ambiant.

Mutaţiile cauzate artificial sporesc diversitatea materialului iniţial în rezultatul selecţiei plantelor şi microorganismelor, de ce şi depinde eficienta ei. În special, multe din plantele de cultură sunt poliploide în comparaţie cu speciile iniţiale (grâul moale, căpşuna de grădină, unele soiuri de sfeclă de zahăr etc.).

E interesant să ştim

Diferite specii de organisme vii şi chiar diferiţi indivizi de aceeaşi specie se caracterizează printr-o sensibilitate diferită la acţiunea factorilor mutageni. Astfel, indivizii adulţi a unor grupe de artropode (scorpioni, diplopode, des. 186) sunt capabile să reziste doze mari de radiaţii: 100 000 de razi[1]. Pentru a ucide celulele unor bacteriene este necesară doza de aproximativ 1 000 000 de razi. Pentru om doză letală este de 700 razi şi mai mare.

[1] Principala unitate fizică, care constituie gradul de expunere la radiaţii este doza absorbită de adiaţie. Unitatea de măsură a dozei obţinute absorbite în sistemul CI este **Ggray (Gy)**. 1 Gy reprezintă o doză de radiaţii ionizante absorbite, la care substanţei cu masa de 1 kg se transmite energia radiaţiei ionizante de orice natură în cantitate de 1 J (1 Gy = 1J / kg). Unitatea nesistematică a dozei absorbite este radul: 1 Gy = 100 razi.

Des. 186. Animalele cu sensibilitate redusă la acţiunea radiaţiilor ionizante: 1 – scorpionul; 2 – diplopodul

Pe scurt despre principalul

Variabilitatea genetică, care a apărut în urma unor noi combinaţii de alele ale genelor (recombinaţiilor), a fost numită „combinativă”. Drept sursa pentru ea servesc combinările întâmplătoare a genelor alele în timpul contopirii gameţilor, crossing-overul şi disjuncţia independentă a cromozomilor omologi în diferite celule fiice în timpul meiozei.

Variabilitatea mutaţională este cauzată de mutaţii – modificări stabile al materialului ereditar a organismelor, care apar spontan şi pot provoca anumite modificări ale caracterelor ereditare ale organismului.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Mutațiile sunt asociate: cu creşterea sau reducerea divizibilă a numărului de seturi de cromozomi; cu modificarea numărului unor cromozomi omologi; cu modificarea structurii unor cromozomi; mutaţile punctiforme sunt cauzate modificarea succesiunii nucleotidelor în molecule acizilor nucleici.

Mutațiile sunt spontane şi induse. Mutaţiile spontane apar fără cauze externe semnificative: ca erori a realizării codului genetic, ca urmare a unor deplasări a fragmentelor dintr-o porţiune a moleculei de ADN în alta, acţiunea fondului naturale de radiaţie, razelor cosmice, ce ajung la suprafaţa Pământului etc. mutaţiile induse rezultă la acţiunea factorilor mutageni, care după natura lor pot fi fizici, chimici şi biologici (acţiunea virusurilor asupra celulei gazdă).

Variabilitatea mutaţională este un factor al dezvoltării naturii vii, care este însoţită de schimbări în genotipul organismelor, genofondul populaţiilor, formarea adaptărilor, apariţia speciilor noi.

E interesant să ştim

Componentele fumului de tutun, alcoolul şi altele substanţe toxice sunt mutageni puternici. În special, fumatul tutunului, consumarea drogurilor, alcoolului şi anumitor medicamente de către viitoarea mamă, care nu au trecut un control special, pot provoca dereglări ale dezvoltării normale a embrionului. Ca urmare, se naşte un copil cu boli ereditare sau defecte de dezvoltare. În tinereţe şi la o vârstă matură aceste deprinderi dăunătoare pot duce la cancer în urma acţiunii mutagenilor asupra aparatului mitotic al celulelor. Prin urmare, oamenii care duc un mod incorect de viaţă, îşi scurtează viaţa sa. Printre factorii, care prelungesc durata vieţii, sunt practicarea regulată a sportului, nutriţia raţională, evitarea situaţiilor de stres, renunţarea de deprinderi dăunătoare etc.

Chibzuiţi: de ce mutagenii nu sunt aplicaţi în selecţia plantelor.

Mutaţiile sunt utilizate în ***metodele genetice de combatere a organismelor-dăunătoare***. Pentru aceasta în condiţii de laborator asupra masculilor speciei dăunătoare pentru om se acţionează cu mutageni (de exemplu, cu raze), care cauzează sterilitatea. Apoi acestora li se dă drumul în natură, unde ei se împerechează cu femele din populaţiile naturale. Ouăle depuse de aceste femele nu sunt viabile.

Termeni şi noţiuni-cheie:

variabilitatea combinativă, mutaţiile, poliploidia, mutageni, mutaţii spontane.

Verificaţi-vă cunoştinţele obţinute

1. 1. Care sunt cauzele variabilităţii combinative? 2. Ce tipuri de mutaţii vă sunt cunoscute? 3. Care din mutaţii, legate de schimbările structurii cromozomilor, pot într-o măsură mai mare să influenţeze asupra fenotipului organismelor? 4. De ce sunt cauzate mutaţiile punctiforme? 5. Care sunt cauzele mutaţiilor? 6. Care factori aparţin la mutageni? 7. Care este rolul biologic al mutaţiilor? 8. Care mutaţii sunt numite spontane? 9. Care sunt mecanismele protecţiei de mutaţii? 10. Ce proprietăţi posedă variabilitatea mutaţională?

Chibzuiţi

1. De ce mutaţiile, legate de reducerea divizibilă a setului de cromozomi, au o influenţă mult mai negativă asupra viabilităţii organismelor, comparativ cu cele, care provoacă mărirea divizibilă a numărului de cromozomi? 2. Ce este comun şi prin ce se deosebesc variabilitatea mutaţională şi modificativă?

§37. BOLILE EREDITARE ALE OMULUI. CONSULTAREA GENETICĂ

Amintiţi-vă, ce este genomul, populaţiile, homozigotul şi heterozigotul? Ce afirmă legea segregării independente? Cum pot să interacţioneze genele alele şi nealele între ele? Ce este acţiunea multiplă a genelor? De ce este cauzată variabilitatea citoplasmatică? Care sunt particularităţile de structură şi funcţionare al sistemului imun? Ce grupe de mutageni există?

Genetica omului este un compartiment al geneticii, care studiază particularităţile organizării şi funcţionării genomului omului, legităţile eredităţii şi variabilităţii lui. Ca şi orice ştiinţă, genetica omului are metodele sale specifice de studiu. Însă legităţile eredităţii şi variabilităţii omului, spre deosebire de ale altor organisme, este interzis de le studiat prin metode, legate de intervenţia în materialul lui ereditar (de

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

exemplu, cu ajutorul ingineriei genetice, când anumite gene sunt eliminate sau înlocuite). De aceea în genetica omului se aplică numai metodele gemenilor, genealogică, populaţional-statistică, citogenetică şi molecular-genetice (*amintiţi-vă*, pe ce se bazează aceste metode de studiu).

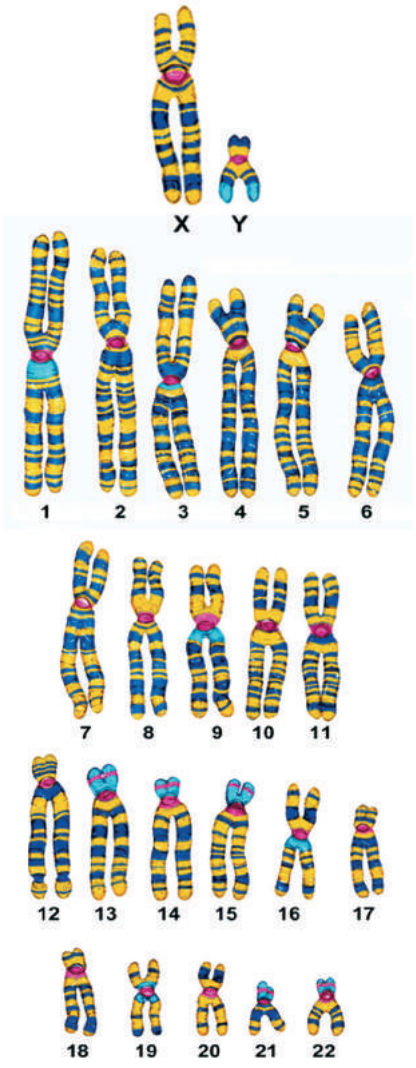
Care sisteme de căsătorie îi sunt caracteristice omului? La orice organisme de o anumită specie există diferite sisteme de încrucişare: consangvine şi neconsangvine. ***Încrucişarea consangvină*** are loc între indivizii, care au strămoşi comuni cel puţin în şase generaţii precedente. ***Încrucişare neconsangvină*** se consideră încrucişarea între indivizi, care n-au avut strămoşi comuni în pe parcurs de şase generaţii precedente.

La oameni, respectiv, se disting căsătorii consangvine şi neconsangvine. Căsătoriile consangvine sunt interzise în multe tari. Astfel la catolici trebuie să dispui de un permis special de la biserică pentru căsătoria verişorului şi verişoarei de-a doilea.

Una din urmările căsătoriilor consangvine este sporirea frecvenţei printre urmaşi a homozigoţilor după o anumită alelă. În acest caz alelele (printre care pot fi letale şi subletale) pot trece în starea homozigotă şi să se manifeste în fenotipul urmaşilor.

Pericolul naşterii copilului cu anumite boli ereditare sau cu defecte genetice sporeşte odată cu creşterea gradului de rudenie a indivizilor, care s-au căsătorit. De obicei în urma căsătoriilor consangvine creşte probabilitatea treceri în stare homozigotă şi a alelelor utile, însă trebuie, în primul rând, de evitat apariţia anomaliilor posibile. De exemplu, dacă ambii părinţi sunt fenotipic sănătoşi, dar heterozigoţi după alelele, care determină surditatea, copiii lor pot să se nască surzi (*temă*: cu ajutorul grilei lui Punnett calculaţi probabilitatea naşterii copiilor surzi în o astfel de familie). Circa 20 % de albinoşi sunt urmaşi de la căsătoriile consangvine. Sunt cunoscute câteva alele recesive letale, capabile în stare homozigotă să cauzeze moartea prematură.

Totodată ***căsătoriile neconsangvine*** deseori sunt însoţite de ridicarea heterozigoţiei. La urmaşii de la căsătoriile neconsangvine alelele recesive, capabile în stare homozigotă să cauzeze anumite boli sau defecte ereditare, deseori trec în stare heterozigotă şi nu se manifestă în fenotip.



Des. 187. Cariotipul omului (găsiţi cromozomii sexuali, determinaţi sexul omului după cariotipul dat)

Tabelul 6

Variantele dominante şi recesive ale caracterelor omului

Variante dominante	Variante recesive
Ochi căprui	Ochi albaştri
Ochi verzi	Ochi albaştri
Gene lungi	Gene scurte
Păr întunecat	Păr deschis
Ochi de tip mongoloid	Ochi de tip european
Prezenţa restului pleoapei a treia	Lipsa restului pleoapei a treia

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Continuarea tabelului 6

Variante dominante	Variante recesive
Miopie	Vedere normală
Lobul urechii liber	Lobul urechii concrescut
Buze groase	Buze subțiri
Față rotundă	Față lunguiață
Factorul Rhesus pozitiv	Factorul Rhesus negativ
Degete scurte	Degete normale
Pigmentație normală	Albinism
Atrofia progresivă a nervului optic	Stare normală

Care sunt particularitățile organizării genomului omului? Cariotipul omului este compus din 22 de cromozomi nesexuali (autozomi) şi din doi sexuali (XX-la femei și XY-la bărbați) (des. 187). El conține 24 grupe de înlănţuire (22 autozomi, cromozomii X şi Y, care au diferite seturi de gene). Cercetările genomului au demonstrat un grad înalt de asemănare al succesiunilor nucleotidelor ADN-ului, care constituie la diferiți oameni 99,5 %. Astfel, numai 0,5 % ale genomului condiționează diversitatea fenotipurilor. Diversitatea genomurilor la om este mărită şi de mutații.

Care tipuri de moștenire a caracterelor sunt cunoscute pentru om? Tipul de moștenire, legat de genele cromozomilor nesexuali se numește ***autozomal***. Dacă o anumită stare a caracterului este determinat de alela dominantă, un astfel tip de moștenire se numește *autozomal dominant*, dacă de alela recesivă – *autozomal recesivă*. Atrageți atenția la tabelul 6, în care sunt propuse variantele dominante și recesive ale anumitor caractere a omului.

Există şi ***ereditate, înlănțuită cu sexul***. Dacă o anumită genă este localizată numai în cromozomul Y, avem de a face cu *ereditate Y-linkată***.** Caracterul, determinat de această genă, este transmis pe linia masculină.

Tabelul 7

Unele variante ale caracterelor omului, înlănțuit cu sexul

Variantele caracterului	Tipul de moştenire
Hipertricoza urechilor	**Y-**linkat
Membrane între degetele picioarelor	**Y-**linkat
Hemofilia (incapacitatea sângelui de a se coagula)	**X-**linkat recesiv
Daltonismul (incapacitatea de a deosebi culorile roşie şi verde)	**X-**linkat recesiv
Distrofia progresivă a muşchilor	**X-**linkat recesiv
Rahitism rezistent la vitamina D	**X-**linkat dominant

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Genele, localizate numai în cromozomul X, determină *ereditatea X-linkată*. Ea poate fi X-linkată recesivă şi X-linkată dominată. În cazul *eredităţii X-linkate recesive* varianta respectivă a caracterului se manifestă în principal la bărbaţi *(amintiţi-vă* de ce*)*. *Ereditate X-linkată dominant*ă se caracterizează prin faptul, că varianta respectivă a caracterului se poate manifesta cum la bărbaţi, aşa şi la femei. Taţii vor transmite genele alele respective numai fiicelor şi niciodată fiilor. Unele variante ale caracterelor omului, care sunt moştenite înlănţuit cu sexul, sunt prezentate în tabelul 7.

Genetica medicală este ştiinţa despre bolile şi defectele ereditare ale omului. Ea elaborează metodele diagnosticării bolilor ereditare, profilaxiei şi tratării lor. Genetica medicală contemporană în primul rând se orientează la profilaxia bolilor ereditare, în special la prevenirea naşterii copiilor cu anumite boli sau defecte ereditare.

Conform datelor Organizaţiei Mondiale a Sănătăţii, 5 din 100 de nou-născuţi suferă anumite boli ereditare grave, încă 5 au defecte genetice, iar alţii 2 se nasc morţi în urma acestor dereglări. Aceşti indici cresc pe an ce trece în rezultatul poluării mediului ambiant cu diferiţi mutageni. În prezent sunt cunoscute peste 4000 de boli ereditare şi boli cu predispoziţie ereditară, pe când în anul 1958 ele erau nu mai mult de 500.

Bolile ereditare pot avea diferite manifestări:

- dereglarea structurii organismului, de exemplu gura de lup (apariţia despicăturii, care uneşte cavitatea nazală şi bucală în rezultatul apariţiei fisurii buzei superioare, maxilarului şi bolţii palatine); buza de iepure (apariţia fisurii buzei superioare); polidactilia (des. 188) sau concreşterea degetelor etc.;
- dereglarea funcţiilor fiziologice, de exemplu hemofilia şi daltonismul;
- dereglarea proceselor schimbului de substanţe, în special diabetul zaharat, fenilcetonuria şi altele.

Unele din bolile ereditare, de exemplu boala Dawn, se manifestă imediat după naştere. Altele, cum ar fi coreea Huntington (afectarea celulelor ganglionilor nervoşi, care este însoţită de mişcări involuntare şi cu progresie treptată a demenţei etc.), se manifestă numai la o anumită vârstă.

Anumite boli ereditate şi defectele genetice sunt cauzate de modificarea numărului sau structurii cromozomilor (astfel ca apariţia cromozomilor suplimentari ai perechilor 13, 18 sau 21). În primul caz (sindromul Patau) se observă deformarea pavilionului urechii, afectarea pielii capului, gura de lup, hexadactilia, disfuncţia cerebelului, defecte cardiace, surditate, retard psihic şi altele. În al doilea caz (sindromul Edwards) – deformarea pavilionului urechii, scurtarea degetul mare al piciorului, disfuncţia cerebelului, defecte cardiace, o formă gravă de retard mintal, o îmbolnăvire frecventă.

Ce reprezintă consultaţiile medico-genetice? Un rol important în profilaxia bolilor ereditare revine ***consultaţiilor medico-genetice.*** La consultaţiile medico-genetice lucrează specialişti în diferite domenii – geneticieni, biochimişti, citologi, imunologii, medici etc. Cu ajutorul diferitelor metode ei identifică pe purtătorii alelelor, care condiţionează apari-

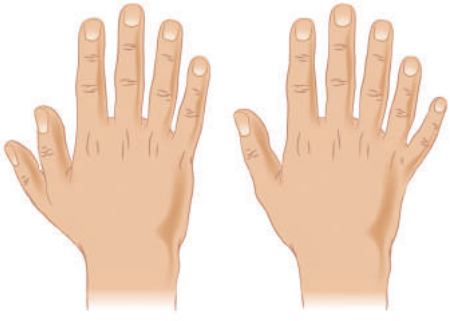
E interesant să ştim

Unul dintre proiectele biologice internaţionale de la sfârşitul sec. al XX-lea şi începutul sec. XXI a fost descifrarea genomului uman. Savanţii au determinat secvenţele de nucleotide şi au creat hărţi genetice, în care au fost introduse aproximativ 15 mii de gene structurale. Cercetătorii au apreciat genomul uman la 3,2 mld. de perechi de nucleotide. Se crede, că numărul de gene, care codifică proteine nu depăşeşte 21 de mii, iar cele care conţin informaţie despre diferite molecule de ARN – mai mult de 4 mii. Pentru 12,5 mii de gene s-au stabilit caracterele, pe care le codifică. Lungimea totală a porţiunilor codificatoare constituie aproximativ 34 de milioane de perechi de nucleotide, ceea ce reprezintă doar 1,2 % din genom.

Molecula inelară a ADN-ului mitocondrial uman este formată din 16 569 de perechi de nucleotide şi conţine numai 37 gene, dintre care 13 codifică proteine mitocondriale, 2 – ARNr şi 22 ARNt.

Genomul uman se caracterizează prin exoni relativ scurţi, separaţi de introni alungiţi (aproximativ 34 % din cantitatea totală de ADN).

Memorizăm: condiţiile de viaţă pot atât reduce, cât şi spori apariţia în fenotip a anumitor defecte şi boli.



Des. 188. Polidactilia (apariţia a celui de-al 6-lea deget, mai rar celui de-al 7-lea deget la toate sau la unele membre)

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

E interesant să ştim

O parte (5–20 %) de boli oncologice este condiționată de predispoziția ereditară la ele. ***Bolile oncologice*** (din greacă *oncos* – tumoare şi *logos* – învățătură, ştiință) sunt cauzate de apariția în orga-nism a celulelor somatice cu proprietăți modificate. Ele posedă o capacitate de a se diviza necontrolat, de a distruge celulele vecine, de a se deplasa prin organism cu formarea metastazelor (colonii în alte organe şi țesuturi). Conform datelor Ministerului Ecologiei şi Resurselor Naturale al Ucrainei, în prezent fiecare al 50-lea locuitor din țara noastră (2 % din populație) suferă de boli oncologice. În special, radionuclizii, formați în rezultatul avariei de la Cernobyl, au mărit considerabil numărul cazurilor canceului glandei tiroide, sistemului limfatic şi circulator.

Memorizăm: scopul genoterapiei constă în corectarea sau distrugerea informației ereditare, care cauzează boala.

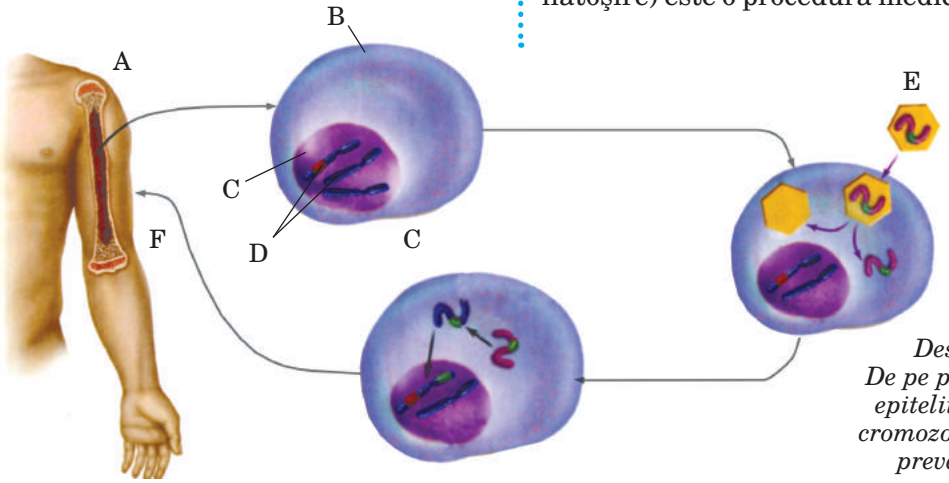
ția bolilor ereditare la urmași. Când probabilitatea apariției urmașilor cu defecte ereditare serioase este mare, atunci viitorilor părinți li se propune să se rețină de la naşterea copilului. Aceasta, în primul rând, este orientată nu numai la prevenirea naşterilor copiilor cu anumite defecte genetice, dar şi la prevenirea transmiterii în continuare a alelelor mutante generațiilor viitoare. Cu ajutorul diferitelor metode este determinată predispoziția omului la anumită boală ereditară şi pronosticată probabilitatea manifestării ei în viitorul fenotip.

Sunt elaborate diferite teste, care oferă posibilitatea să apreciate alelele defectate, ce răspund pentru bolile şi defectele ereditare, nu numai la viitorii părinți, dar şi la embrioni. Acum testarea pentru aprecierea prezentei multor boli ereditate în unele țări este obligatorie. În special, se recomandă să se limiteze sau să se excludă din rația alimentară produsele, care conțin substanțe, metabolismul cărora este încălcat. De exemplu, în cazul galactozemiei (absența producției de către organism a enzimei, care asigură asimilarea glucidei laptelui – galactozei) copilul bolnav este hrănit cu produse lactate, care nu conțin galactoză, prevenind încălcarea dezvoltării psihice. În alte cazuri, dimpotrivă, se adaugă anumite substanțe biologic active, care se conțin în cantități insuficiente. De exemplu, în cazul diabetului zaharat bolnavilor periodic li se injectează insulina, care asigură reducerea nivelului de glucoză în sânge.

Deoarece alelele dominante mutante sau bolile cromozomiale se manifestă în fenotip, diagnosticarea lor nu este chiar atât de complicată, spre deosebire de alelele recesive mutante, care în stare heterozigotă nu manifestă. Dar cu ajutorul analizei sângelui pot fi identificați oamenii heterozigoți după alelele recesive ale anemiei falciforme (*amintiți-vă*, ce reprezintă această boală). Afară de aceasta, dacă se căsătoresc indivizi heterozigoți după o anumită genă mutantă, alelele recesive la urmași pot trece în stare homozigotă şi să se manifeste în genotip. Probabilitatea naşterii copiilor bolnavi la părinții heterozigoți este de 25 %.

O direcție prioritară a medicinii genetice este terapia genică.

Terapia genică (din greacă *terapeia* – tratare, însănătoşire) este o procedură medicală, în timpul căreia se separă



Des. 189. Metoda genoterapiei. De pe pielea mâinii (A) se obține celula epitelii (B). în nucleul ei (C) se conțin cromozomi (D). Genele normale (E) sunt prevăzute pentru a fi introduse în cromozomi. F. Introducerea celulelor cu gene normale în organismul omului

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

anumite tipuri de celule a bolnavului (sângelui, epitelii pielii sau a intestinului etc.), se înlocuiesc genele alele defectate cu cele normale, apoi se introduc în organism. Datorită acestui fapt în organismul omului bolnav se sintetizează proteinele, care până la aceasta lipseau (des. 189). Genele normale sunt separate din organismul omului sănătos cu ajutorul metodelor ingineriei genetice sunt obținute nenumărate copii ale lor. Până la 80 % din elaborările actuale în domeniul genoterapiei sunt utilizate pentru combaterea bolilor oncologice.

În cazul unor boli oncologice şi infecțioase prin metodele genoterapiei poate fi inhibată activitatea genelor, ce nu este caracteristică pentru celula normală, sau intensificată (de exemplu, pentru accelerarea sintetizării hemoglobinei la bolnavii de anemie falciformă). Încă un domeniu de aplicare a genoterapiei este modificarea genetică a celulelor, orientate la intensificarea reacțiilor imunitare.

În genere până la 80 % din elaborările actuale în domeniul genoterapiei sunt legate de bolile oncologice ale omului. Introducerea „genelor-anticancer" duce la pierirea celulelor cancerigene. Un loc aparte în elaborările genoterapiei ocupă metodele de combatere a SIDA. În special, savanții creează celule modificate genetic, capabile să producă anticorpi împotriva HIV.

Diagnostica moleculară a bolilor ereditare este o direcție a genoterapiei, care se bazează pe metodele de determinare a alelelor, care condiționează unele sau altele boli ereditare sau a predispoziției la ele (boala Alzheimer, cancerul glandelor mamare, diabetul zaharat, ateroscleroza etc.). Diagnosticarea la timp dă posibilitate să fie începută profilactica şi tratarea până la apariția primelor simptome ale unor asemenea maladii.

Pe scurt despre principalul

Particularitățile de organizare şi funcționare a genomului uman, legitățile eredității şi variabilității lui sunt cercetate de genetica omului. Un compartiment ale ei – genetica medicală – cercetează bolile ereditare şi viciile umane. Ea elaborează metode pentru diagnosticarea bolilor ereditare, profilaxia şi tratamentul acestora.

Genetica medicală modernă se orientează în principal la prevenirea bolilor ereditare, în special evitarea naşterii copiilor cu anumite boli sau defecte ereditare. Un rol important în prevenirea bolilor ereditare îl joacă consultația medico-genetică.

Termeni şi noțiuni-cheie:

consultația medico-genetică, terapia genică, diagnosticarea moleculară a bolilor ereditare.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Prin ce se caracterizează genomul omului? De care factori depinde formarea fenotipului omului? 2. Ce sunt sarcinile geneticii medicale? 3. Care sunt cauzele bolilor şi defectelor ereditare la om? 4. Sub ce forme pot să se manifeste bolile şi defectele ereditare la om? 5. Care metode de cercetări sunt aplicate în genetica medicală? 6. Ce este consultația medico-genetică şi care sunt sarcinile ei? 9. Ce sisteme de căsătorii există la om şi care sunt urmările lor genetice?

Chibzuiți

De ce intervenția în materialul ereditar al omului poate avea urmări negative? Care probleme cu caracter etic apar în timpul consultărilor medico-genetice?

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Test de consolidare

Alegeți din răspunsurile propuse cel corect

1. Numiți familia savantului, care a propus denumirea de genetică: a) G. Mendel; b) H. de Vries; c) W. Betson; d) T. H. Morgan.

2. Indicați celulele, în care pot apărea mutațiile: a) numai sexuale; b) numai asexuale; c) oricare.

3. Indicați, cum sunt numite limitele variabilității modificative a caracterului: a) seria variațională; b) curba variațională; c) valoarea medie; d) norma de reacție.

4. Indicați variabilitatea, care aparține celei ereditare: a) modificativă; b) de vârstă; c) mutațională; d) sezonieră.

5. Indicați, care mutații provoacă poliploidia: a) micşorarea multiplă a numărului de cromozomi; b) modificarea structurii unor cromozomi aparte; c) mărirea multiplă a numărului de cromozomi.

6. Determinați forma variabilității, care determină deosebirile în fenotipurile gemenilor monozigoți: a) corelativă; b) combinativă; c) modificativă; d) mutațională.

7. Indicați proprietățile mutațiilor: a) întotdeauna au o însemnătate adaptivă; b) pot să apară numai în celule asexuale; c) pot să se moştenească; d) pot să dispară pe parcursul vieții omului.

8. Numiți sursele de variabilitate combinativă: a) combinarea întâmplătoarea a gameților în timpul fecundării; b) cantitatea de substanțe nutritive în ovul; c) influenta factorilor mutageni; d) partenogeneza.

9. Numiți familia savantului, care a introdus termenul „mutație”: a) G. Mendel; b) T. H. Morgan; c) W. Betson; d) G. de Vries.

10. Determinați proprietățile modificărilor: a) absența pragului inferior al acțiunii factorului; b) acelaşi factor poate duce la modificări diferite la indivizi anumitei specii; c) lipsa însemnătății adaptive; d) precizia.

11. Numiți modificările, care se păstrează pe tot parcursul vieții omului: a) oricare; b) care au apărut la stadiile inițiale de dezvoltare individuală; c) care au apărut la etapele înaintate de dezvoltare individuală; d) astfel de modificații nu există.

12. Indicați ce determină lungimea seriilor variaționale: a) influența genelor reglatoare; b) influența genelor extranucleare; c) influența condițiilor mediului; d) capacitatea anumitei alele la modificări mutaționale.

13. Indicați, cum se numeşte setul de gene localizate în acelaşi cromozom: a) genom; b) cariotip; c) grupă de înlănțuire; d) plasmidă.

14. Numiți cauza încălcării moştenirii înlănțuite a anumitor caractere: a) acțiunea multiplă a genelor; b) crossing-overul; c) ereditatea citoplasmatică; d) segregarea caracterelor.

15. Numiți încrucişarea indivizilor, care diferă după două variante a caracterului: a) monohibridă; b) dihibridă; c) trihibridă; d) polihibridă.

16. Indicați localizarea genelor alele: a) porțiuni identice ale cromozomilor omologi; b) porțiuni diferite ale cromozomilor omologi; c) porțiuni identice ale cromozomilor neomologi; d) porțiuni diferite ale cromozomilor neomologi.

17. Indicați, cu ce este egal numărul grupelor de înlănțuire în cariotipul organismului a unei anumitei specii: a) numărul cromozomilor din setul haploid; b) numărul cromozomilor din setul diploid; c) numărul cromozomilor sexuali; d) numărul autozomilor.

18. Determinați condițiile, în care toate variantele genotipului se manifestă în fenotipul indivizilor hibrizi: a) dominanță completă; b) caracterul intermediar al eredității; c) acțiunea multiplă a genelor; d) interacțiunea genelor nealele.

Alcătuiți perechi logice

19. Determinați căror tipuri de încrucişări monohibride corespund anumite variante de segregare după genotip în cazul eredității intermediare.

1 AA × aa	**A** 1 : 1
2 Aa × aa	**B** 3 : 1
3 Aa × Aa	**C** 1 : 2 : 1
	D segregare nu se manifestă

20. Determinați căror tipuri de încrucişări monohibride corespund anumite variante de segregare după genotip în cazul dominanței complete.

1 AA × aa	**A** 1 : 1
2 Aa × aa	**B** 3 : 1
3 Aa × Aa	**C** 1 : 2 : 1
	D segregare nu se manifestă

21. Determinați căror tipuri de încrucişări monohibride corespund anumite variante de segregare după fenotip în cazul eredității intermediare.

1 AA × aa	**A** 1 : 1
2 Aa × aa	**B** 1 : 2 : 1
3 Aa × Aa	**C** segregare nu se manifestă
	D 3 : 1

22. Determinați căror tipuri de încrucişări monohibride corespund anumite variante de segregare după fenotip în cazul dominanței complete.

1 AA × aa	**A** 1 : 1
2 Aa × aa	**B** 3 : 1
3 Aa × Aa	**C** 1 : 2 : 1
	D segregare nu se manifestă

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

23. Determinați corespondența între diferitele tipuri de variabilitate şi proprietățile lor caracteristice.

1 modificativă	**A** caracterele dobândite pot să se moştenească
2 mutațională	**B** noi variante de combinații a alelelor în genotipul urmaşilor
3 combinativă	**C** manifestarea simultană în fenotip a tuturor genelor alele
	D schimbările dobândite pot să dispară pe parcursul vieții individului

24. Determinați corespondența între tipurile de mutageni şi exemplele acestora.

1 chimic	**A** razele ultraviolete
2 fizice	**B** grupe mobile de nucleotide, capabile să se deplaseze în limitele cromozomului
3 cele biologice	**C** virusurile
	D gazul iperita

Sarcini cu alegerea a trei răspunsuri corecte din trei grupuri de răspunsuri propuse

25. Numiți tezele legilor eredității, stabilite de G. Mendel.

Legea uniformității hibrizilor primei generații	**Legea segregării**	**Legea combinării independente a caracterelor**
1) genele alele ocupă o poziții identice în cromozomii omologi	1) la încrucişarea hibrizilor primei generații între ei la urmaşii lor se manifestă segregarea: în fenotipul hibrizilor din a doua generație 1/4 au varianta recesivă a caracterului, iar 3/4 – cea dominantă	1) gene localizate într-un cromozom formează grupă de înlănțuire
2) gameții indivizilor diploizi poartă doar una din cele două gene alele	2) moştenirea înlănțuită este perturbată în urma procesului de crossing-over	2) la încrucişarea di- sau polihibridă segregarea după fiecare caracter are loc independent de alte caractere
3) în fenotipul hibrizilor primei generații se manifestă doar una din cele două variante ale caracterului, şi anume cel dominant	3) numărul grupelor de înlănțuire este egal cu numărul cromozomilor din setul haploid	3) gene sunt amplasate în cromozom liniar

26. Alegeți exemple, care caracterizează fenomenul dominației complete, caracterului intermediar al eredității şi codominanței.

Fenomenul dominanței complete	**Caracterul intermediar al moştenirii**	**Codominanța**
1) moştenirea structurii suprafeței semințelor la mazărea de grădină	1) moştenirea culorii corolei la gura leului	1) moştenirea culorii platinate a blănii la vulpi
2) moştenirea culorii platinate a blănii la vulpi	2) moştenirea structurii suprafeței semințelor la mazărea de grădină	2) moştenirea grupelor de sânge la om
3) moştenirea culorii corolei la gura leului	3) moştenirea grupelor de sânge la om	3) moştenirea culorii corolei la gura leului

Întrebări cu răspuns deschis

27. Care este există între legile eredității stabilite de G. Mendel şi procesul meiozei? Răspunsul argumentați-l.

28. Care este însemnătatea biologică a faptului, că o anumită genă poate fi reprezentată de multe alele?

29. În ce condiții două gene, care aparțin la aceiaşi grupă de înlănțuire, pot fi moştenite independent? Răspunsul argumentați-l.

30. În care cazuri printre urmaşii de la încrucişarea părinților unui grup fenotipic pot să se întâlnească alte variante a fenotipului? Răspunsul argumentați-l.

31. De ce alele letale şi subletale de obicei sunt recesive?

32. Ar fi putut G. Mendel să stabilească legile eredității, dacă ar fi analizat doar un număr mic de indivizi hibrizi?

33. De ce mutațiile, legate de reducerea multiplă a setului de cromozomi, au o influență mult mai negativă asupra viabilității organismelor, comparativ cu cele, care sunt provocate de mărirea multiplă a setului?

34. Care este legătura dintre genetică şi alte ştiințe biologice?

35. Descrieți influența teoriei cromozomiale a eredității asupra dezvoltării ulterioare a biologiei.

36. Cum reglarea activității genelor structurale influențează asupra formării fenotipului organismului?

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

TEMA 6. EVOLUȚIA LUMII ORGANICE

În această temă veţi afla despre:

- dezvoltarea concepțiilor evoluționiste; factorii evoluției;
- populația ca unitate a evoluției şi biogeneza ca mediu al evoluției;
- rolul diferitor ştiințe în argumentarea teoriei evoluției; concepțiile contemporane despre evoluție;
- mecanismele de creare a speciilor;
- opiniile despre lumea înconjurătoare şi ştiințifice despre apariția şi dezvoltarea istorică a vieții;
- etapele principale ale dezvoltării omului.

§38. PROCESUL EVOLUȚIEI CA PARTICULARITATE UNIVERSALĂ A SISTEMELOR BIOLOGICE

Amintiți-vă ce este adaptarea. Ce este variabilitatea modificării şi norma reacţiei? Ce niveluri de organizare a materiei vii vă sunt cunoscute? Ce este homeostaza?

Memorizăm: evoluția (din latină *evolutio* – desfăşurarea) este un proces ireversibil de schimbare a structurii şi funcțiilor sistemelor biologice în decursul dezvoltării lor istorice. Rezultatul schimbărilor evoluționiste este adaptarea la condițiile mediului ambiant.

Ştiţi deja că una din proprietăţile sistemelor biologice de diferite niveluri este capacitatea lor de a se dezvolta. În procesele atât de dezvoltare individuală a anumitor indivizi (ontogeneza), cât şi de dezvoltare istorică a speciei şi a unităţilor sistematice de cel mai înalt rang apar noi indici, o parte dintre care poate fi moştenită de urmaşi. Un astfel de proces de dezvoltare a materiei vii poate fi numit **evoluţie**.

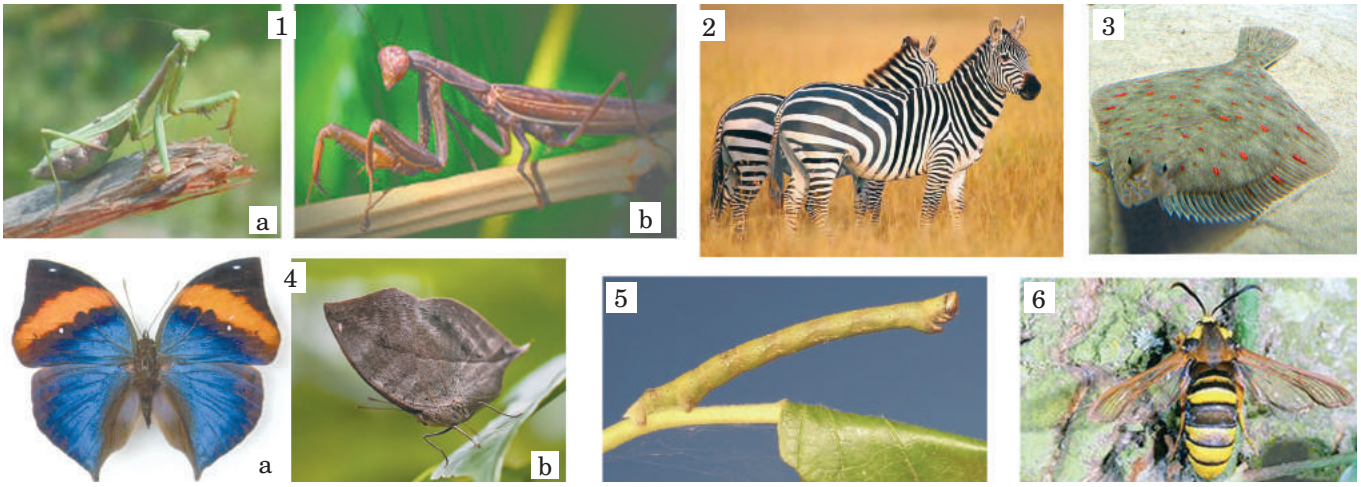
Evoluţia ca proces de formare a adaptaţiei. În condiţiile schimbărilor periodice sau a schimbărilor neperiodice pot supravieţui numai acele organisme, care s-au adaptat la ele. Capacitatea de a se adapta este o particularitate pentru toate organismele materiei vii.

Memorizăm: specia care o imită pe alta se numeşte *imitatoare,* iar specia care este imitată se numeşte model.

Adaptarea organismelor ţine de schimbările structurii sau a culorii, de procesele de activitate vitală şi comportare, de componenţa lor biochimică etc. În desenul 190 sunt date exemple de adaptare a organismelor la viaţa din mediul ambiant. Astfel, culoarea verde a călugăriţei o face neobservată de duşmani pe fondalul plantelor verzi. Culoarea vărgată a zebrei ar însemna că în loc deschis ea poate fi uşor observată de răpitoare, iar între plante ea este mai puţin văzută. Asemenea culori sunt numite ***homocrome***. Sunt animale capabile să-şi schimbe culoarea în corespundere cu condiţiile mediului (de exemplu, cambula, caracatiţa, unii creveţi, cameleonul etc.; des. 190, 3).

Ascunzându-se de duşmani, animalele pot lua formele obiectelor vii şi nevii din jurul lor (des. 190, 4, 5). De exemplu, fluturele tropical kalima se aseamănă cu o frunză. Larva viermilor de mătase, în caz de pericol, capătă înfăţişarea unei rămurele uscate. Există un astfel de fenomen ca ***mimetismul***,

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 190. Culoarea de protecţie şi comportarea animalelor ca exemple de adaptare la mediul ambiant: 1 – culoarea de protecţie a insectei măicuţa o face să fie mai puţin observată de duşmani: a – culoarea verde de primăvară; b – culoarea cafenie de toamnă; 2 – culoarea mimetică a zebrei o maschează pe fondalul plantelor verticale; 3 – cambula este capabilă să-şi schimbe culoarea în corespundere cu mediul; 4 – fluturele tropical kalima cu aripile întinse (a) şi cu aripile strânse (b); 5 – larva viermilor de mătase, în caz de pericol stă nemişcată şi se aseamănă cu o ramură uscată; 6 – fluturele Aegeria apiformis la exterior se aseamănă cu viespea

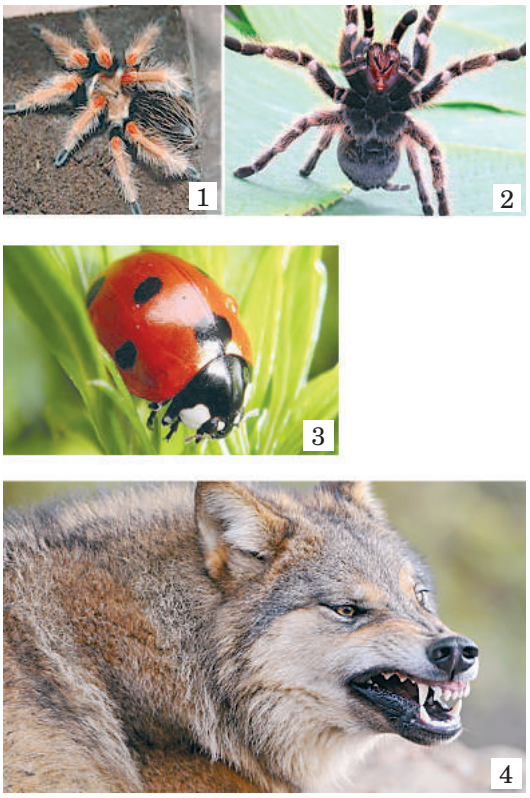
când unele specii de animale prin forma corpului şi culoare se aseamănă cu altele. Foarte des organismul neapărat se aseamănă cu cel apărat. În desenul 190, 6 este reprezentată o insectă care se aseamănă cu o specie de viespi otrăvitoare. În realitate este un fluture neapărat – Aegeria apiformis. O astfel de asemănare a fluturelui cu viespea este o metodă de apărare de duşmani.

Spre deosebire de speciile neapărate, speciile care au cu ce să se apere (glande toxice, maxilare puternice etc.) deseori se folosesc de culoarea şi comportarea lor în mediul ambiant (des. 191). Prin aceasta ele demonstrează că e mai bine să fie ocolite, deoarece pot să se apere pe sine. Acest fenomen se numeşte ***demonstrare***.

Adaptarea organismelor la depăşirea condiţiilor nefavorabile constă în crearea chisturilor de animale unicelulare, hibernarea în timpul iernii a animalelor, căderea frunzelor plantelor etc.

Formarea noilor adaptări este condiţionată de schimbarea condiţiilor de existenţă şi aceasta determină materialul ereditar – genotipul. Apariţia noii adaptări este consecinţa apariţiei noilor mutaţii sau apariţia noilor combinaţii ale genelor alele mutante, care au apărut mai înainte (variabilitatea combinativă). Dacă mutaţia este neutră (potrivit unor anumite condiţii, posibil, să fie şi folositoare), un astfel de individ este capabil să supravieţuiască şi să transmită materialul său ereditar urmaşilor. Cu timpul, o astfel de alelă mutantă are şansa de a se extinde în rândurile indivizilor populaţiei, iar concentrarea ei va creşte. Astfel, adaptarea anumitor indivizi după o anumită perioadă de timp se poate transforma în adaptarea, caracteristică pentru toţi indivizii populaţiei.

Organismele vii se adaptează permanent la acţiunile fiecărui factor ecologic luat aparte, precum şi la întregul complex, adică la condiţiile de viaţă din mediul ambiant, reglând procesele de activitate vitală în corespundere cu schimbarea acestor factori. Adaptarea biologică nu numai că asigură rezistenţa la influenţa factorilor ecologici, dar şi succesul în concurenţa cu alţi indivizi din aceiaşi sau altă specie.



Des. 191. Fenomenul demonstrării: 1 – culoarea ameninţătoare a tarantulei; 2 – comportarea ameninţătoare a tarantulei: în caz de pericol ea ridică picioruşele din faţă şi pregăteşte pentru atac chericerele, cu ajutorul cărora introduce veninul în corpul prăzii sau a duşmanului; 3 – sângele buburuzei, care are o culoare vie, conţine substanţe toxice şi o face necomestibilă; 4 – comportarea ameninţătoare a lupului

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 192. Speciile ecologic plastice (1, 2, 3) şi ecologic neplastice (4, 5): 1 – veveriţa poate trăi atât în păduri de diferite tipuri, cât şi în parcurile orăşeneşti; 2 – şobolanul sur trăieşte atât în casele oamenilor, la depozitele cu produse, în comunicaţiile urbane, la gunoişte, în păduri, peste tot, unde găseşte hrană; 3 – pătlagina creşte pe la margini de drumuri, în locurile cu gunoaie, în locuri virane, în stepă, în lunci, în locuri nisipoase etc.; 4 – specia semisălbatică de smochin (a) este polenizată numai de o singură insectă – Blastophaga psene (b), fiindcă se înmulţeşte numai acolo, unde se întâlneşte această insectă; 5 – crabul de apă dulce poate fi întâlnit numai în râurile de munte şi în iazurile legate de ele, are nevoie de apă curată, bogată în săruri de Calciu.

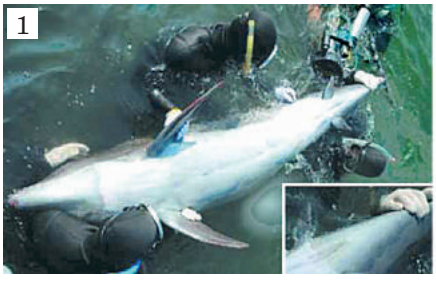
E interesant să ştim

La cetacee în rezultatul trecerii la modul de viaţă acvatic, în procesul de dezvoltare istoric a fost redus brâul membrelor inferioare. Însă sunt cazuri (cu o frecvenţă de 1:10 000) de apariţie a membrelor inferioare nedezvoltate (des. 193, 1). Aşa ceva se poate observa şi la şopârlele fără membre – năpârci, care uneori se nasc cu membre nedezvoltate. Cazuri de atavism se întâlnesc şi la om (des. 193. 2, 3).

Speciile, care pot supravieţui într-un diapazon mai larg al schimbărilor condiţiilor mediului, sunt numite ***ecologic plastice*** (des. 192, 1–3). Anume aceste specii sunt capabile să populeze noi locuri de existenţă, sau acelea care s-au schimbat considerabil (în rezultatul incendiilor, defrişării pădurilor, inundaţiilor etc.). De obicei, speciile ecologic plastice se extind pe un teritoriu larg, numit ***areal.*** În schimb, ***speciile ecologic neplastice*** sunt îngust specializate la mediul ambiant şi se adaptează foarte greu chiar la unele schimbări neînsemnate de viaţă (des. 192, 4, 5).

Evoluţia organismelor a fost condiţionată de necesitatea adaptării la noile condiţii ale mediului ambiant. De exemplu, popularea mediului terestru şi aerian de către animale a fost posibilă datorită asigurării cu oxigen a organelor speciale de respiraţie: trahee la insecte şi la păianjeni, plămâni la amfibii, târâtoare, păsări şi mamifere (vezi des. 85). Capacitatea de polenizare, care precedă fecundaţia, le-a făcut pe plantele de seminţe (gimnosperme şi angiosperme, sau cu flori) să scape de mediul acvatic, necesar pentru fecundaţia algelor sau a plantelor superioare cu spori.

La speciile, care trec la un mod de viaţă ataşat sau parazitar, adaptările pot fi legate de structura lor simplificată. Astfel, la viermii intestinali, care parazitează în intestinele omului



Des. 193. Cazuri de atavism: 1 – la cetacee uneori se nasc indivizi cu apariţia membrelor inferioare nedezvoltate; 2, 3 – faţa acoperită cu păr sau apariţia cozii la om este, de asemenea, un rezultat al atavismului

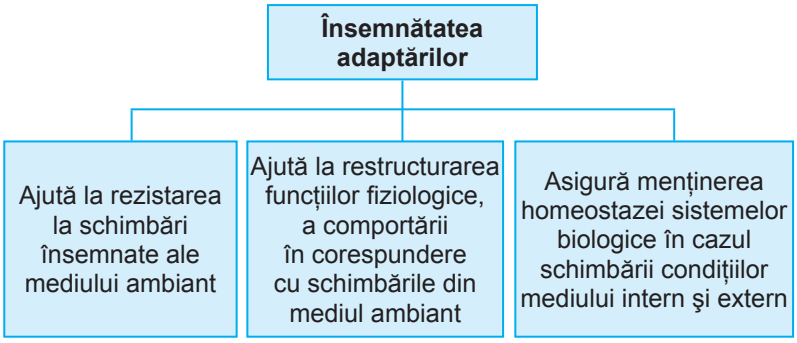
Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

şi diferitor specii de animale, dispare intestinul propriu, iar substanţele nutritive sunt adunate prin membrană. Însă, la ei se dezvoltă anumite organe de fixare (ventuze, trompă cu cârlige etc.). Plantele parazitare pot pierde clorofila şi capacitatea de fotosinteză.

Adaptările nu sunt permanente: cele, care şi-au pierdut însemnătatea, după un timp oarecare dispar, în schimb pot apărea altele. Aceasta se explică prin faptul că procesul evoluţiei este ireversibil: dacă condiţiile mediului revin la starea precedentă, adaptările de fiecare dată se dezvoltă din nou, dar nu sunt recreate precedentele. După ce în rezultatul schimbărilor condiţiilor de existenţă adaptarea îşi pierde însemnătatea, cu timpul la populaţie concentrarea alelei (sau a câtorva alele), care o determină, scade. O astfel de alelă poate să rămână ca rezervă a variabilităţii ereditare, uneori poate să apară în fenotipul unor indivizi aparte. Apariţia la fenotip a particularităţilor, caracteristice strămoşilor, dar care în procesul evoluţiei şi-au pierdut însemnătatea, se numeşte ***atavism*** (vezi des. 193).

Adaptările nu pot fi absolute. De exemplu, la iepurele alb (des. 194), ca şi la unele animale, în timpul năpârlirii de toamnă, sub influenţa scăderii temperaturilor din mediul ambiant, se schimbă culoarea blănii din sură în albă, ceea ce îl face neobservat pe zăpadă. Însă, scăderea temperaturii nu întotdeauna este însoţită de căderea zăpezii şi animalul alb dimpotrivă se observă mai bine pe fondalul întunecat. Însemnătatea adaptării pentru existenţa normală şi funcţionarea sistemelor biologice este oglindită pe desenul 195.

Des. 194. Culoarea de vară (1) şi de iarnă (2) a blănii iepurelui alb



Des. 195. Însemnătatea adaptării pentru existenţa normală şi funcţionarea sistemelor biologice

Termeni şi noţiuni-cheie:

evoluția, adaptarea, speciile ecologic plastice şi speciile ecologic neplastice, atavismul.

Verificați-vă cunoştinţele obținute

1. Ce prezintă procesul evoluției? 2. Ce sunt adaptările? Care este însemnătatea lor pentru supraviețuirea organismului? 3. În ce mod materialul ereditar al organismelor determină capacitatea lor de a forma noi adaptări? 4. Ce este atavismul? Dați exemple.

Chibzuiți

1. Argumentați de ce procesul evoluției este ireversibil. 2. Ce prezintă atavismul din punctul de vedere al formării adaptărilor?

Pe scurt despre principalul

Evoluția este un proces al schimbărilor ireversibile ale structurii şi funcțiilor sistemelor biologice în decursul dezvoltării lor istorice. Consecința schimbărilor evoluționiste este adaptarea lor la condițiile mediului ambiant.

Acomodarea organismelor şi supraorganismelor sistemelor biologice la condițiile de existență se numeşte „adaptare”.

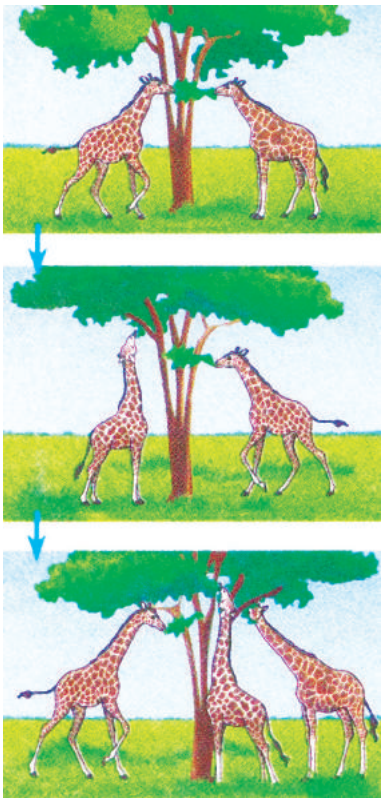
Formarea noilor adaptări este condiționată de schimbările condițiilor de trai şi este determinată de particularitățile materialului ereditar al organismului.

Adaptările se formează la diferite niveluri de organizare a materiei vii: de la cel molecular până la cel de ecosistem. Adaptările sunt nepermanente, acelea, care şi-au pierdut însemnătatea, după un timp oarecare dispar, în schimb pot să apară altele.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 196. Filozofii din Grecia antică, care printre primii au exprimat ideea despre variabilitatea mediului înconjurător:
*1. **Heraclit din Efes** (535–475 î. e. n.) considera că în lumea înconjurătoare totul se schimbă şi nimic nu se repetă;*
*2. **Democrit** (460–370 î. e. n.) considera că viaţa a apărut în trecut din materie nevie sub influenţa razelor solare*

1



2

Des. 197. Exemple care ilustrează legea lui J.-B. Lamarck „Folosirea sau nefolosirea organelor”: 1 – apariţia gâtului lung la girafe; 2 – membrele superioare lărgite la cârtiţe

§39. OPINIILE EVOLUȚIONISTE ALE LUI J.-B. LAMARCK. TEORIA EVOLUȚIEI A LUI C. DARWIN

Amintiţi-vă de contribuţia lui J.-B. Lamarck în dezvoltarea biologiei. Ce este populaţia? Ce este simbioza? Care forme ale ei cunoaşteţi? Ce este nişa ecologică?

Istoria dezvoltării învăţăturii evoluţioniste. Opiniile evoluţioniste ale lui J.-B. Lamarck. Chestiunile evoluţiei sunt studiate de domeniul biologiei – ***învăţătura evoluţionistă.*** Aceasta este o ştiinţă despre factorii, mecanismele, legităţile generale şi consecinţele evoluţiei. Idei aparte despre dezvoltarea istorică a fiinţelor vii au fost exprimate încă de filozofii din Grecia antică Heraclit, Democrit etc. (des. 196).

Prima ipoteză evoluţionistă a fost formulată de eminentul savant francez, Jean-Baptiste Lamarck (vedeţi des. 1, 1). *Amintiţi-vă:* anume J.-B. Lamarck concomitent cu G.R. Treviranus au propus termenul „biologia”. În lucrările sale J.-B. Lamarck a argumentat închipuirile despre o „regiune aparte a vieţii” pe Pământ (numită mai târziu *biosferă).* El a elaborat un sistem original de clasificare a animalelor, în deosebi pentru prima dată a împărţit animalele în nevertebrate şi vertebrate.

J.-B. Lamarck a expus ipoteza sa evoluţionistă în lucrarea „Filozofia zoologiei” (1809). Ea se bazează pe concepţia că toate organismele vii sub influenţa condiţiilor mediului ambiant dobândesc acomodări utile, schimbându-şi structura, funcţiile, dezvoltarea individuală etc. Deci, potrivit lui J.-B. Lamarck, *evoluţia este procesul dobândirii caracterelor utile, care sunt moştenite de urmaşi*. Organismele inferioare (care nu au sistem nervos) se schimbă sub influenţa nemijlocită a factorilor mediului. De exemplu, frunzele plantelor acvatice au forma de panglici (liniare), deoarece sunt atrase de cursul apei (vezi des. 177, 1) etc. Organismele superioare (animalele, care au sistem nervos) se acomodează după schema: schimbarea necesităţilor duce la schimbarea deprinderilor, schimbarea deprinderilor duce la schimbarea acţiunilor, schimbarea acţiunilor cauzează folosirea unor organe şi nefolosirea altor organe. Organele, care se folosesc, se dezvoltă, iar organele, care nu sunt folosite, dispar. De exemplu, girafa a început să se hrănească cu frunze de pe copaci, de aceea tot timpul întindea gâtul pentru a ajunge la coroanele copacilor: gâtul şi picioarele din faţă s-au lungit (des. 197, 1). Cârtiţei, care trăieşte sub stratul de pământ, ochii îi încurcă, de aceea ei treptat au dispărut (des. 197, 2). Astfel, J.-B. Lamarck a formulat legea „Gradul de folosire sau de nefolosire a organelor”.

J.-B. Lamarck, de asemenea, a formulat „Legea eredităţii caracterelor dobândite”: *caracterele utile, dobândite de animal în decursul vieţii, sunt transmise urmaşilor*. Astfel, girafele au transmis urmaşilor gâtul lung şi picioarele lungi, cârtiţele – membrele superioare lărgite, cu ajutorul cărora ele sapă solul. Deci, considera savantul, fiecare variabilitate este moştenită şi determinată de influenţa factorilor externi. De acum ştim că există atât variabilitate moştenită, cât şi variabilitate nemoştenită.

Iată un alt factor al evoluţiei, după J.-B. Lamarck, condiţionat de *tendinţa internă a organismului spre progres*. Acest factor nu depinde de caracterul schimbării condiţiilor mediului.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Prin urmare, indiferent de schimbarea condiţiilor mediului, nivelul de organizare a organismelor trebuie să crească. Însă, ştim deja că atunci când organismele trec la modul de viaţă parazitar atașat sau cu puține mișcări, nivelul de organizare a lor, de regulă, se simplifică.

J.-B. Lamarck a examinat evoluția ca proces al schimbărilor permanente, care constă numai în complicarea structurii organismelor și în trecerea de la un nivel mai inferior de organizare la altul mai superior. El considera că acest proces are loc neîntrerupt în dezvoltarea istorică a vieții. Nivelurile inferioare de dezvoltare sunt bacteriile și alte organisme microscopice, cele superioare – animalele cu sânge cald, în deosebi mamiferele și omul. Prezența speciilor, care într-un anumit moment al existenței Pământului se află la diferite niveluri de organizare, a fost explicată de savant prin faptul că viața renaște de la sine continuu. De aceea, multe organisme, apărute anterior, încă nu au reușit să se perfecționeze până la cel mai înalt nivel.

Concepțiile evoluționiste ale lui Charles Darwin. O etapă importantă în dezvoltarea teoriei evoluționiste au devenit cercetările lui C. Darwin (des. 198). Până la crearea teoriei sale a evoluției eminentul savant timp îndelungat a adunat minuțios și a analizat un volum mare de material, antrenând la această muncă și diferiți specialiști. În timpul acestei munci migăloase foarte des a fost folosită concluzia principală: speciile organismelor se schimbă în procesul evoluției.

Principiile de bază ale teoriei sale evoluționiste C. Darwin le-a expus în lucrarea „Originea speciilor prin selecție naturală sau păstrarea raselor favorizate în lupta pentru existență” (1859). El, de asemenea, a elaborat teoria selecției artificiale, principiile de bază ale căreia le-a expus în lucrarea „Variabilitatea plantelor și animalelor în stare domestică” (1868). Pe C. Darwin îl interesau și problemele originii omului. În anul 1871 a apărut încă o carte a sa: „Originea omului și selecția sexuală”. În ea savantul a încercat să explice originea omului de la un strămoș comun cu maimuța.

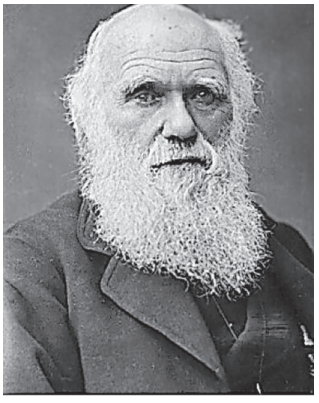
Drept bază pentru teoria evoluționistă a lui C. Darwin a servit convingerea despre capacitatea speciilor de organisme de a se schimba în rezultatul schimbărilor mediului de viață. Savantul considera că adaptările se dezvoltă în organisme treptat, în procesul evoluției lor. Rezultatul îndelungat al adaptației este capacitatea de a lăsa un număr suficient de urmași apți pentru viață.

Potrivit lui C. Darwin, evoluția are loc în baza variabilității ereditare sub influența ***luptei pentru existență***, rezultatul ei fiind ***selecția naturală***. Anume pe ele savantul le considera **factorii-motrici ai evoluției**.

Spre deosebire de J.-B. Lamarck, C. Darwin presupunea că variabilitatea poate fi neereditară și ereditară. Prima formă a variabilității (*amintiți-vă:* ea este numită „modificație”) se manifestă la fel la toți indivizii speciei sub acțiunea unui anumit factor și poate dispărea odată cu încetarea acestei acțiuni. Asemenea schimbări pot fi transmise urmașilor.

C. Darwin a evidențiat trei forme de luptă pentru existență: în interiorul speciei, între specii și lupta cu condițiile nefavorabile ale mediului înconjurător.

Memorizăm: în ipoteza evoluționistă a lui J.-B. Lamarck progresist a fost faptul că el a recunoscut rolul condițiilor mediului înconjurător în procesul evoluției şi considera că principala direcție a evoluției este complicarea organizării organismelor vii. Însă el nu a reuşit să găsească mecanismele procesului evoluționist.

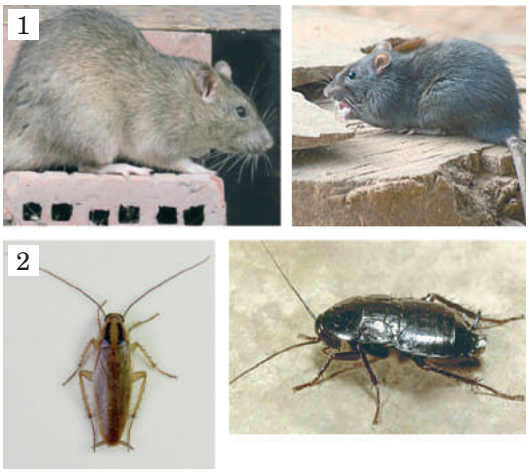


Des. 198. ***Charles Robert Darwin*** *(1809–1882) eminent savant englez, lucrările căruia au influenţat asupra dezvoltării în continuare a biologiei*

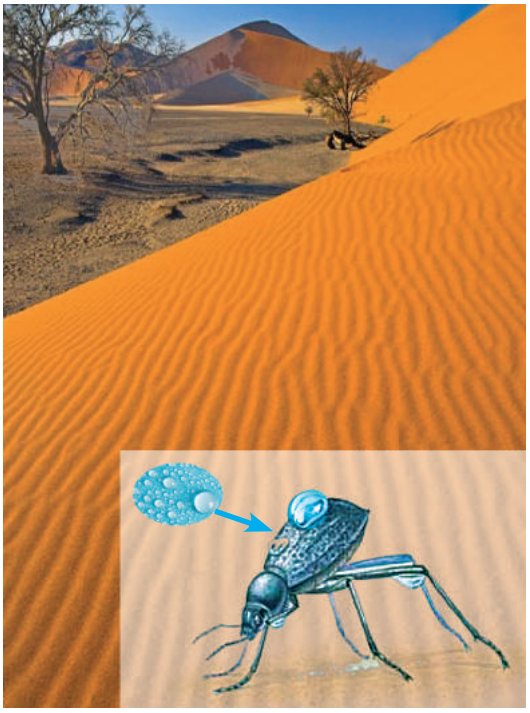
E interesant să știm

În cariera ştiințifică a lui C. Darwin un rol important a jucat o întâmplare. În anul 1831 el a obținut postul de colaborator ştiințific pe corabia militară „Beagle”, care urma să înconjoare globul pământesc şi să cerceteze țărmul Americii de Sud cu scopul extinderii teritoriului Imperiului britanic. Călătoria la bordul corabiei „Beagle” a schimbat radical viața lui C. Darwin. Materialul bogat adunat a servit drept bază pentru teoria evoluționistă, care apoi a fost numită darwinism.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 200. Speciile de animale care concurează între ele – exemplu al luptei între specii pentru existenţă: 1 – şobolanul sur şi cel negru; 2 – şvabul roşcat şi cel negru



Des. 201. Exemplu de luptă cu condiţiile nefavorabile ale mediului înconjurător: în pustiul Namib nu plouă deloc, însă în fiecare zi este ceaţă: gândacii negri în timpul ceţii condensează umiditatea din aerul umed pe suprafaţa corpului

Memorizăm: selecția naturală se caracterizează prin caracterul bine orientat şi creativ. După C. Darwin, ea acționează prin păstrarea şi acumularea schimbărilor ereditare şi formarea noilor adaptații, folositoare pentru indivizii speciei.

Des. 199. Diferite variante de interacţiuni între indivizii unei singure specii: 1 – vânarea de către o haită de lupi a unei prăzi mari – exemplu de interacţiune reciproc avantajoasă între indivizii unei singure specii; 2 – pădure de pini de aceeaşi vârstă – exemplu de concurenţă în interiorul speciei

Lupta în interiorul speciei pentru existenţă are loc între indivizii de aceeași specie, deoarece ei au aceleași cerințe față de mediul ambiant: surse asemănătoare de nutriție, tipuri asemănătoare de ascunziș etc. Potrivit lui C. Darwin, indivizii cei mai bine adaptați sunt capabili să transmită urmașilor caracteristicile lor care asigură supraviețuirea. Aceasta, în mod general, contribuie la perfecționarea speciei în procesul evoluției. Firește, relațiile între indivizii unei specii nu se limitează la concurența în interiorul speciei: de exemplu, o haită de răpitori pot vâna în comun o pradă mare (des. 199).

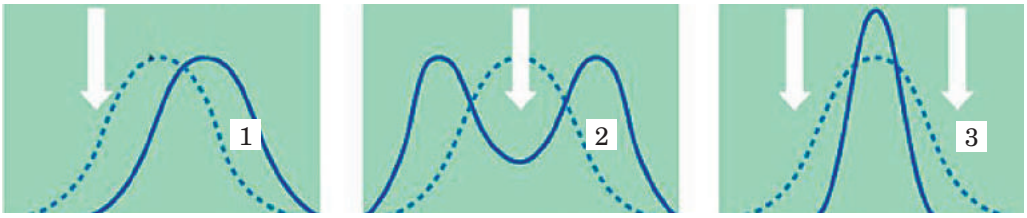
Lupta pentru existenţă între specii constituie diferite variante de interacțiune între indivizii de genuri diferite, în deosebi concurența între specii. Ea devine mai acută cu cât mai apropiate sunt cerințele indivizilor acestor specii față de condițiile de existență. O specie cu o competitivitate mai mare o constrânge de pe locul de existență în comun pe specia mai puțin competitivă. De exemplu, șobolanul sur îl constrânge pe cel negru, șvabii roșcați – pe cei negri (des. 200). C. Darwin considera că lupta pentru existență între specii o intensifică pe cea în interiorul speciei, ceea ce facilitează evoluția și contribuie la perfecționarea speciilor.

Se cere menționat faptul că prin concurența între specii nu se epuizează toate formele de relații reciproce între indivizii de diferite specii. *Amintiţi-vă* de asemenea forme de relații între specii ca simbioza, rolul animalelor în polenizarea plantelor și extinderea semințelor.

Lupta împotriva condiţiilor nefavorabile ale mediului înconjurător, potrivit lui C. Darwin, se observă oriunde, acolo unde indivizii unei anumite specii nimeresc în condiții nefavorabile de temperatură, de umiditate sporită sau insuficientă, de iluminare insuficientă sau peste măsură etc. (des. 201). Supraviețuirea în condițiile nefavorabile ale mediului ambiant, după cum considera C. Darwin, intensifică lupta în interiorul speciei și, ca urmare, contribuie la o acomodare mai bună a speciei în ansamblu.

Selecția naturală este procesul în rezultatul căruia supraviețuiesc și lasă după sine urmași indivizii speciei cei mai bine adaptați la condițiile de existență. Ea acționează în baza luptei pentru existență, dar are un caracter creativ. Rolul creativ al selecției naturale, potrivit lui C. Darwin, constă în aceea că din numărul însemnat de schimbări ereditare nedirecționate, care permanent apar la organismele de o anumită specie, datorită selecției naturale, rămân nu-

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 202. Forme ale selecţiei naturale: 1 – dinamică; 2 – diversificatoare; 3 – stabilizatoare

mai acelea, care corespund mai mult condiţiilor de existenţă. Aceste schimbări contribuie la o rezistenţă mai bună a organismelor la mediul de viaţă. Acumulându-se şi intensificându-se din generaţie în generaţie, aceste schimbări contribuie la perfecţionarea speciei şi facilitează apariţia unor unităţi sistematice: subspecii, specii, familii etc. Continuatorii lui C. Darwin cu timpul au argumentat că selecţia naturală poate fi dinamică, diversificatoare şi stabilizatoare (des. 202).

Selecţia dinamică se desfăşoară odată cu schimbările lente ale condiţiilor mediului înconjurător într-o anumită direcţie sau în timpul acomodării organismelor la noile condiţii în cazul extinderii arealului (des. 202, 1). Ea păstrează schimbările ereditare, care corespund direcţiei schimbărilor ce au loc în mediul înconjurător. Deci, datorită acţiunilor selecţiei dinamice în anumită direcţie se îndreaptă şi norma reacţiei (vezi pag. 137). Drept exemplu de selecţie dinamică servesc observaţiile biologului englez V. Weldon asupra populaţiei de crabi din golful oraşului Plimuta. El a cercetat că la cinci ani după construcţia digului pentru apărarea acvatoriului portului de valurile mari lăţimea cochiliei crabilor s-a schimbat: dacă până la construcţia digului prevalau indivizii cu cochilia lată, atunci după construcţie – cu cochilie îngustă. El a explicat aceasta prin faptul că la indivizii cu cochilia îngustă este îngust şi orificiul care duce la cavitatea branhială. Aceasta apără mai bine branhiile de poluarea cu nămol, care a început să se acumuleze după ce a fost ridicat digul.

Selecţia stabilizatoare de regulă se manifestă în condiţiile permanente ale mediului. Ea menţine stabilitatea unui anumit fenotip, care corespunde mai mult mediului înconjurător, şi respinge orice schimbări mai puţin adaptive (des. 202, 3). Drept rezultat al acţiunilor selecţiei stabilizatoare este acomodarea perfectă la anumite condiţii de existenţă, adică specializarea speciilor. Drept exemplu de selecţie stabilizatoare este menţinerea structurii stabile a florilor plantelor, care sunt polenizate numai de anumite specii de insecte (bunăoară, lucerna este polenizată numai de bondari şi albine, organele gurii cărora au forma acestei flori) (des. 202, 2). Teoria selecţiei stabilizatoare a fost elaborată de savantul ucrainean I. I. Şmalgauzen (des. 203, 1).

Selecţia diversificatoare acţionează concomitent în două, mai rar în mai multe direcţii, însă aceasta nu contribuie la păstrarea caracteristicilor medii (intermediare) (des. 202, 2). De exemplu, buburuza are diferite forme ale culorii (des. 204). Una din ele are elitrele roşii cu două puncte negre – este o acomodare mai bună la temperaturile înalte. Alta, dimpotrivă, e de culoare neagră cu puncte roţii – pentru o rezistenţă mai bună la temperaturi joase. Selecţia diversificatoare contribuie la apariţia a câtorva variante diferite ale fenotipurilor unei singure populaţii – acomodarea

1

2

*Des. 203. 1. **Ivan Şmalgauzen** (1884–1963): eminent savant în domeniul anatomiei comparative, evoluţiei morfologiei şi embriologiei animalelor. A activat la Universitatea Naţională „Taras Şevcenko” din Kiev (1907–1912 şi 1921–1941), în perioada anilor 1930–1941 a condus Institutul de zoologie al ANŞ a Ucrainei, care în prezent îi poartă numele. 2. Exemplu de acţiune a selecţiei stabilizatoare: forma florii urmează să corespundă particularităţilor aparatului gurii insectelor care o polenizează*

Des. 204. Exemplu de acţiune a selecţiei diversificatoare: două forme ale culorii buburuzei

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Pe scurt despre principalul

J-B. Lamarck examina evoluția ca un proces de schimbări neîntrerupte, legate de sporirea organizării ființelor vii.

C. Darwin considera că schimbările evoluționiste ale organismelor se bazează pe variabilitatea ereditară. El considera lupta pentru existență drept forță-motrice a procesului evoluționist (în interiorul speciei, între specii şi lupta cu condițiile nefavorabile ale mediului înconjurător), precum şi selecția naturală, care are un caracter creativ. Selecția naturală poate fi dinamică, stabilizatoare şi diversificatoare.

E interesant să știm

Principiile mutațiilor în salturi i-a atras pe savanți prin explicația de ce între formele fosile se întâlnesc foarte rar forme de tranziție, adică organisme care prin organizarea lor ar întruni trăsăturile formelor strămoşilor şi ale speciilor care au apărut mai târziu. H. de Vries, cercetând trăsăturile moştenite la plantele de luminiță, a observat apariția unor trăsături noi, anterior necunoscute, în rezultatul anumitor mutații. Asemenea forme mutante nu au putut să se încrucişeze cu indivizii speciei paterne şi, de fapt, au devenit specii noi.

populației de a supraviețui în condiții instabile ale mediului înconjurător.

Teoria evoluționistă a lui C. Darwin a fost completată şi extinsă prin lucrările continuatorilor săi. Ea a contribuit la intensificarea cercetărilor în diferite domenii ale biologiei. Unii dintre savanți au intenționat ca în baza exemplelor obiectelor cercetărilor lor să demonstreze principiile teoriei evoluționiste ale lui C. Darwin, alții, dimpotrivă, să le contrazică.

Termeni şi noțiuni-cheie:

teoria evoluționistă, lupta pentru existență, selecția naturală: dinamică, stabilizatoare şi diversificatoare.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Caracterizați principiile de bază ale ipotezei evoluționiste ale lui J.-B. Lamarck. 2. Care factori ai evoluției au fost examinați de C. Darwin? 3. Caracterizați lupta pentru existență ca factor al evoluției. Sub care forme, potrivit lui C. Darwin, se poate desfăşura lupta pentru existență? 4. Caracterizați selecția naturală ca forță-motrice a procesului evo-luționist. 5. Ce forme ale selecției naturale cunoaşteți?

Chibzuiți

1. Care principii ale ipotezei evoluționiste a lui J.-B. Lamarck corespund opiniilor ştiințifice actuale, dar care – nu? 2. Ce este comun şi deosebit în concepțiile evoluționiste ale lui J.-B. Lamarck şi C. Darwin?

§40. PRINCIPIILE DE BAZĂ ALE TEORIEI CONTEMPORANE A EVOLUȚIEI. POPULAȚIA CA UNITATE ELEMENTARĂ A EVOLUȚIEI

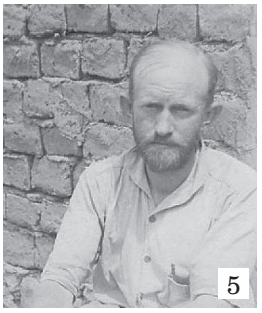
Amintiți-vă ce sunt mutațiile. Ce studiază paleontologia, anatomia comparativă, morfologia şi embriologia? Care specii sunt considerate ecologic plastice şi care neplastice? Ce este genofondul?

Dezvoltarea concepțiilor evoluționiste. Încă în timpul vieții lui C. Darwin teoria sa evoluționistă şi-a găsit continuatori. În acelaşi timp au fost şi cercetători, care au arătat spre faptele care pe atunci nu puteau fi explicate de această teorie. În deosebi, datele cercetărilor genetice referitor la mutații nu puteau fi explicate din punctul de vedere al teoriei evoluționiste a lui C. Darwin. Dacă C. Darwin considera că acomodarea organismelor la condițiile mediului înconjurător decurge treptat, atunci mutațiile, în baza cărora se formează noi trăsături, apar momentan.

Amintiți-vă: bazele teoriei mutațiilor au fost puse de H. de Vries. Anume el a formulat primele principii ale opiniilor evoluționiste, cunoscute cu denumirea ***mutații în salturi*** (din latină *saltus* – salt). E o teorie care se bazează pe caracterul în salturi al evoluției. Potrivit adepților opiniei mutațiilor în salturi, procesul de recreare este legat de apariția noilor indivizi, care se deosebesc prin mai multe caracteristici de reprezentanții speciei paterne. Aceasta se poate produce foarte repede, în decursul a câtorva generații. Asemenea indivizi schimbați pot fi izolați, în ceea ce privește reproductivitatea, de indivizii speciei paterne.

Contradicțiile între adepții darwinismului şi celor ai mutațiilor în salturi au durat mulți ani. Iar cu timpul a

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



*Des. 205. Savanţii care şi-au adus contribuţia la dezvoltarea teoriei sintetice a evoluţiei: 1 – **Oleksii Severţov** (1866–1936): renumit biolog, fondatorul morfologiei evoluţioniste a animalelor: din 1902 până în 1911 a lucrat la Universitatea Sfântul Vladimir din Kiev; 2 – **Serghii Cetverikov** (1880–1959): renumit genetician, entomolog, evoluţionist. Unul dintre primii a argumentat rolul variaţiei numărului populaţiei ca factor al evoluţiei; 3 – **Feodosii Dobrjanski** (1900–1975): renumit savant american de origine ucraineană; a stat la începuturile geneticii populaţiilor; 4 – **Julian Sorell Huxley** (1887–1975): renumit biolog englez, evoluţionist; a fost printre fondatorii Fondului mondial al naturii sălbatice; 5 – **George Gaylord Simpson** (1902–1984): renumit paleontolog american, a introdus termenul „teoria sintetică a evoluţiei”*

devenit clar: datele geneticii nu numai că intră în contradicţie cu principiile teoriei evoluţioniste, ci, dimpotrivă, le consolidează. Prin eforturile mai multor savanţi, ca I. Severţov, I. Șmalgauzen, S. Cetverikov, M. Timofeev-Resovski J. S. Huxley, R. Fischer, F. G. Dobrjanski, G. G. Simpson, S. Rait (des. 205), a fost creată teoria sintetică a evoluţiei – un complex de idei despre procesul evoluţionist, care a apărut în rezultatul sintezei principiilor darwinismului clasic cu concepţiile despre mutaţii şi cu ideile despre populaţie ca unitate elementară a evoluţiei.

Principiile de bază ale teoriei sintetice a evoluției. Teoria sintetică a evoluției examinează mutațiile (variabilitatea mutațională) drept sursă principală a variabilităţii ereditare, alelele mutante se pot uni în diferite combinaţii (variabilitatea combinativă).

Selecţia naturală prezintă ***factorii elementari ai evoluției***, care este un rezultat al luptei pentru existenţă în diferite forme ale ei. ***Unitatea elementară a evoluției*** este populaţia. Procesele evoluţioniste, care au loc în populaţii, sunt numite **microevoluţie**. Drept rezultat al lor pot fi schimbările materialului ereditar al populaţiei – genofondului ei. Asemenea schimbări pot facilita crearea noilor specii – ***crearea speciilor***. Procesele evoluţioniste, care duc la crearea unităţilor sistematice de rang înalt – noi genuri, familii, ordine etc., se numesc **macroevoluţie**.

Populațiile organismelor vii și caracteristicile lor. Termenul ***populația*** a fost propus de savantul danez V. L. Yohannes (vezi des. 100). Speciile există sub formă de sisteme de populaţii, care, de regulă, interacţionează între ele. O astfel de interacţiune are loc în rezultatul schimbului materialului ereditar (migrarea indivizilor la animale, răs-pândirea sporilor sau seminţei de către vânt, apă, insecte etc.). Deci, populaţia este o ***unitate de structură și funcțională a speciei***. Totalitatea populaţiilor asemănătoare între ele, care se deosebesc de alte populaţii de aceiaşi specie printr-o variantă sau câteva ale trăsăturilor, formează ***subspecia***. Existenţa subspeciilor atestă despre plasticitatea ecologică a speciei, capacitatea ei de a se adapta la diferite condiţii ale mediului. De exemplu, tigrul are 9 subspecii la ora actuală, trei dintre care au fost nimicite complet de om, veverița are circa 10 subspecii.

Memorizăm: populația (din latină *populus* – popor, populaţie) este o comunitate de indivizi de o specie, care interacţionează între ei, un timp îndelungat sau mai puţin îndelungat populează teritoriul comun, parţial sau total s-au separat de alte asemenea grupări şi se caracterizează printr-o anumită garnitură de informaţie genetică – genofond.

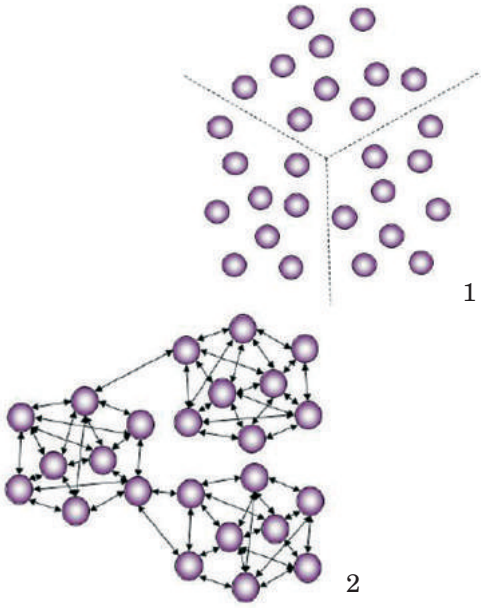
Memorizăm: există trei feluri de procese evoluționiste:

microevoluția (procesele evoluționiste au loc în interiorul populațiilor şi pot schimba genofondul lor);

crearea speciilor (crearea noilor specii);

macroevoluția (apariția unităților sistematice supraspecii)

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

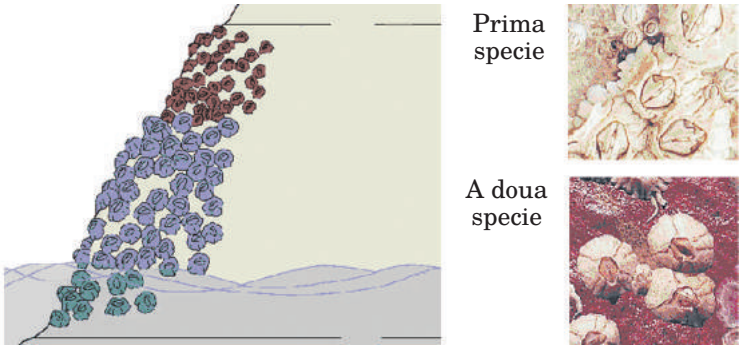


Des. 206. Principiile de separare a anumitor populaţii: 1 – după teritoriul pe care ele îl memorizează (dacă populaţiile sunt separate spaţial); 2 – după legăturile funcţionale tipice între indivizii unei singure specii

Prezența populațiilor în natură este legată de faptul că condițiile optime de existență sunt răspândite neuniform pe teritoriul unde se află specia (des. 206).

În rezultatul interacțiunii populațiilor de o anumită specie cu întregul complex al factorilor ecologici ai mediului înconjurător (atât cu natura nevie, cât și cu indivizii de alte specii) se formează **nișa ecologică** proprie.

Două specii nu pot un timp îndelungat să dețină una și aceiași nișă ecologică într-un anumit ecosistem. Dacă așa ceva se întâmplă, atunci specia cu un grad de competitivitate mai mare o constrânge din ecosistem pe cea cu un grad mai mic de competitivitate (*amintiți-vă*: șobolanul sur l-a constrâns pe cel negru: vezi des. 200, 1). Pe desenul 207 este ilustrat cum o specie competitivă de crustacee – ghindă maritimă –



Des. 207. Coexistența a două specii de ghindă maritimă într-un singur ecosistem pe contul împărțirii spațiale a nișelor lor ecologice

o strâmtorează pe alta mai puțin competitivă în condiții grele de existență pe un sector al stâncilor de la țărm. Aceasta asigură existența lor într-un singur sistem ecologic pe contul împărțirii spațiale a nișelor ecologice ale lor.

Populația constituie un sistem funcțional integru în componența ecosistemului. Ea dispune de toate condițiile pentru regenerarea sa, existența îndelungată și cu ajutorul adaptației se poate acomoda la schimbările condițiilor de existență.

Caracteristicile populațiilor. Mai întâi de toate este **numărul** – numărul general de indivizi care formează populația. Populațiile cu un număr mic, de exemplu, mamiferele de dimensiuni mari, pot include numai câteva zeci de indivizi (de exemplu, populația de tigri bengalezi – 20–30 de indivizi; des. 208, 1). În schimb, populațiile anumitor specii de insecte pot avea zeci și sute de mii de indivizi (des. 208, 2).

Memorizăm: nișa ecologică este poziția trofică (determinată prin caracteristica hranei pe care o consumă) şi spațială a populației de o anumită specie în ecosistem. Ea se formează în rezultatul interacțiunii cu populațiile de alte specii şi cu factorii naturii nevii.

Des. 208. Exemple cu animale, care formează populaţii nenumeroase şi numeroase: 1 – tigrul bengalez; 2 – lăcustele călătoare

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Densitatea populației este numărul mediu de indivizi pe o unitate de teren (în cazul ecosistemelor terestre) sau pe o unitate de volum (ecosistemele acvatice și de sol). Pe de altă parte, fiecare populație ocupă un anumit ***teren*** sau ***volum***. Acolo, unde condițiile de existență sunt optime, se observă o densitate mare a indivizilor de o anumită specie, iar acolo, unde condițiile nu sunt optime – mai mică.

Productivitatea populației înseamnă cantitatea de biomsă (producție), creată de indivizii populației într-o unitate de timp.

Structura spațială a populației înseamnă împărțirea indivizilor populației pe teritoriul ocupat de ea, ceea ce dă posibilitatea să fie folosite pe deplin resursele mediului de viață. În dependență de caracterul folosirii teritoriului populației animalele se împart în sedentare, nomade și migratoare (des. 209). *Populațiile de specii sedentare* (ursii bruni, cârtițele, viermii de ploaie etc.), de regulă, un timp îndelungat trăiesc pe unul și același teritoriu. *Populațiile de specii nomade* în căutare de hrană sau a unor condiții optime de existență sunt capabile să se mute la depărtări mai apropiate sau mai îndepărtate (graurii, vulpile argintii etc.). *Populațiile de specii migratoare* firește că-și schimbă locul de existență, spațial la o depărtare însemnată una de alta (de exemplu, diferite specii de rândunele).

În cazul existenței unor obstacole geografice, diferite populații ale aceleiași specii pot fi izolate complet unele de altele (populațiile de pește din diferite lacuri). Dacă teritoriul, ocupat de specie, este mult-puțin uniform, atunci hotarul între anumite populații, de obicei, nu este clar (populațiile de rozătoare, bunăoară marmitele în stepă sau în pustiu) (des. 210).

Structura de vârstă a populației se determină prin împărțirea indivizilor ei după categoria de vârstă. Reducerea bruscă a numărului indivizilor nematuri din punct de vedere sexual atestă despre reducerea în viitor a numărului populației, când acești indivizi vor ajunge maturi din punct de vedere sexual și vor lăsa un număr mic de urmași.

Structura sexuală a populației este determinată prin coraportul între indivizii de diferite sexe: la animale – masculi și femele (*amintiți-vă* de fenomenul ereditar și încercați să explicați prevalarea indivizilor de un anumit sex în populația animalelor de o anumită specie).

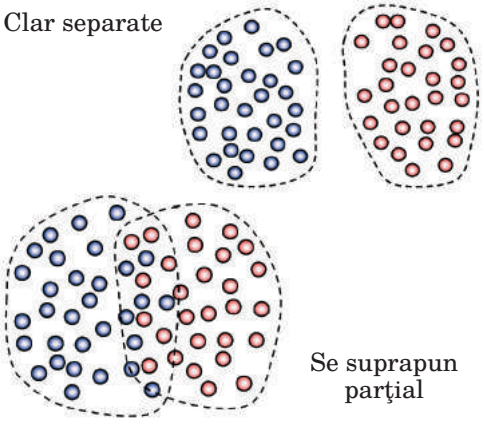
Structura ecologică a populației înseamnă un sistem de relații reciproce între indivizi, care se manifestă în comportarea lor. Din cursul de biologie din clasa a 7-a țineți minte că bazele biologice ale comportării animalelor sunt studiate de știința ***etologia*** (din greacă *etos* – caracter și *logos* – învățătură). Indivizilor de diferite specii le este caracteristic modul de viață singuratic sau în grup. În cazul modului singuratic de viață indivizii populației sunt, mai puțin sau mai mult, separați spațial și se adună numai în perioada înmulțirii, migrației etc. (scorpionii, cocoșii de mesteacăn, rățele mari). Modul de viață de grup este legat de crearea familiilor permanente, coloniilor, cirezilor etc. Existența în comun a organismelor sub formă de grupuri permanente oferă posibilitatea de a se acomoda mai bine la condițiile de trai (apărarea de răpitori, vânătoarea eficientă, supraviețuirea puilor etc.).

Structura genetică a populației. Fiecare populație are un genofond specific ei, care se formează în rezultatul încrucișării mult-puțin libere între indivizii ei, precum și datorită

Des. 209. Exemple cu animale, care duc un mod de viață sedentar – ursul brun (1), nomad – vulpea argintie (2) și migrator – rândunica (3)

E interesant să știm

În anul 1889 a fost înregistrat un stol de lăcuste călătoare care a ocupat o suprafață de 6000 km² și numără miliarde de indivizi.



Des. 210. Gradul de separare a populațiilor unei anumite specii

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Memorizăm: fiecare specie biologică este un sistem biologic integrat numai cu condiția că între populațiile ei aparte se înfăptuieşte un schimb permanent de informație ereditară sub formă de gene aparte. Imposibilitatea schimbului de informație ereditară între populații aparte – izolarea lor – duce la aceea că genofondul unor astfel de populații cu timpul se va deosebi tot mai mult şi va constitui premize pentru apariția noilor subspecii şi specii.

Pe scurt despre principalul

Teoria sintetică a evoluției constituie un complex de idei despre procesul evoluț-ionist, care a apărut în rezultatul sintezei principiilor darwinismului clasic cu teoria despre mutații şi cu ideile despre populație ca unitate elementară a evoluției.

Schimbarea numărului populației, cauzată de diferiți factori, se numeşte „valurile populației".

Fiecare populație are genofondul său, care se caracterizează printr-o anumită garnitură de gene alele şi frecvență de concentrație a anumitor alele şi a unirii lor. Genofondul populației se poate schimba în rezultatul acțiunilor diferitor factori evoluționişti: procesul mutațional, selecția naturală, valurile populației, izolarea, deriva genetică. Schimbările însemnate ale genofondului unor populații aparte ale speciei respective pot complica sau face imposibilă încrucişarea indivizilor acestei populații cu indivizii altei populații. Astfel este pusă baza pentru procesul de creare a noilor specii.

schimbului de informații ereditare cu alte populații. Diferite populații ale aceleiaşi specii se pot deosebi atât prin garnitura de gene alele, cât şi după frecvența concentrației anumitor gene alele şi unirii lor.

Asupra genofondului populației pot influența indivizii care migrează activ dintr-o populație în alta şi ***procesul mutațional,*** care duce la apariția a noilor alele ale anumitor gene. Una din cauzele schimbării structurii genetice a populației este, de asemenea, schimbarea întâmplătoare a frecvențelor concentrației alelelor şi a unirii lor – aşa-numita ***derivă genetică.*** De cele mai multe ori acest fenomen se întâmplă la populațiile puțin numeroase.

Una din cauzele derivei genetice sunt ***valurile populației*** – oscilațiile periodice sau neperiodice ale numărului indivizilor populației. De exemplu, în cazul reducerii numărului populației pot pieri în mare parte indivizii cu anumite uniri ale genelor alele. În schimb, frecvența concentrației altor alele poate crește brusc. Drept rezultat al proceselor evoluționite, care au loc în populații, poate fi apariția noilor subspecii, iar cu timpul şi a noilor specii.

Termeni şi noțiuni-cheie:

mutații în salt, teoria sintetică a evoluției, populația, nişa ecologică, valurile populației, microevoluția.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Pe ce se bazează concepțiile evoluționiste, numite „mutații în salt"? 2. Care sunt principiile de bază ale teoriei sintetice a evoluției? 3. Ce este populația? Care sunt caracteristicile ei principale? 4. Ce înseamnă structura populației? Ce structuri ale populației cunoaşteți? 5. Ce înseamnă genofondul populației? 6. Ce factori pot influența la schimbarea genofondului populației? Caracterizați-i.

Chibzuiți

De ce existența speciilor sub formă de sisteme de populații este o condiție necesară pentru apariția noilor specii?

§41. CREAREA SPECIILOR. DIRECȚIILE PRINCIPALE ALE PROCESULUI EVOLUȚIONIST

Amintiți-vă ce este specia. Ce înseamnă cariotip, genom şi genotip? Ce înseamnă areal? Cum se formează fructul la plantele cu flori? Care este însemnătatea fecundației duble la plantele cu flori?

Specia şi criteriile ei. *Amintiți-vă:* **specia** este totalitatea indivizilor populației, asemănători după structură, procesele de activitate vitală, poziția în ecosisteme (specia ocupă o anumită nişă ecologică), populează o anumită parte a biosferei (areal), se încrucişează liber între ei (dacă le este caracteristic fecundația încrucişată) şi dau urmaşi fecunzi.

Principiile de bază ale ***concepției biologice a speciei,*** pe care se bazează teoria sintetică a evoluției, sunt următoarele:

- indivizii unei specii constituie o anumită unitate genetică, deoarece au o garnitură de gene (genom) asemănătoare, însă ei se pot deosebi după garnitura de gene alele (genotip);

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

• totalitatea populaţiilor asemănătoare între ele, care se deosebesc de alte populaţii ale aceleiaşi specii printr-o variantă sau câteva variante ale trăsăturilor, formează subspecia; existenţa subspeciilor atestă despre plasticitatea ecologică a speciei;

• în natură anumite specii nu se încrucişează cu altele, chiar dacă are loc hibridizarea, urmaşii primiţi nu sunt capabili de a se înmulţi;

• populaţia este unitatea elementară a evoluţiei, doar în ea au loc toate procesele microevoluţioniste (variabilitatea ereditară, valul populaţiei, deriva genetică, selecţia naturală şi lupta pentru existenţă). Indivizii aparte, care formează populaţia, nu au un destin evoluţionist propriu, doar toate evenimentele evoluţiei sunt realizate în decursul schimbărilor a câtorva generaţii în rezultatul încrucişării.

Apartenenţa indivizilor la o anumită specie este determinată după anumite criterii – după trăsăturile şi proprietăţile caracteristice pentru indivizii speciei date, între care sunt particularităţile structurii şi procesele de activitate vitală asemănătoare, cerinţele faţă de condiţiile mediului de viaţă, genomul asemănător etc.

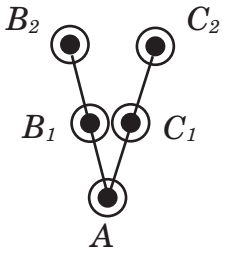
Mecanismele de creare a speciilor. Unul din tipurile procesului evoluţionist este ***crearea speciilor*** – procesul de apariţie a noilor specii şi schimbării lor în timp. Anterior ne-am amintit că premizele pentru crearea speciilor sunt schimbările în genofondul unor populaţii aparte sau a unor grupuri de populaţii, asigurate de izolarea lor reproductivă.

Izolarea în interiorul speciei de lungă durată duce la aceea că anumite populaţii pot evoluţiona independent de altele. Mutaţiile, care apar la unele populaţii, nu pot trece la altele. Deriva genetică duce la aceea că la diferite populaţii în diferite direcţii se schimbă genofondul. La rândul său, selecţia naturală restructurează genofondul fiecărei populaţii izolate în direcţia formării adaptaţiei la condiţiile concrete ale mediului de viaţă. De aceea, după genofondul lor populaţiile izolate devin tot mai puţin asemănătoare cu populaţiile altor specii.

Crearea speciilor se poate produce pe diferite căi, iar cel mai des pe calea divergenţei, când de la forma paternă de bază apar două sau mai multe noi specii-urmaşe. Noţiunea de ***divergenţă*** a fost introdusă de C. Darwin. Prin aceasta el a avut în vedere fenomenul deosebirii trăsăturilor la urmaşii strămoşului comun ca urmare a acomodărilor la diferite condiţii ale mediului înconjurător (des. 211).

Crearea speciilor pe calea divergenţei este rezultatul izolării. Potrivit tipurilor lor, există crearea geografică a speciilor şi crearea ecologică a speciilor.

Crearea geografică a speciilor are loc în rezultatul izolării spaţiale a populaţiei speciei strămoşeşti. Există foarte multe exemple. Este vorba şi de observările clasice ale lui C. Darwin pe arhipelagul Galapagos asupra varietăţilor păsărilor asemănătoare cu vrăbiile – cintezele (des. 212, 1). El a observat că pe fiecare insulă a arhipelagului există specii diferite de aceste păsări. Sunt specii foarte apropiate de specia care trăieşte pe partea continentală a Americii de Sud, lângă ţărmul căreia se află insulele arhipelagului. C. Darwin a explicat aceasta prin faptul că specia de pe continent, la timpul său, s-a mutat şi pe insulele arhipelagului, unde în condiţiile izolării, în rezultatul acomodării la anumite condiţii



Des. 211. Schema care ilustrează procesul de divergenţă: A – specia strămoşească; B_1, B_2, C_1, C_2 – speciile urmaşe

Memorizăm: procesul de divergență nu numai că explică apariția noilor specii în procesul evoluției, dar şi mărirea treptată a numărului lor, doar o singură specie strămoşească poate pune începutul unui număr anumit de specii-fiice.

Des. 212. Exemple de creare geografică a speciilor: 1 – diferite specii ale cintezelor de pe insulele arhipelagului Galapagos: atrageţi atenţia asupra faptului că diferite specii ale acestor păsări se deosebesc după forma ciocului, adaptat la hrana pe care o consumă; 2 – castorul european (a) şi castorul canadian (b)

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 213. Speciile de piţigoi, care puteau să apară pe calea separării nişelor ecologice

de pe o insulă sau alta, specia strămoşească a pus începutul unor specii caracteristice pentru fiecare insulă.

Pe teritoriul Eurasiei şi Americii de Nord trăiesc două specii de castori: castorul european, extins pe teritoriul ţărilor din Eurasia, şi castorul canadian, extins în America de Nord şi America Centrală (des. 212, 2). Se consideră că apariţia acestor specii este legată de faptul că înainte (cu câteva sute de mii de ani în urmă) Asia şi America de Nord erau unite cu un pod terestru şi pe teritoriul lor comun trăia o singură specie de castori. După crearea strâmtorii Bering şi în rezultatul izolării geografice, această specie a pus începutul a două specii de sine stătătoare.

Crearea ecologică a speciilor are loc în rezultatul apariţiei diferitor forme de izolare ecologică în limitele arealului patern:

- apariţia noilor specii în rezultatul măririi numărului garniturilor de cromozomi (poliploidizarea);
- apariţia izolării reproductive a indivizilor în rezultatul restructurării cromozomiale;
- hibridizarea cu dublarea în continuare a numărului cromozomilor;
- apariţia noilor specii prin împărţirea nişelor ecologice.

Ne referim la câteva exemple de creare ecologică a speciilor. Sunt cunoscute câteva specii apropiate de piţigoi (des. 213), care caută hrană asemănătoare sau diferită la diferite niveluri ale coroanei copacilor sau pe pământ. Astfel, fiecare dintre ele îşi are nişa sa ecologică. Broasca comestibilă (des. 214) a apărut în rezultatul hibridizării broaştelor de iaz şi de lac cu circa 5 mii de ani în urmă. În lacul Victoria din Africa, creat cu 12 mii de ani în urmă, trăiesc circa 500 specii de peşte – ciclide, care se deosebesc între ele după morfologie, modul de viaţă, comportament şi prin mai multe trăsături. Analiza moleculară şi genetică demonstrează că aceşti peşti provin de la un strămoş comun (des. 215).

Des. 214. Broasca comestibilă: specie care a apărut în rezultatul hibridizării broaştelor de iaz şi de lac

Mai există un tip de creare a speciilor – transformarea speciilor existente: specia-strămoşească se transformă în specii-urmaşe în decursul unei perioade îndelungate de timp. Această metodă de creare a speciilor se observă atunci, când schimbarea condiţiilor de existenţă a cuprins întregul areal. Astfel, la unele specii cu areal îngust, care nu s-a schimbat în decursul unei perioade îndelungate de timp, este cunoscută succesiunea mai multor specii, care se schimbă una pe alta în

Des. 215. Diferite specii de ciclide din lacul Victoria, apărute de la strămoşul comun

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

diferite epoci geologice. Drept exemplu pot servi speciile unor gastropode din lacurile Sloveniei, lacurile mari din Africa şi America de Nord. Fiecare din speciile contemporane ale acestor moluşte au un lanţ lung de specii-predecesoare (des. 216).

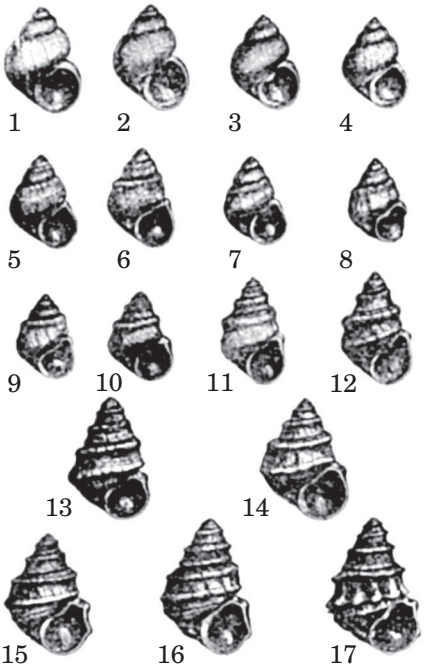
Direcţiile procesului evoluţionist. Ştiţi deja că una din direcţiile principale ale evoluţiei este divergenţa. Alte direcţii ale procesului evoluţionist sunt convergenţa şi paralelismul.

Convergenţa se manifestă atunci, când organismele neînrudite nimeresc în condiţii asemănătoare de existenţă. De aceea la ele, independent una de alta, pot apărea adaptări asemănătoare (des. 217, I). Astfel, la balenele cu dinţi (clasa Mamifere) în rezultatul adaptării la vânătoarea activă a apărut forma corpului asemănătoare cu cea a rechinilor (clasa Peşti cartilaginoşi), iar extremele din faţă se aseamănă cu înotătoarele. O înfăţişare asemănătoare aveau şi târâtoarele răpitoare – ihtiozaurii (des. 217, II, 1). Tulpini suculente sunt consideraţi atât cactuşii, cât şi unele Euphorbia, deşi aceste plante ţin de diferite subordine ale clasei Dioicelor (des. 217, II, 2).

În rezultatul convergenţei la organismele neînrudite se schimbă numai anumite organe, în primul rând acele, care contractează cu mediul înconjurător. De exemplu, extremele din faţă ale focilor (familia Phocidae) şi ale cetaceelor (familia Cetacea) le asigură mişcarea în apă, de aceea s-au transformat în aripioare. Iar planul general al structurii acestor organisme a rămas neschimbat.

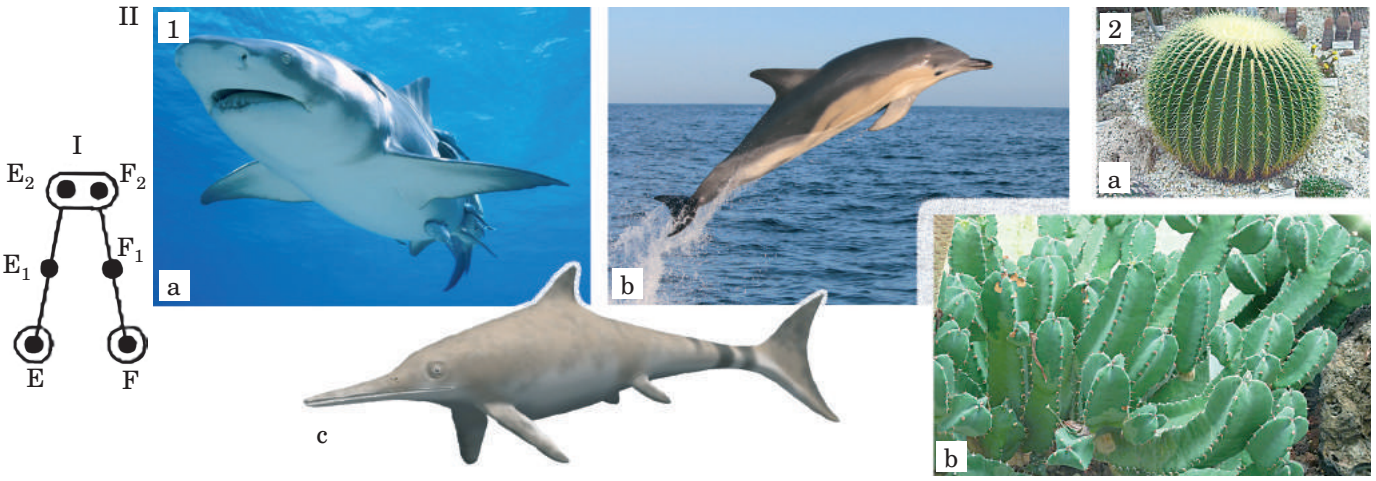
Deşi majoritatea speciilor au fost create pe calea divergenţei, însă în continuare speciile-fiice, nimerind în condiţii asemănătoare ale mediului înconjurător, independent una de alta s-au acomodat la ele. Deci, şi adaptarea la mediul înconjurător la ele poate decurge independent una de alta – paralel (des. 218. I). Iată un exemplu. Între reprezentanţii familiei Pisicilor sunt cunoscute aşa-numitele animale cu dinţii sabie (des. 218. II. 1, 2). Aceste animale răpitoare au trăit pe teritoriul Americii de Nord, după dimensiuni se aseamănă cu râşii contemporani, aveau coadă lungă. Având colţi puternici, ei puteau să vâneze prăzile mari.

Deci, la reprezentanţii a două genuri dispărute din diferite familii ale ordinului Carnivorelor, care provin de la un strămoş



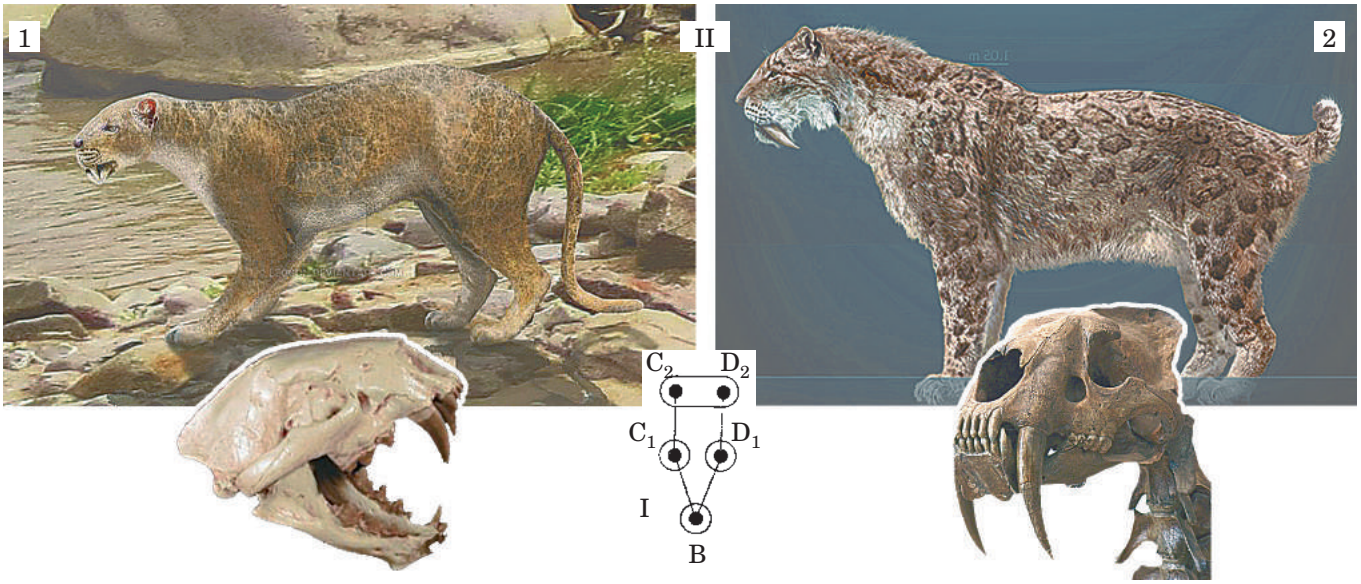
Des. 216. Lanţul succesiv al gastropodelor – de la cele contemporane (1) şi până la cele mai vechi (17)

Memorizăm: în mod real în natură există numai specii, categoriile de subspecii au fost introduse de savanți pentru comoditatea în studierea diversității biologice, proceselor evoluționiste etc. Apartenența speciei la o anumită familie, ordin etc. a fost stabilită de cercetători în baza gradului de înrudire istorică a lor, în corespundere cu anumite criterii.



Des. 217. I. Schema care ilustrează procesul de convergenţă (D şi E – speciile strămoşeşti: D_1, D_2 şi E_1, E_2 – specii-urmaşe). II. Exemple de convergenţă: 1 – răpitori activi din mediul acvatic: a – rechinul alb; b – delfinul comun; c – ihtiozaurul; 2 – tulpini suculente: a – cactusul; b – Euphorbia

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 218. I. Schema care ilustrează paralelismul: de la specia-strămoş B, pe calea divergenţei, apar două specii-fiice C_1 şi D_1, care pot nimeri în condiţii asemănătoare de existenţă şi se por dezvolta independent una faţă de alta. II. 1. Dinictis – reprezentantul unui gen dispărut al familiei dispărute Nimravidae (aşa-numiţii tigri cu dinţi sabie). 2. Smilodon – reprezentanţii acestui gen de pisici cu dinţi sabie (familia Pisicilor) au trăit cu 2,5 milioane – 10 mii de ani în urmă pe teritoriul Americii de Nord şi de Sud

Memorizăm: paralelismul înseamnă apariția trăsăturilor asemănătoare pe baza genetică comună.

Pe scurt despre principalul

Procesul evoluției, potrivit lui C. Darwin, se poate desfăşura pe calea divergenței (deosebirea trăsăturilor la urmaşii strămoşului comun) sau a convergenței (formarea trăsăturilor asemănătoare la organismele neînrudite în rezultatul adaptării la condiții asemănătoare ale mediului de viață).

Unul din tipurile proceselor evoluționiste este crearea speciilor – procesul de apariție a noilor specii şi de schimbare a lor în timp. Specia este considerată drept unitate sistematică de bază, care există în mod real în natură.

Procesele de creare a speciilor pot avea loc prin diferite metode, printre acestea cele mai răspândite sunt cele geografice şi ecologice, care se bazează pe diferite forme de izolare: respectiv geografic (legată de izolarea în spațiu) şi ecologică (fără izolarea în spațiu). Sunt posibile şi alte variante de formare a speciilor, de exemplu, calea transformării speciilor existente: specia-strămoş se transformă în specie-urmaş în decursul unei perioade îndelungate de timp.

comun, s-au format trăsături asemănătoare – colţi puternici ca adaptare la vânătoarea de pradă mare.

Fenomenele evoluţiei paralele trebuie deosebite de cele ale convergenţei. Paralelismul întotdeauna începe de la procesul divergenţei. În cazul evoluţiei paralele trăsăturile asemănătoare se formează independent de grupurile de organisme de înrudire apropiată, adică a acelora care au multe grupuri de gene comune. De aceea, în genofondul speciilor înrudite este firească apariţia unor asemenea mutaţii, în baza cărora se formează asemenea trăsături.

Amintiţi-vă: procesele evoluţioniste, care duc la apariţia taxonilor supraspecie (genuri, familii etc.), sunt numite *macroevoluţie*. În acest caz factorii evoluţionişti sunt variabilitatea ereditară, izolarea teritorială şi reproductivă etc.

Termeni şi noțiuni-cheie:

crearea speciilor, criteriile speciei, divergența, convergența, paralelismul.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. În ce constă concepția biologică a speciei? 2. Ce însemnătate are izolarea reproductivă pentru crearea speciilor? 3. Care este deosebirea între crearea geografică şi ecologică a speciilor? 4. Oare poate crearea speciilor avea loc fără divergentă? Argumentați raspunsul. 5. Ce este convergența? Dați exemple de evoluție convergentă? 6. Caracterizați paralelismul ca dicecție a evoluției.

Chibzuiți

1. În care caz speciile-fiice, care provin de la un strămoş comun, vor fi mai mult asemănâtoare între ele: în cazul creării geografice a speciei sau în cazul creării ecologice a speciei? 2. Ce este comun şi deosebit în procesele micro- şi macroevoluției?

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

§42. ROLUL DIFERITOR ŞTIINŢE LA ARGUMENTAREA TEORIEI EVOLUȚIEI

Amintiți-vă ce sunt divergența, convergența, atavismele. Ce este biosfera? Care sunt particularitățile structurii și funcțiilor cloroplastelor și mitoncondriilor? Care specii sunt numite „ecologic plastice” și „ecologic neplastice”. Ce studiază biologia moleculară?

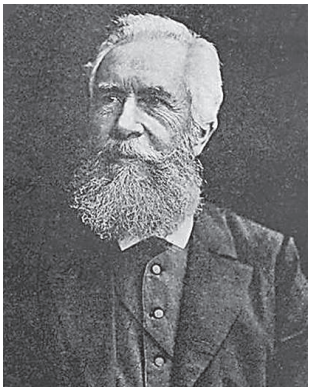
Antrenarea datelor diferitor științe pentru confirmarea realităţii procesului evoluției și clarificarea direcțiilor evoluției unei grupe aparte de organisme pentru prima dată a fost propus de eminentul savant german E. Haeckel (des. 219). Anume el este considerat fondatorul direcției filogenetice în teoria evoluționistă.

Filogeneza (din greacă *filon* – gen și *genesis* – origine) înseamnă căile dezvoltării istorice atât a unor grupuri sistematice aparte (de la specii până la regnuri), cât și întregii naturi vii. Pentru clarificarea filogenezei unei grupe sistematice aparte E. Haeckel a propus să fie comparate datele a trei științe biologice: paleontologiei, anatomiei comparative și embriologiei.

Paleontologia este știința despre organismele care au trăit în fostele perioade geologice. Savanții-paleontologi descoperă resturi ale organismelor împietrite, sub formă de amprente pe straturile de cărbune, urme ale activității lor vitale (des. 220). Ei reconstruiesc înfățișarea lor exterioară (des. 220, 4), stabilesc timpul când au existat aceste organisme, determină starea lor sistematică, încearcă să clarifice particularitățile biologiei (mediul de trai, modul de alimentație, particularitățile înmulțirii etc.).

Savanții leagă formele fosile și contemporane ale organismelor într-un unic ***arbore filogenetic*** – succesivitatea schimbărilor istorice ale organismelor în limitele unui anumit grup sistematic. Studiind acest arbore al organismelor, pot fi urmărite schimbările, care au loc în ele, începând de la formele strămoșești până la cele contemporane. Renumitul savant în domeniul paleontologiei, V. O. Kovalevski, a reînnoit arborele filogenetic al calului (des. 221).El a stabilit că actualii cai cu un deget la picioare provin de la niște strămoși mici cu cinci degete la picioare, care au trăit în păduri cu 60–70 milioane de ani în urmă. Schimbarea climei i-a impus pe strămoșii calului contemporan să se adapteze la noile condiții – în spațiile largi, unde erau nevoiți să parcurgă distanțe mai mari în căutarea hranei și să fugă de fiarele răpitoare. De aceea, evoluția lor a fost însoțită de reducerea numărului degetelor la picioare de

Memorizăm: asemănările structurii exterioare a organismelor, care țin de o anumită formă de viață, deseori sunt asigurate nu de relațiile de rudenie dintre ele, ci de adaptările asemănătoare la un anumit mediu de viață.

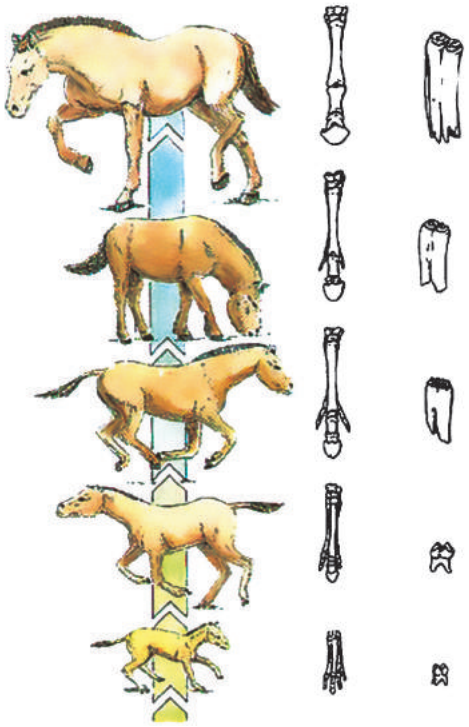


*Des. 219. **Ernst Heinrich Haeckel** (1834–1919): renumit biolog german, fondatorul direcției filogenetice în teoria evoluționistă, unul dintre autorii legii biogenetice, autorul termenului „ecologia”; primul a propus să fie comparate datele diferitor științe pentru stabilirea relațiilor de rudenie dintre diferite grupe de organisme*

Des. 220. Cercetări paleontologice: 1 – săpăturile resturilor organismelor fosile; 2 – scheletul împietrit al dinozaurului; 3 – amprentele plantelor străvechi; 4 – reconstrucția aspectului exterior al dinozaurului răpitor Tiranozaur Rex (se traduce ca tiranozaur regal)

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Memorizăm: sistemul de organisme include nu numai speciile contemporane, dar şi cele din fostele perioade geologice.



Des. 221. Arborele filogenetic al calului, creat de V. O. Kovalevski.
Temă. *Analizaţi schimbările care au avut loc la aceste animale în procesul evoluţiei.*

Des. 222. Legea biogenetică se bazează pe stadiile comparative de dezvoltare: 1 – a peştelui; 2 – a salamandrei; 3 – a broaştei ţestoase; 4 – a şobolanului; 5 – a omului

la cinci la unu (*chibzuiţi* de ce), lungirea picioarelor, mărirea dimensiunilor corpului, schimbarea formei creierului etc.

Deci, arborii filogenetici ai speciilor, care se schimbă succesiv unele pe altele în procesul evoluției, sunt un argument important al procesului evoluției.

E. Haeckel a elaborat metoda grafică de ilustrare a dezvoltării istorice a anumitor grupe de organisme în forma așa-numiților ***arbori filogenetici***.

Embriologia comparativă este știința, care cercetează particularitățile dezvoltării embrionare a diferitor grupuri de organisme; descoperă trăsăturile asemănătoare și cele diferite la stadiul de dezvoltare embrionară ale diferitor, dar înrudite, grupuri de organisme. Studiind particularitățile dezvoltării individuale (ontogenezei) a diferitor grupuri de animale, E. Haeckel și alt savant german, Friedrich Muller (1822–1897) au stabilit legăturile între dezvoltarea istorică (filogeneza) și dezvoltarea individuală (ontogeneza) a anumitor organisme. Cu timpul, concluziile lor au fost numite ***legea biogenetică.*** Această lege afirmă că dezvoltarea individuală (ontogeneza) a oricărui organism este o repetare scurtă și concentrată a dezvoltării istorice (filogeneza) a acestei specii. Astfel, analiza fazelor dezvoltării embrionare a diferitor clase de vertebrate demonstrează prezența la ele, la anumite stadii ale dezvoltării embrionare, a branhiilor, coardelor, inimii bicamerale etc. (des. 222). Aceasta, în opinia lui E. Haeckel și F. Muller, urmează să fie o mărturie a proveniență vertebratelor terestre de la strămoșii asemănători cu peștii. La etapele mai timpurii ale ontogenezei se formează trăsăturile unor strămoși mai îndepărtați, iar la ultimele – ale celor mai apropiați strămoși.

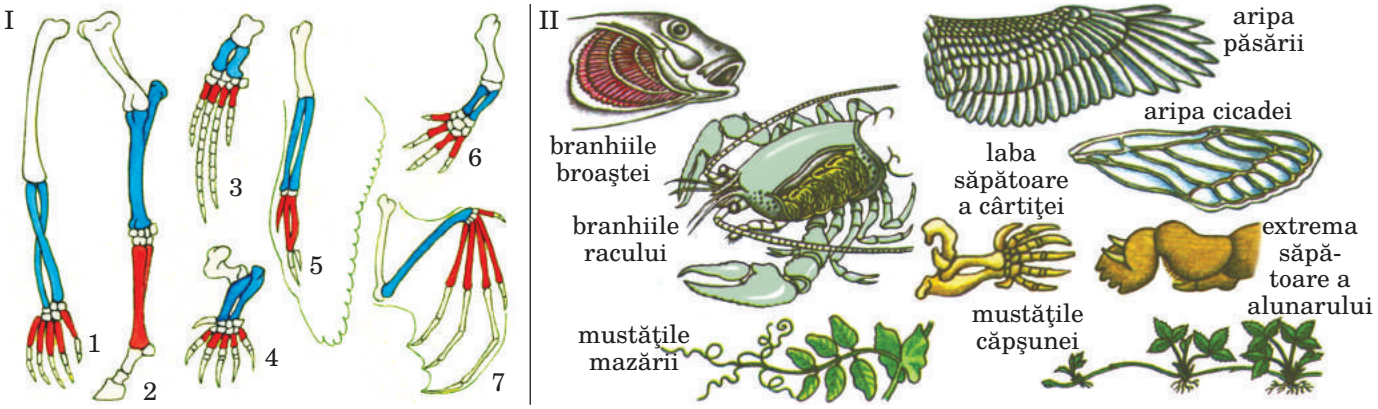
Anatomia comparativă studiază particularitățile structurii corpului, organelor, sistemelor lor la diferite grupuri sistematice de organisme și determină particularitățile schimbărilor lor în procesele evoluției. Încă cercetările din secolul al XIX-lea au demonstrat că din întreaga diversitate de animale și plante pot fi evidențiate anumite grupuri, în limitele cărora toți reprezentanții au o structură asemănătoare. Asemenea grupe de animale sunt numite „tipuri”, iar de plante – „secții”.

Datorită cercetărilor în domeniul anatomiei comparative și embriologiei a fost elaborată noțiunea despre organele analoge și omologe, rudimente și atavisme. ***Organele omologe*** (din greacă *omologia* – corespundere) au proveniență comună, de aceea și planul general al structurii lor se aseamănă. Drept exemple de organe omologe sunt membrele din față ale diferitor mamifere (piciorul calului, aripa liliacului, membrele din față ale maimuței, aripioarele delfinului, labele din față ale cârtiței etc.), sau lăstarii subterani ai plantelor de flori (bulbul lalelei, bulbul șofranului, rădăcina crinului, tuberculele cartofului) (des. 223, I).

Organele analoge (din greacă *analogia* – asemănătoare) au structură exterioară asemănătoare, care îndeplinesc funcții asemănătoare (des. 223. II). Ele au origine diferită și de aceea planul structurii este diferit. Organe analoge sunt, de exemplu, aripile liliecilor și insectelor, branhiile peștilor și moluștelor, la plante – acele, care sunt vlăstari modificați (păducel) sau frunze (cactuși).

Rudimentele (din latină – *rudimentum* – început) sunt structuri sau organe nedezvoltate sau simplificate la indivizii

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 223. Exemple de organisme omologe (I): 1 – extrema din faţă a maimuţei; 2 – a calului; 3 – a balenei; 4 – a cârtiţei; 5 – a păsării; 6 – a salamandrei; 7 – a liliacului (temă: numiţi funcţiile acestor extreme); şi de organe analoge (II)

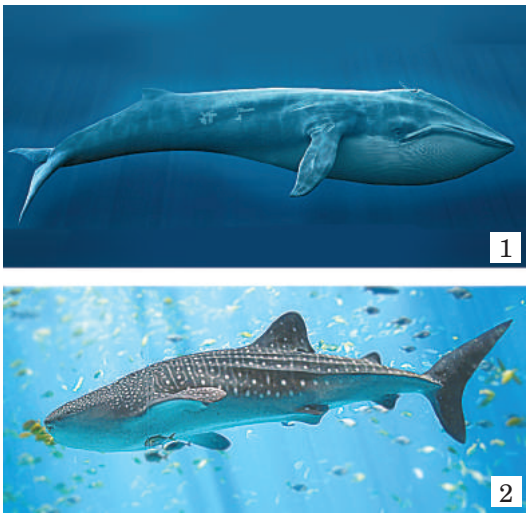
unei anumite specii, care şi-au pierdut funcţiile în decursul dezvoltării lor istorice (des. 224). Ele sunt la toţi indivizii unei anumite specii (de exemplu, resturile brâului bazinului la balene, ochii nedezvoltaţi la cârtiţe, rudimentele frunzelor la rizomii chirului, crinului etc. des. 224). Rudimentele ori nu îndeplinesc nici o funcţie, cum ar fi rudimentul celei de-a treia pleoape – membrana ce mişeşte – la mamifere, sau îşi asumă noi funcţii. De exemplu, rudimentul celei de-a doua perechi de aripi la muşte, care şi-au pierdut funcţiile de zbor, dar ajută la menţinerea echilibrului în timpul zborului (des. 224, 2).

Anterior ne-am amintit că la unii indivizi ale speciilor pot să apară atavisme – variante ale trăsăturilor caracteristice strămoşilor lor (vezi des. 193).

Biogeografia este ştiinţa despre legitatea extinderii pe globul pământesc a speciilor de fiinţe vii şi a grupărilor lor – a complexelor biogeografice. Datele biogeografiei sunt folosite pentru a clarifica originea florei şi faunei din anumite regiuni ale planetei noastre. De exemplu, pe teritoriul Eurasiei şi Americii de Nord există asemenea ecosisteme asemănătoare, în componenţa cărora intră specii de animale şi plante apropiate, de exemplu arţarul obişnuit şi arţarul american, nurca europeană şi nurca americană, castorii european şi canadian (des. 226) etc.

Citologia. Cercetările structurii celulelor diferitor organisme eucariote (ale plantelor, ciupercilor, animalelor), efectuate încă în prima jumătate a secolului al XIX-lea, au demonstrat unitatea planului lor de structură (vezi des. 80).

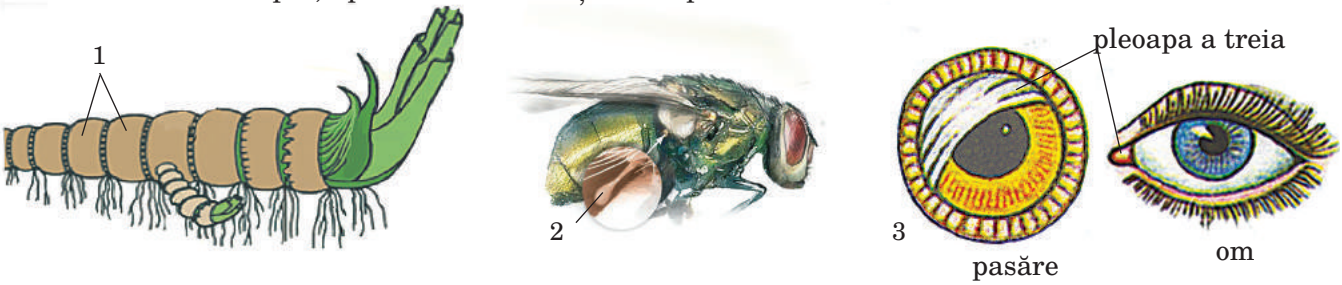
Amintiţi-vă: pe ce se bazează metoda citogenetică de cercetare. Ştiţi deja că fiecare specie de organisme are cariotipul său – o anumită garnitură de cromozomi, aflată în nucleul celulei. De exemplu, speciile de maimuţe – cimpanzeul



Des. 225. Aspectul exterior al balenei albastre (1) şi rechinului-balenă (2). Trăsăturile care au apărut în rezultatul convergenţei, care deseori servesc drept exemplu de organe analoge. Astfel, înotătoarea de la coada balenei este doar o convoluţie a pielii.

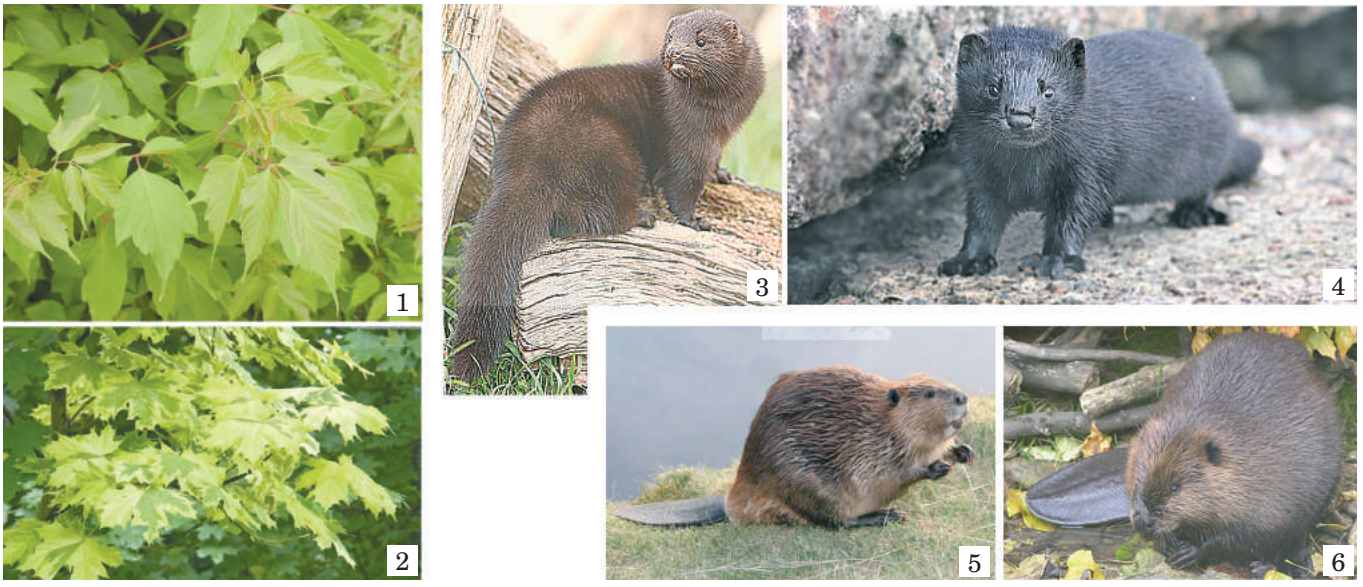
E interesant să ştim

Pe desenul 225 sunt prezentaţi doi locuitori ai mărilor: balena albastră, care ţine de clasa Mamifere, şi rechinul-balenă – reprezentantul clasei Peşti cartilaginoşi. Ei au trăsături exterioare asemănătoare (chibzuiţi care).



Des. 224. Exemple de rudimente: 1 – frunze rudimentare la rizomii crinului; 2 – cea de a doua pereche de aripi rudimentare la muşte; 3 – membrana rudimentară la ochii mamiferelor

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 226. Specii apropiate care populează teritorii din Eurasia şi America de Nord. 1. Frunză de arţar obişnuit. 2. Frunză de arţar american. 3. Nurcă europeană – animal mic (de la nas şi până la coadă are 65 cm lungime) din familia Pisicilor. Trăieşte în vizuini pe malul apelor din Europa şi Asia de Vest. Este introdusă în Cartea Roşie a Ucrainei. 4. Nurca americană, după modul de viaţă, se aseamănă cu cea europeană, însă are o dimensiune mai mare (până la 80 cm lungime). S-a aclimatizat în Europa, unde o strâmtorează pe cea europeană. 5. Castor european. 6. Castor canadian. Se deosebeşte de castorul european prin dimensiuni mai mici şi are o coadă mai lată şi ovală. Aceste două specii se deosebesc după cariotip: castorul european are 48 de cromozomi în garnitura diploidă, pe când cel canadian – 40

Memorizăm: organismele omologe au un plan asemănător al structurii, deoarece au originea comună. Urmaşii strămoşului comun, nimerind în diferite condiții de existență, se adaptează la noile condiții, de aceea înfățişarea exterioară a organismelor omologe se schimbă: astfel, aripioarele balenei au fost acomodate pentru a servi la înot, aripile liliacului pentru zbor, labele din față ale cârtiței pentru săparea tunelurilor în sol. Deci, organismele omologe apar pe calea divergenței, ele fiind o confirmare a înrudirii organismelor.

Memorizăm: organele analoge nu au un plan asemănător al structurii, deoarece nu au o origine comună. Ele se aseamănă la exterior, deoarece aceste organisme neînrudite trăiesc în acelaşi mediu. Este un exemplu al convergenței. Deci, şi liliecii, şi insectele sunt capabile să zboare. Însă, aripile liliacului prezintă o modificare a extremelor din față, iar aripile insectelor – formațiuni ale învelişului segmentelor pieptului.

și gorila – au un număr egal de cromozomi – 48. Însă, cromozomii lor se deosebesc după structură. Sunt foarte apropiate cariotipurile cimpanzeului și omului (cariotipul omului numără 46 de cromozomi).

Deci, studiind cariotipurile diferitor specii (numărul cromozomilor și particularitățile structurii unor perechi anumite de cromozomi analogi), se poate face concluzia cât de strânse sunt legăturile lor de rudenie: la speciile înrudite particularitățile structurii cariotipului se aseamănă mai mult, decât la cele neînrudite.

Ecologia. Etapa actuală a dezvoltării teoriei evoluției se caracterizează prin sintetizarea datelor ei și a datelor ecologiei. În deosebi, factorii ecologici, în același timp, sunt considerați și factori ai evoluției.

Biologia moleculară și genetica. Comparând succesiunea nucleotidelor moleculelor de ADN ale diferitor specii după gradul lor de asemănare, savanții clarifică gradul de înrudire a acestora. Două specii care provin de la un strămoș comun (două specii ale aceluiași gen) dispun de material ereditar asemănător în comparație cu speciile care aparțin la două genuri înrudite, dar diferite. În genetica omului această metodă este aplicată pentru determinarea relațiilor de rudenie între diferiți oameni.

E interesant să știm

Savanta americană Lynn Margulis (1938–2011) a explicat proveniența plastidelor prin rezultatul simbiozei celulei eucariote strămoşeşti cu celula autotrofă a cianobacteriilor, iar mitocondrii – cu celula heterotrofă aerobă a bacteriilor. *Amintiți-vă*: aceste organite au material ereditar propriu, ribozomi proprii, capabili să se înmulțească prin diviziune, independent de diviziunea celulei.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Termeni şi noţiuni-cheie:

arborele filogenetic, legea biogenetică, organele omologe şi analoge, rudimentele.

Verificaţi-vă cunoştinţele obţinute

1. Ce este filogeneza şi arborele filogenetic? 2. Ce confirmă legea biogenetică? 3. Care organe sunt numite „omologe” şi care „analoge”? 5. Ce sunt rudimentele şi atavismele? 5. Ce însemnătate au pentru teoria evoluționistă datele cercetărilor moleculare şi genetice?

Chibzuiți

1. Cu ajutorul profesorului daţi exemple de organe omologe şi analoge la animale şi plante şi argumentaţi-vă părerile. 2. Din materialul precedent aţi aflat ce sunt organitele, cum cloroplastele şi mitocondrii au putut să apară pe contul simbiozei anumitor tipuri de celule procariote din celula strămoşească pentru eucariote. Cum puteau să apară asemenea organite ca complexul Golgi, reticulul endoplasmatic, vacuolele, originea cărora nu este legată de celulele procariote?

§43. OPINIILE DESPRE LUME ŞI CELE ŞTIINŢIFICE PRIVIND APARIŢIA ŞI DEZVOLTAREA ISTORICĂ A VIEŢII

Amintiţi-vă în ce constă contribuţia lui Carl Linaeus la dezvoltarea biologiei. Ce categorii taxonomice ştiţi? Ce este ipoteza, regula, legea, teoria în biologie? Ce este divergenţa?

Am examinat datele diferitor ştiinţe biologice, care demonstrează realitatea procesului evoluționist, şi am stabilit direcţiile principale ale evoluţiei materiei vii pe planeta noastră. Nu apare nici o îndoială că direcţiile principale ale evoluţiei au fost generate de complicaţia organizării organismelor vii.

Dezvoltarea treptată a materiei vii de la formele simple la cele complicate a cauzat relaţiile reciproce la toate nivelurile între tot ce e viu pe planeta noastră. Această idee a fost exprimată de eminentul savant ucrainean, V. I. Vernadski (des. 227). Astfel, nivelurile inferioare de organizare a materiei sunt elemente componente ale celor superioare: moleculele – în componenţa celulelor, celulele – în componenţa ţesuturilor şi organismelor, organismele – în componenţa populaţiilor şi speciilor, speciile – în componenţa ecosistemelor, ecosistemele – în componenţa unicului ecosistem global – biosfera.

Unitatea elementară a evoluţiei este populaţia organismelor, iar mediul schimbărilor evoluționiste – ecosistemele, în care toate populaţiile sunt legate reciproc cu legături trofice, spaţiale etc. şi de aceea influenţează una asupra alteia. Procesele microevoluționiste, care au loc în populaţii, pot cauza schimbarea genofondului lor, ceea ce formează premize pentru crearea speciilor – apariţia noilor specii. La rândul său, crearea speciilor, de obicei, are loc cu ajutorul divergenţei – proveniența urmaşilor de la strămoşul comun. Datorită acestui fapt, savanţii stabilesc grupuri sistematice de organisme, care

Memorizăm: studierea rudimentelor şi atavismelor este o etapă necesară pentru clarificarea relaţiilor de rudenie ale diferitor grupuri de organisme, adică a originii lor comune.

Memorizăm: unitatea planului de structură al diferitor grupuri de organisme atestă despre unitatea lumii organice. Diversitatea lor este rezultatul procesului evoluționist.

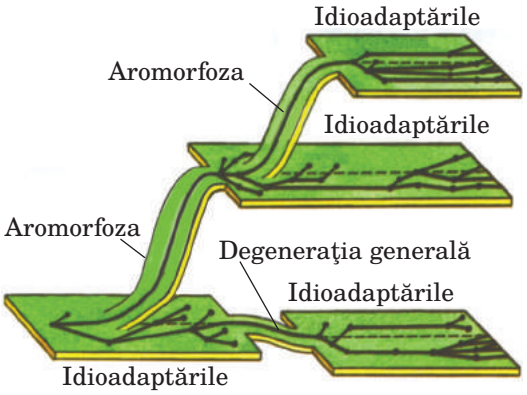
Pe scurt despre principalul

Pentru demonstrarea realităţii procesului evoluționist, clarificarea gradului de rudenie al diferitor grupuri de organisme sunt folosite datele mai multor ştiinţe: anatomia comparativă, paleontologia, embriologia comparativă, biogeografia, citologiei, ecologia, biologia moleculară etc.

Des. 227. ***Vernadski Volodymyr*** *(1863–1945): eminent savant ucrainean, a creat concepţia despre biosferă şi noosferă, fondatorul noii ştiinţe – biochimia, care studiază activitatea diferitor grupuri de organisme în ceea ce priveşte transformarea învelişului planetei noastre. Este unul dintre fondatorii Academiei Ucrainene de Ştiinţe (în prezent – Academia Naţională de Ştiinţe a Ucrainei) şi primul preşedinte al ei. Este fondatorul Bibliotecii Naţionale a Ucrainei (care îi poartă numele)*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 228. Tipul Artropodelor este un exemplu al grupului de animale monofiletice. ***Temă.*** *Cu ajutorul profesorului numiţi grupele de care ţin artropodele prezentate pe desen.*



Des. 229. Căile de atingere a progresului biologic

Memorizăm: specializarea îngustă a speciilor deseori este consecinţa posibilei concurenţe: ea poate reduce acuitatea concurenţei între ele.

includ toţi urmaşii strămoşului comun (împreună cu cei care au dispărut în procesul evoluţiei (des. 228). Ei sunt numiţi urmaşi *monofiletici*.

Amintiţi-vă: toţi factorii ecologici, care acţionează asupra organismelor şi grupărilor lor, sunt, totodată, şi factori ai evoluţiei. În procesul evoluţiei, de obicei, supravieţuiesc indivizii cei mai bine adaptaţi, cei mai slab adaptaţi – pier.

Direcţiile principale ale procesului evoluţionist. În anii 20 ai secolului al XX-lea O. M. Severţov (vezi des. 205, 1) a elaborat învăţătura despre procesul şi regresul biologic. ***Procesul biologic*** este rezultatul adaptării perfecte a organismelor la condiţiile de trai. O manifestare a progresului biologic este predominarea în populaţie a natalităţii asupra mortalităţii. Savantul a dat drept exemple de progres biologic mărirea numărului indivizilor, extinderea arealului, crearea noilor subgrupuri în mijlocul anumitor grupuri sistematice.

Apariţia noilor adaptaţii la mediul de viaţă reduce mortalitatea şi, prin urmare, creşte numărul indivizilor. Creşterea densităţii populaţiei intensifică concurenţa în interiorul speciei. Aceasta îi face pe indivizii speciei să-şi schimbe locul, să extindă arealul. Drept consecinţă, se creează noi populaţii şi subspecii. De exemplu, în starea progresului biologic în prezent se află asemenea specii: cioara sură, şvabul roşcat, iepurele sur, pinul obişnuit, chirul; între taxonomii de cel mai înalt grad – angiospermele, insectele, gastropodele, păsările, mamiferele etc.

Spre deosebire de progresul biologic, ***regresul biologic*** este rezultatul incapacităţii unei anumite grupe de a se acomoda la schimbările mediului. El se manifestă prin reducerea numărului organismelor, îngustarea arealului şi poate duce la dispariţia acestei grupe. De exemplu, în ordinul Prolosciea, care pe timpuri a cunoscut o dezvoltare, în prezent au rămas numai două specii – elefantul african şi cel indian, care se află sub pericolul dispariţiei complete.

Progresul biologic poate fi atins pe diferite căi: complicarea organizării (aromorfoza), schimbările morfologice fără ridicarea sau reducerea nivelului general al organizării (idioadaptarea) şi simplificarea organizării (degeneraţia generală) (des. 229).

Aromorfoza este transformarea evoluţionistă care sporeşte nivelul de organizare a organismului în ansamblu şi deschide noi posibilităţi pentru cucerirea noilor medii de existenţă. De exemplu, apariţia inimii cu patru camere a contribuit la circuitul sângelui prin sistemul venos şi arterial şi a condiţionat apariţia sângelui cald, astfel temperatura corpului la păsări şi mamifere mai puţin depinde de temperatura din mediul ambiant; apariţia florilor la plantele angiosperme a dus la diversificarea procedeelor de polenizare, la apariţia procesului de fecundaţie dublă.

Idioadaptarea înseamnă schimbările în structura organismului, care au particularitatea de adaptare la diferite condiţii şi nu-i schimbă nivelul organizării lui. Exemple de idioadaptare – structura florilor angiospermelor, acomodatela diferite procedee de polenizare (cu ajutorul insectelor, vântului etc.); diversitatea organelor gurii la insecte, acomodate la diferite feluri de hrană etc. (des. 230).

Degeneraţia generală este un fenomen de simplificare a organismelor în procesul evoluţiei. Ea este caracteristică

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

pentru paraziți și organisme care se mișcă puțin (dispariția sistemului digestiv la viermii intestinali, lipsa capului la moluștele bivalve etc.).

Problema apariției vieții pe planeta noastră și în prezent rămâne una din cele centrale în știința contemporană. În momentul de față nu există o ipoteză unică, care ar da un răspuns univoc la această întrebare și ar aduce dovezi convingătoare. Există mai multe ipoteze, fiecare dintre ele intenționând să explice apariția materiei vii pe planeta Pământ de pe pozițiile sale.

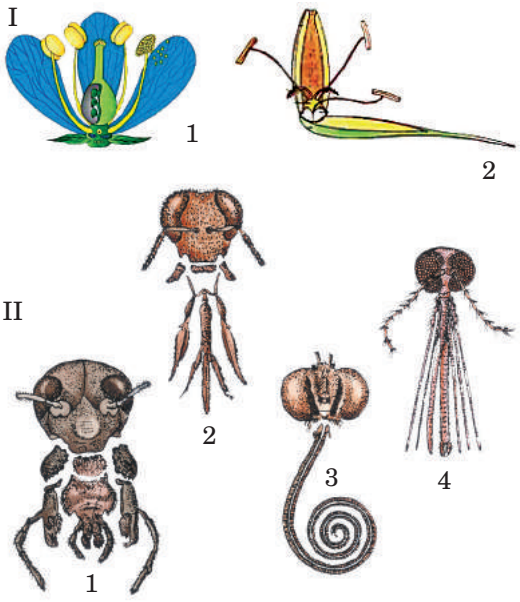
Creaționismul (din latină *creationis* – creație) este o concepție, în conformitate cu care lumea anorganică și toate ființele vii, inclusiv omul, au fost create de Dumnezeu. Opiniile creaționiștilor se bazează pe textele din Cărțile Sfinte: Biblia (la creștinism), Tora (la iudaism), Coranul (la musulmanism). Creaționismul contemporan se caracterizează prin prezența mai multor direcții, o parte dintre care nu recunoaște procesul evoluției, altele consideră că evoluția este un mijloc prin care Dumnezeu își realizează scopul.

Ipotezele abiogenezei (ipotezele apariției spontane a vieții din materie anorganică) sunt cunoscute încă din epoca antică. Ele au fost lansate de savanți din civilizațiile străvechi ale Chinei, Greciei, Egiptului cu mii de ani în urmă. În deosebi, filozoful din Grecia antică Anaximandru (des. 231, 1) considera că ființele vii provin din depunerile de pe fundul mărilor: din apa încălzită și pământ. Un alt învățat din Grecia antică, Aristotel (des. 231, 2) considera că ființele vii apar permanent din nămol etc., particulele cărora conțin un „germen activ”, care în condiții anumite poate pune începutul organismului viu.

Opiniile privind posibilitățile apariției vieții de la sine au existat mult timp. Astfel, cercetătorul olandez J. van Helmont (1577–1644) a descris apariția („naștere întâmplătoare”) șoarecilor din rufe murdare și semințe de graminee într-un dulap închis.

Mulți savanți au încercat pe calea cercetărilor să demonstreze imposibilitatea apariției de la sine a vieții, însă experimentele lor s-au dovedit a fi neconvingătoare. Numai în 1860–1862 biologul francez Louis Pasteur a demonstrat experimental imposibilitatea apariției de la sine a vieții pe planetă în condițiile actuale (des. 232). El a construit un utilaj original în formă de bec în care a fost introdus un tub în formă de S. În bec savantul a turnat bulion clocotit. Spre deosebire de vasele de altă formă, unde în scurt timp deasupra bulionului se observa „apariția de la sine a vieții” – pelicula bacteriană, în becul lui Pasteur bulionul rămânea steril mult timp. Explicația este că, deși aerul pătrundea liber pe suprafața bulionului, sporii și chistele bacteriilor se depuneau în tubul în formă de S și se rețineau acolo. Era de ajuns să fie scos tubul și suprafața bulionului se acoperea cu o peliculă bacteriană. Deci, L. Pasteur a demonstrat imposibilitatea apariției de la sine a vieții pe planeta noastră și pentru aceasta, în 1862, i s-a decernat premiul Academiei de Științe Franceze.

Cea mai cunoscută dintre ipotezele abiogene despre apariția vieții este ipoteza biochimică, propusă în anii 20 ai secolului al XX-lea de A. I. Oparin și J. Haldane (des. 233, 1). Ei considerau că evoluția biologică a fost precedată de evoluția chimică ale substanțelor organice, care a durat câteva sute



Des. 230. Exemple de idioadaptare: I – structura florii plantelor polenizate de insecte (1) şi florii polenizate de vânt (2); II – organele gurii insectelor de tipul rozător (1) – predispus la consumarea hranei solide; de tipul rozător şi de lingere a hranei (2) – predispus pentru lingerea hranei lichide; de tipul de sugere (3) – predispus la sugerea nectarului; de tipul de înţepare-sugere (4) – predispus pentru înţeparea membranei plantelor, pielii animalelor şi omului şi de a suge din plante suc, de la animale şi om – sânge

*Des. 231. Învăţaţi din Grecia antică – autorii primelor ipoteze despre apariţia vieţii: 1 – **Anaximandru** (aproximativ 610–546 î.e.n.): unul dintre primii a lansat ipoteza despre apariţia lumii, a introdus termenul „lege”; 2 – **Aristotel** (384–322 î.e.n.): eminent savant din Grecia antică, considerat părintele biologiei. Lui îi aparţin primele lucrări biologice, în deosebi „Istoria animalelor”, în care a descris speciile de animale pe care le-a cunoscut (circa 500) şi a încercat să le clasifice. Clasificarea animalelor, propusă de el, a existat multe secole, până la C. Linnaeus*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 232. ***Louis Pasteur*** *(1822–1895) – eminent microbiolog francez. A descoperit esenţa proceselor de fermentaţie şi agenţii patogeni ai multor boli la om, a devenit unul dintre fondatorii unor astfel de ştiinţe ca microbiologia şi imunologia. A creat vaccin împotriva rabiei şi a elaborat metoda vaccinării împotriva turbării. Numele lui a devenit foarte cunoscut datorită creării de către el a tehnologiei pasteurizării, numită în cinstea lui. A devenit primul director al Institutului de microbiologie din Paris în 1888 (cu timpul acesta îi va purta numele – Institutul Pasteur). După moartea lui L. Pasteur, director-adjunct al Institutului în 1905 a fost numit concetăţeanul nostru I. I. Mecinikov*

E interesant să ştim

Adeptul ideii apariţiei vieţii de la sine a fost şi J.-B. Lamarck (vezi des. 1). *Amintiţi-vă:* el considera că unele specii de organisme în procesul evoluţiei trec în altele, cu un nivel mai înalt de organizare. El cunoştea şi exemple de dispariţie a anumitor specii de organisme, în rezultatul cărora diversitatea de specii de pe planeta noastră urma să se reducă. Deoarece J.-B. Lamarck nu cunoştea procesul divergenţei, pe care l-a descoperit C. Darwin, menţinerea diversităţii speciilor era explicată de el prin autoregenerarea permanentă a noilor specii.

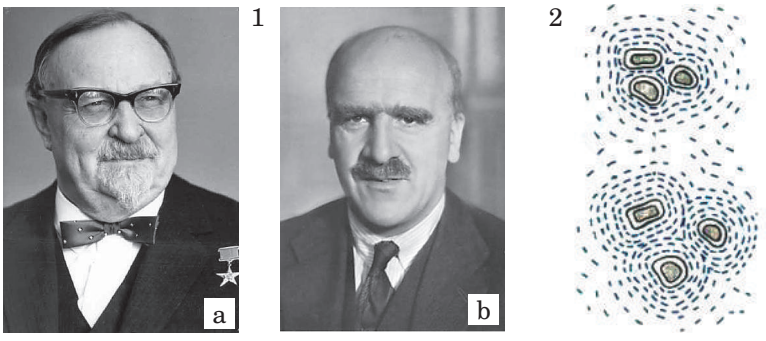
de milioane de ani până la apariţia primelor fiinţe vii. După cum atestă datele geologice, atmosfera primară a Pământului era compusă din dioxid de carbon, metan, amoniu, oxid de Sulf, hidrogen sulfurat şi vapori de apă. Oxigenul liber în atmosferă şi ecranul de ozon lipseau, şi pe suprafaţa terestră şi a Oceanului mondial cădeau activ razele solare, inclusiv cele ultraviolete. În rezultatul activităţii vulcanice înalte în ocean şi în atmosferă din adâncul Pământului pătrundeau diferiţi compuşi chimici. În atmosfera Pământului erau dese furtunile, descărcările electrice – fulgere – care ajungeau pe suprafaţa Oceanului mondial primar. Toate acestea au condiţionat reacţiile chimice între diferiţi compuşi anorganici, în timpul cărora au putut fi create substanţe organice.

Compuşii organici, creaţi în oceanul primar, s-au adunat împreună, separaţi de un înveliş apos – *picăturile coacervate* (des. 233, 2). Ele se comportau ca sisteme deschise: a apărut capacitatea de a absorbi din afară diferiţi compuşi din azot. În rezultat, dimensiunile picăturilor coacervate s-au mărit, asemănându-se cu creşterea celulelor. În soluţiile concentrate de substanţe organice în interiorul picăturilor coacervate puteau să aibă loc diferite procese biochimice, care în mod teoretic puteau să cauzeze apariţia moleculelor, capabile la autocreare (aşa cum sunt moleculele acizilor nucleici). Ipoteza Oparin-Haldane afirmă că picăturile coacervate într-un mod oarecare s-au transformat ipotetic în sisteme biologice „precelulare”, capabile la autoorganizare – *protobionţi.* De la asemenea grupări de compuşi organici organizate, inclusiv biopolimeri, puteau să apară celulele primare – *protocelule*.

Până în prezent, în condiţiile de laborator nu s-au putut obţine în mod experimental celule primitive din grupările de compuşi organici. Deci, şi apariţia vieţii pe calea sintezei abiogene a compuşilor organici până acum rămâne discutabilă, doar lipseşte confirmarea experimentală.

E interesant să ştim

Noua etapă a opiniilor despre apariţia de la sine şi evoluţia vieţii pe planeta noastră este legată de ideile aşa-numitei **lume a moleculelor de ADN.** Pentru prima dată ele au fost exprimate de microbiologul american **Carl Richard Woese** (1928–2012) şi preluate apoi de chimistul britanic Leslie Eleazer Orgel (1927–2007) şi de fizicianul american **Walter Gilbert** (născut în 1932). Presu-



Des. 233. Ipoteza biochimică a apariţiei vieţii pe Pământ: 1 – autorii ipotezei: ***Oleksandr Oparin*** *(1894–1980) (a) şi* ***John Sanderson Haldane*** *(1892–1964) (b); 2 – schema creării picăturilor coacervate*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

punerile lor se bazează pe aceea că moleculele de ADN pot păstra nu numai informația ereditară, ci şi îndeplini funcțiile de fermenți. În baza adunării moleculelor de ARN, care au apărut la o anumită etapă a dezvoltării planetei noastre, ar fi putut să se formeze asocieri de molecule de ARN, ADN şi proteine. O astfel de asociere se putea separa cu membrane biologice de mediul ambiant. La etapele timpurii ale apariției vieții pe pământ moleculele de ARN puteau să existe în mod autonom datorită capacității lor de a se dubla de sine stătător şi capacității catalitice. Apariția noilor mutații putea cauza şi apariția moleculelor de ARN, capabile să catalizeze biosinteza anumitor molecule proteice. Apariția moleculelor de ADN a condiționat executarea de către ei a funcțiilor speciale de „păstrători" ai informației ereditare. În schimb, moleculelor de ARN le-a revenit funcțiile de intermediari între moleculele de ADN şi moleculele proteice, care se sintetizează. Interesant e că în unele ARN care conțin viruşi, de exemplu HIV, moleculele de ARN servesc matriță pentru sinteza ADN (ceea ce nu se observă nici la eucariote, nici la procariote).

Ipotezele biogenezei se bazează pe opiniile că materia vie poate apărea numai de la materie vie. Adepții acestor ipoteze examinează viața drept o formă deosebită de existență a materiei, care există atâta timp cât există Universul, de aceea ele sunt numite *ipotezele vieții veşnice.* Aceste ipoteze nu intenționează să explice cum a apărut viața, ci afirmă despre originea ei extraterestră.

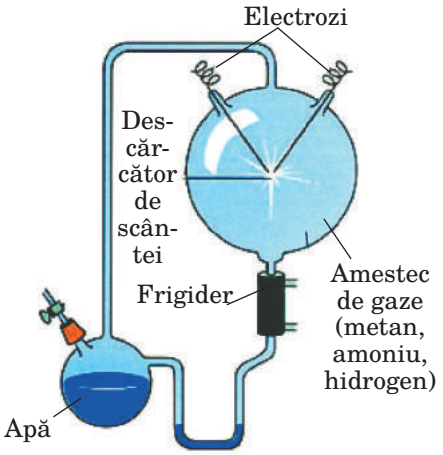
Opiniile biogenezei contemporane sunt numite ***ipoteza panspermiei*** (din greacă *pan* – totul şi *spermatos* – semințe). Pentru prima dată opinia despre posibilitatea aducerii vieții din cosmos a fost exprimată încă de filozoful din Grecia antică Anaxagora în secolul al V-lea î.e.n. Ipoteza panspermiei a fost formulată de fizicianul suedez, S. A. Arrhenius (des. 235) la începutul secolului al XX-lea, dezvoltată apoi de savantul ucrainean, V. I. Vernadski. Adepți ai ei sunt cunoscuții savanți: zoologul L. S. Berg, geograful O. Iu. Șmidt, astronomul I. S. Șklovski, unul dintre descoperitorii structurii moleculare a moleculei de ADN, biochimistul F. Crick și mulți alții.

Ipoteza panspermiei presupune că sporii procariotelor pot, fără a pierde capacitatea vitală, să reziste la aflarea în vid la temperaturile apropiate de zero absolut (–273,15 °C), radiația mare și ultravioletă, adică condițiile spațiului cosmic. Ele ușor pătrund în straturile de deasupra ale atmosferei planetelor și, datorită masei lor mizere, de acolo pot nimeri în cosmosul deschis.

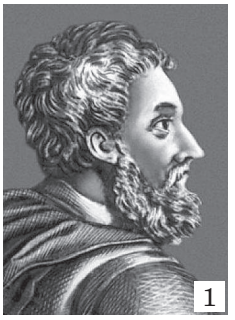
Deci, în cosmos sunt prezenți spori ai procariotelor, care ca ploile ar putea nimeri permanent pe planetă, dacă n-ar exista o atmosferă densă. În condiții favorabile din ei ar apărea forme active ale procariotelor de diferite specii, care ar crea ecosisteme primare. În continuare evoluția unor asemenea specii „primare" s-ar fi desfăşurat în diferite direcții, în corespundere cu condițiile mediului pe anumite obiecte cosmice.

E interesant să știm

Posibilitatea sintezei compuşilor organici simpli din cei neorganici a fost demonstrată experimental în anii 30 ai secolului al XX-lea. În anii 1952–1953 doi savanți americani – Stenli Miller şi Garold Iuri au construit un dispozitiv, cu ajutorul căruia au creat condițiile, care ar fi putut exista în perioada aceea pe planeta noastră (des. 234). Scopul lor a fost să demonstreze ipoteza lui Oparin-Haldane. Dispozitivul prezenta un sistem din baloane şi tuburi din sticlă sudate ermetic. În el au fost pompate gaze: metan, amoniu, hidrogen, într-un balon s-a turnat apă, la altul au fost fixați doi electrozi: între electrozi periodic apăreau scântei, care imitau fulgerele. Balonul de sticlă cu apă era încălzit pentru apariția vaporilor. Apoi dispozitivul era răcit şi apa devenea mai condensată. Cu ajutorul lui au fost sintetizați patru aminoacizi.



Des. 234. Dispozitivul construit de S. Miller şi G. Iuri, cu ajutorul căruia a fost demonstrată posibilitatea sintezei compuşilor organici cu molecule joase din substanțe neorganice



*Des. 235. Adepții ipotezelor biogene de apariție a vieții pe pământ: 1 – **Anaxagora** (circa 500–428 î.e.n.) – filozof din Grecia antică, matematician şi astronom; 2 – **Arenius Svante August** (1859–1927) – renumit fizician suedez, chimist şi astronom, laureat al Premiului Nobel pentru chimie (1903)*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

E interesant să știm

S. A. Arrhenius a calculat că presiunea luminii cauzează o acțiune mecanică observată asupra particulelor cu diametrul de circa 0,015 mm, plasându-le. Anume un astfel de diametru au sporii majorității bacteriilor. Sporul, sub influența presiunii razelor solare, în decurs de 20 de zile poate parcurge distanța dintre orbita Pământului şi Marte, iar în decurs de 80 de zile poate ajunge la orbita planetei Jupiter. Nu demult pe meteoriți au fost descoperite creații asemănătoare cu sporii.

Pe scurt despre principalul

Rezultat al adaptării organismelor la mediul de viață poate fi progresul biologic sau regresul biologic. Progresul biologic poate fi atins pe calea aromorfozei, idioadaptării sau degenerării generale.

Există diferite ipoteze care încearcă să explice apariția vieții pe planeta noastră. Creaționismul consideră că viața este o creație a lui Dumnezeu. Ipotezele abiogenezei afirmă că viața pe planeta noastră a apărut pe calea nebiologică (abiogenă) de sinteză a compuşilor organici cu cei anorganici, cu apariția în continuare a celulelor primare şi evoluției acestora. Ipotezele biogenezei explică apariția vieții pe planeta noastră prin aducerea ei din cosmos (ipoteza panspermiei).

Termeni şi noțiuni-cheie:

progres biologic, regres biologic, aromorfoză, idioadaptare, degenerare generală, creaționism, ipotezele abiogenezei şi biogenezei.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Ce este progresul biologic şi regresul biologic? 2. Pe ce căi poate fi atins progresul biologic? 3. Prin ce se caracterizează aromorfozele? 4. Numiți trăsăturile caracteristice idioadaptării. 5. Prin ce se caracterizează degenerarea generală? 6. Ce este creaționismul? În ce constă esența ipotezelor abiogene privind apariția vieții? 8. Care sunt principiile de bază ale ipotezei panspermiei?

Chibzuiți

Pe exemplele anumitor grupe de organisme determinați trăsăturile aromorfozei, idioadaptării sau a degenerării generale în organizarea lor. Argumentați răspunsurile.

§44. ETAPELE EVOLUȚIEI OMULUI

Amintiți-vă despre locul speciei Omul înțelept în sistemul lumii organice. Ce este divergența? Ce unități sistematice sunt folosite în zoologie? Ce sunt sistemul nervos superior, gândirea abstractă, sistemul doi de semnalare? Ce înseamnă progresul biologic?

Apariția omului. Una dintre cele mai enigmatice întrebări, de care se interesează nu numai oamenii de știință, dar și cetățenii de rând, este cea a apariției speciei Omul înțelept (*Homo sapiens*). Din punctul de vederea al diferitor religii, omul a fost creat de Dumnezeu și rămâne neschimbat din timpul actului creației. După cum țineți minte, aceste concepții au fost expuse în Cărțile Sfinte: Biblie (la creștinism), Tora (la iudaism), Coran (la musulmanism).

Însă, încă din vremurile străvechi savanții au observat trăsături asemănătoare de organizare la omul contemporan și la maimuțele antropomorfe. Astfel, C. Linnaeus, creând sistemul său al lumii animale, în baza asemănării structurii l-a plasat pe om în ordinul Primatelor. Dar, deoarece el credea că omul, ca și alte specii de organisme vii, a fost creat de Dumnezeu, a menționat: „Amintește-ți de Creatorul tău”.

După alte opinii se conducea J.-B. Lamarck (vezi des. 1). El considera că omul se află pe cea mai înaltă treaptă a evoluției, moștenitor direct al maimuțelor antropomorfe. În schimb, C. Darwin (vezi des. 198) în lucrarea sa „Originea omului și selecția sexuală” (1881) a declarat că omul și maimuțele antropomorfe provin de la un strămoș comun din fostele epoci geologice. Cercetătorii au determinat astfel poziția sistematică a speciei Omul înțelept:

Specia: Omul înțelept (Homo sapiens)

Genul: Oamenii (Homo): în afară de actuala specie Omul înțelept include câteva specii dispărute.

Familia: Hominizii (Hominidae), în afară de genul Oamenii, include mai multe genuri contemporane de maimuțe antropomorfe (cimpanzeu, gorilă, urangutan) şi câteva dispărute (de exemplu, australopitecii).

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Ordinul: Primate (Primates) include cei mai progresivi reprezentanți ai mamiferelor, în afară de reprezentanții familiei Hominizilor, amintiți mai sus, acestea sunt alte maimuțe (macacii, babuinii, Gibbons etc.), precum şi lemurii, maimuța Tarsius etc.

Clasa: Mamifere (Mammalia)

Tipul: Cordate (Chordata).

Activizați-vă cunoștințele!

Amintiți-vă din cursul de biologie din clasele a 7-8-a trăsăturile care atestă despre apartenența Omului înțelept de **tipul Cordate:** apariția în timpul dezvoltării embrionare a coardei (apoi după ea apare scheletul), a fantelor branhiilor (după un timp oarecare ele se acoperă), a tuburilor neurale în spatele corpului. Inima cu patru camere, sângele cald, scoarța dezvoltată a emisferelor creierului, dezvoltarea glandelor mamare, prezența dinților diferențiați, care la indivizii maturi au rădăcini atestă despre apartenența la **clasa Mamiferelor.** Ca şi la alți reprezentanți ai **Primatelor**, la om degetul mare al extremelor superioare cu cinci degete este opus celorlalte degete, ceea ce oferă posibilitatea să efectueze diferite mişcări, inclusiv cele de luare.

Despre proveniența omului de la strămoşi asemănători cu animalele atestă unele rudimente şi atavisme. Astfel, în procesul evoluției s-au contractat mușchii ce mișcă urechea, care permit să fie auzite mai bine sunetele. Însă, la unii oameni o astfel de musculatură este mai mult sau mai puțin dezvoltată. Se întâmplă că la unii oameni este puternic dezvoltată partea caudală a coloanei vertebrale („coada”) sau a cunoscut o dezvoltare excesivă părul pe față (vezi des. 193).

Despre proveniența omului de la strămoşii comuni cu maimuțele antropomorfe atestă şi datele cercetărilor moleculare şi genetice. *Amintiți-vă:* genomul omului şi cel al cimpanzeului se aseamănă în proporție de 99 %. Sunt foarte apropiate şi cariotipurile omului şi cimpanzeului: în garnitura diploidă a omului sunt 46 de cromozomi, iar la cimpanzeu – 48.

Procesul de origine şi evoluție a omului se numeşte antropogeneză (din greacă *antropos* – om şi *genesis* – origine). Spre deosebire de evoluția altor specii de primate, evoluția Omului înțelept are particularitățile sale: ele sunt legate de mersul vertical, capacitatea de a munci şi a gândi abstract.

Capacitatea de a merge vertical s-a reflectat asupra particularităților structurii omului (des. 236). În deosebi, s-a mărit volumul creierului în craniu, ceea ce este legat de dezvoltarea creierului. La omul contemporan sunt mai puțin dezvoltate maxilarele, s-au redus dimensiunile osului frontal şi s-a modificat bărbia, legată de capacitatea de a vorbi articulat. Gaura oftalmică la om se află mai aproape de centrul bazei craniului, ceea ce permite menținerea echilibrului în poziția verticală.

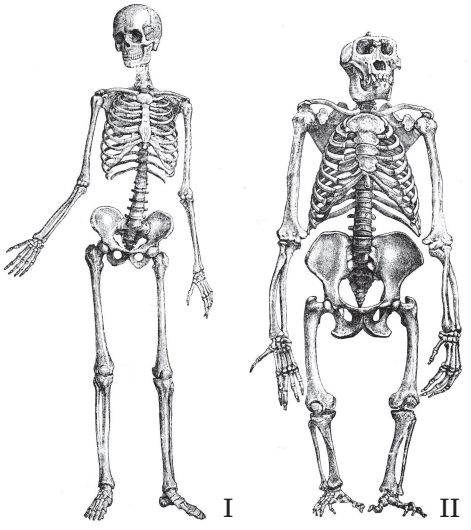
În legătură cu mersul vertical la omul contemporan au devenit mai puternice extremele inferioare, mai masive oasele centurii pelviene, deoarece pe extremele inferioare se bazează masa corpului. Talpa omului a căpătat o formă boltită, ceea ce reduce din oboseală în timpul mersului îndelungat sau în timpul alergării (amintiți-vă: suprafața de sprijin a extremelor se reduce la animalele, predispuse la alergări cu mare viteză: caii, cerbii, lupii etc.).

E interesant să știm

Masa creierului maimuțelor antropomorfe este în medie până la 500 g la cimpanzeu şi 600 g la gorilă. La omul matur masa creierului este de 1300-1400 g. Însă, masa creierului la diferiți oameni poate varia foarte mult: de exemplu, la vestitul scriitor francez, Anatol France, ea a fost de 1017 g, iar la poetul englez, George Byron – 2238 g.

E interesant să știm

Savanții au stabilit că strămoşul comun al cimpanzeului şi omului a existat aproximativ cu 6 milioane de ani în urmă. Genele succesiunii acestor două specii coincid în proporție de 99 %. În acelaşi timp, rezultatele analizei genomului omului atestă despre asemănarea foarte înaltă a succesiunii ADN la diferiți indivizi: la orişicare doi oameni identitatea după succesiunea nucleotidelor este de 99,5 %, deci totalitatea diversității fenotipurilor la om este condiționată de variațiile a 0,5 % din genom.



Des. 236. Caracteristica comparativă a scheletelor omului înțelept (I) şi gorilei (II). ***Temă.*** *Studiați cu atenție desenul şi, folosindu-vă de textul din manual, găsiți deosebirile în structura scheletului omului şi cel al gorilei şi explicați însemnătatea lor*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Memorizăm: cuvântul este cel mai important mijloc de comunicare între oameni. Limba a căpătat o însemnătate enormă în evoluția omului, activitatea nervoasă supremă a căruia, spre deosebire de cea a animalelor, se bazează pe interacțiunea a celor două sisteme de semnalizare: primul şi al doilea.

Memorizăm: evoluția omului de la început s-a bazat pe aceleaşi legități biologice ca şi evoluția altor locuitori ai planetei noastre. Capacitatea de a merge în poziție verticală a eliberat extremele superioare, care au însuşit obişnuința de a meşteri unelte de muncă şi de le aplica la efectuarea operațiilor de muncă complicate. Activitatea de muncă în comun a contribuit la o comunicare mai strânsă între membrii comunității omeneşti, la apariția vorbirii articulate şi al celui de-al doilea sistem de semnalizare. Toate acestea, la rândul lor, au asigurat dezvoltarea conştiinței. Vorbirea articulată şi au creat condiții pentru acu-mularea experienței, obținute de generațiile precedente şi transmise urmaşilor. Astfel în procesul evoluției omului – antropogenezei – factorii biologici treptat şi-au pierdut însemnătatea, în schimb a crescut simțitor rolul factorilor sociali, care au şi condiționat formarea speciei Omul înțelept ca ***ființă biosocială***.

E interesant să știm

Cum strămoşii omului contemporan au trecut la mersul în poziție verticală? Una din ipoteze presupune că aceasta a fost legat de adunarea hranei, purtarea copiilor, necesitatea de a examina locul din ascunzişul de plante pentru a observa la timp pericolul. Alte ipoteze afirmă că mersul în poziție verticală a apărut la strămoşii omului ca adaptare la deplasarea prin apă, unde găseau hrană.

Coloana vertebrală la om, în comparație cu cea a maimuțelor, a căpătat forma unui S, ceea ce uşurează ținerea corpului în poziție verticală şi reduce tremurul şi contuziile creierului în timpul săriturilor sau căderilor. Coşul pieptului a căpătat forma conului tăiat. Aceasta, pe de o parte, a mărit volumul lui, iar pe de altă parte – ajută la menținerea mai uşor a echilibrului în timpul mersului în poziție verticală.

Forțele motrice ale antropogenezei au fost nu numai factorii biologici, ci şi sociali. Strămoşii omului contemporan au dus un mod de viață social. Ei au trăit în grupuri, vânau în mod colectiv, împreună se apărau de duşmani, educau urmaşii. Munca i-a călit pe membrii societății primare (adică a societății ca unitate socială integră). În procesul pregătirii uneltelor de muncă membrii societății comunicau mai mult între ei, iar membrii bătrâni ai societății transmiteau experiența lor celor tineri: îi învățau să vâneze eficient, să evite întâlnirea cu fiarele de pradă, să meşterească unelte de muncă, să obțină şi să mențină focul etc.

Necesitatea în comunicare între oameni a cauzat apariția vorbirii articulate. Astfel, la anumite etape ale evoluției, în afară de primul sistem de semnalizare, a apărut şi al doilea.

Activizați-vă cunoştințele!

Sistemul de semnalizare constituie totalitatea proceselor reflectorii, care asigură primirea şi analiza informației, formarea reacției corespunzătoare a organismului la anumite iritări. ***Primul sistem de semnalizare*** există atât la om, cât şi la animale. El primeşte cu ajutorul sistemelor senzoriale corespunzătoare semnale din mediul înconjurător (vizuale, auditive, gustative etc.). În schimb, ***al doilea sistem de semnalizare*** este numai la om. El se manifestă în comunicarea cu ajutorul vorbirii orale sau în scris. Limba a apărut în rezultatul modului de viață social şi istoric, în rezultatul comunicării omului în timpul îndeplinirii acțiunilor comune. Cuvintele, pe care omul le rosteşte, le aude sau le citeşte, prezintă semnale convenționale, pe care le primeşte şi le identifică scoarța emisferelor mari ale creierului.

Vorbirea articulată a influențat şi asupra dezvoltării progresiste a creierului omului, capacității de a gândi abstract (*amintiți-vă:* ce este aceasta).

Etapele principale ale evoluției omului. Până acum continuă discuțiile privind posibilul strămoş nemijlocit al speciei Omul înțelept, deoarece nu au fost descoperite formele care ar putea fi considerate de tranziție între speciile dispărute ale genului Omului şi ale speciei Omul înțelept. De aceea, pot fi numai examinate etapele principale ale evoluției omului contemporan.

Savanții consideră că cel mai aproape de genul Om este **australopitecul** [1] (din latină *australis* – de sud şi din greacă *pitecas* – maimuță) (des. 237). Fosile ale acestor ființe pentru prima dată au fost descoperite pe teritoriul Africii de Sud (în pustiul Kalahari). Ei au trăit cu circa 4,4-1,8 milioane de ani în urmă. În structura craniului australopitecilor sunt trăsături, caracteristice şi omului contemporan: dezvoltarea slabă a

[1] Potrivit opiniilor contemporane, genul Australopitec include şase specii. Denumirea „australopiteci" se referă nu numai la genul Australopitec, ci încă la cinci genuri apropiate ale primatelor superioare, care au dispărut.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

maxilarelor, lipsa dinților canini masivi, volumul creierului e de circa 530 de cm³. Acestor ființe le era caracteristic mersul vertical. Aveau o înălțime maximă de 120–140 cm. Australopitecii de mai târziu puteau de sine stătător să pregătească unelte de muncă primitive: pietre ascuțite, bețe etc.

Chestiunea, dacă australopitecii au fost reprezentanți nemijlociți ai genului Oameni, este discutabilă și până astăzi. Mulți cercetători îi consideră pe australopiteci drept o ramură oarbă a evoluției, deși sunt apropiați de genul Oameni.

Cea mai veche specie a genului Oameni este considerată **Omul îndemânatic.** Această specie a apărut cu 2,3 milioane de ani în urmă și a dispărut aproximativ cu 1,4 milioane de ani în urmă. Pentru prima dată resturi ale reprezentanților speciei Omul îndemânatic au fost descoperite în Tanzania (Africa de Est), iar cu timpul și în alte regiuni ale Africii de Est și de Sud. Aceste ființe erau de statură mică (100–150 cm înălțime), cu masa corpului de 30–50 kg (des. 238). Volumul mediu al creierului era de 650 cm³.

Omul îndemânatic se deosebea de australopitec prin structura mai progresistă a centurii pelviane, mâinilor și picioarelor, în deosebi degetele mari de la picioare erau paralele cu celelalte. Structura progresistă a palmei a lărgit gradul de funcționare a mâinii, i-a dat posibilitatea să poată pregăti diferite unelte pentru vânătoare. Capacitatea de a munci a influențat pozitiv și asupra dezvoltării capacităților mintale, transformând omul îndemânatic în vânător activ.

Alți reprezentanți interesanți ai genului Oameni au fost Omul lucrător și Omul vertical. Aceste două specii au apărut aproape concomitent și aveau trăsături asemănătoare în ceea ce privește organizarea.

Omul lucrător a trăit aproximativ cu 1,8–1,3 milioane de ani în urmă în Africa. Înălțimea acestor ființe a constituit aproximativ 170 cm (uneori – 190 cm), masa corpului – 65 kg (des. 239). În structura craniului, în comparație cu cel al omului îndemânatic, erau mai multe trăsături caracteristice omului contemporan: oasele craniului erau mai subțiri, dinții mai mici. Volumul creierului era în medie de 900 cm³ (varia între 700–1230 cm³). Omul lucrător meșterea unelte de muncă mai perfecte, de exemplu unelte cu două tăișuri. Se consideră că ființele acestei specii puteau să folosească focul.

Omul vertical a trăit cu 1,9 milioane de ani în urmă pe teritoriul Africii de Est. Volumul creierului era de 800–1200 cm³ (des. 240). În structura craniului se observă asemenea trăsături primitive ca peretele gros al cutiei craniale, osul frontal îngust și arcurile superciliale mari. Omul vertical a meșterit din piatră unelte de muncă destul de complicate, bețe din lemn ascuțite. El trăia în peșteră, își făcea îmbrăcăminte din piei de animale, posibil să fi folosit focul la gătirea hranei. Această specie, aproximativ cu 1,8 milioane de ani în urmă prin Orientul Apropiat s-a extins în Eurasia, creând mai multe subspecii: pitecantropul (de pe teritoriul Indoneziei), sinantropul (China), omul georgian (de pe teritoriul actualei Georgii).

Un reprezentant interesant al genului Oameni este **Omul Neanderthal** sau **neanderthalianul** (des. 241). Denumirea acestei specii provine de la denumirea văii Neanderthal (Germania), unde în anul 1856 pentru prima dată au fost găsite

Des. 237. Australopitecul

Des. 238. Omul îndemânatic

Des. 239. Omul lucrător

Des. 240. Omul vertical

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

E interesant să știm

Datele cercetărilor contemporane atestă că ultimii reprezentanți ai omului vertical pe teritoriul Afganistanului contemporan au dispărut numai cu 27 mii de ani în urmă, deci o perioadă de timp au coexistat cu oamenii contemporani. Cercetarea cromozomului-x , efectuată în 2008, a demonstrat că linia asiatică a Omului vertical putea să fi fost încrucişată cu cea a Omului înțelept.

Des. 241. Omul neanderthalian

Des. 242. Omul înţelept (Cro-Magnon)

Des. 243. Rase de oameni: europoidă (1), mongoloidă (2), negroidă (3)

resturi ale acestor oameni (craniul și resturi ale scheletului). Neanderthalienii erau răspândiți pe un areal destul de larg: Europa, Asia de Mijloc, Orientul Apropiat și Mijlociu etc. Statura medie era de la 150 până la 170 cm, masa corpului – de 65–80 kg. Acești oameni aveau o statură destul de puternică: masa musculară a lor era cu 30–40 % mai mare decât la omul contemporan. Ei aveau craniu mare și masiv cu maxilare puternice și bărbie mică, fruntea înclinată în urmă, arcurile superciliale masive. Volumul creierului era în medie de 1600 cm^3. Mâinile și picioarele neanderthalienilor erau puternice. Savanții presupun că lor le era caracteristică gândirea complicată. Acești oameni meștereau unelte destul de complicate de muncă și arme, foloseau pe larg focul dobândit.

Deși genomul neanderthalienilor n-a fost descifrat până la capăt, cercetările au demonstrat că el în proporție de 99,5 % coincide cu genomul Omului înțelept. Sunt cunoscute resturile unor indivizi aparte, care au apărut în rezultatul încrucișării neanderthalienilor cu Omul înțelept, însă acest proces n-a fost răspândit pe larg. Aceste două specii au coexistat un timp oarecare, dușmănindu-se între ele.

Omul înțelept este unica specie a genului Oameni. El se deosebește de omul neanderthalian prin mai multe trăsături ale structurii: fruntea înaltă, arcurile superciliale reduse, lipsește prelungirea occipitală, prezența bărbiei ascuțite, care atestă despre capacitatea de a vorbi articulat, coșul pieptului turtit și extremitățile alungite (des.242).

Primii reprezentanți ai Omului înțelept au apărut cu circa 200 mii de ani în urmă – ei sunt trecuți în subspecia aparte care a dispărut – Omul înțelept cel mai vechi. Subspecia actuală – Omul înțelept înțelept[1] se deosebește de subspecia dispărută prin trăsături progresive ale structurii craniului și prin schelet mai puțin masiv. Cercetătorii consideră că aproximativ cu 74 mii de ani în urmă posibil ca în rezultatul erupției vulcanice ei să fi emigrat de pe teritoriul Indoneziei contemporane pe continentul African, unde au devenit strămoșii oamenilor contemporani. Aproximativ cu 60–40 mii de ani în urmă acești oameni au nimerit în Asia, iar de acolo s-au răspândit pe alte continente: în Europa (cu circa 40 mii de ani în urmă), în America și Australia (cu 35–15 mii de ani în urmă).

Pentru Omul înțelept înțelept sunt caracteristice dezvoltarea progresivă a sistemului nervos, activitatea nervoasă superioară, capacitatea de gândire abstractă, calități intelectuale înalte. În procesul evoluției sale Omul înțelept a trecut de la culesul plantelor și de la vânătoarea de animale la agricultură: creșterea plantelor cultivate și la înmulțirea animalelor domestice. Se consideră că această etapă importantă în dezvoltarea omului contemporan a avut loc cu 10 mii de ani în urmă. Modul sedentar de viață a dus la apariția marilor localități, la comerț, iar cu timpul – la dezvoltarea rapidă a industriei (revoluția tehnică).

În prezent, Omul înțelept populează toate continentele existente, așezări ale lui sunt și pe teritoriul Antarcticei. Această specie se află în starea progresului biologic, deoarece

[1] Această subspecie mai este numită „Cro-Magnon”, deoarece primele fosile ale acestor oameni au fost descoperite în peștera Cro-Magnon pe teritoriul Franței.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

numărul ei crește brusc: dacă în anul 1800 populația planetei noastre număra 1 miliard de persoane, în 2011 – peste 7 miliarde. Se consideră că în anul 2016 populația planetei noastre constituia 7,3 miliarde persoane.

În procesul dezvoltării istorice a speciei Omul înțelept în dependență de condițiile de trai au fost formate diferite grupe etnice – ***rase,*** principalele dintre care sunt europoidă, mongoloidă și negroidă (des. 243). În pofida anumitor deosebiri în structura externă, reprezentanții tuturor raselor țin de o singură specie – Omul înțelept.

Termeni şi noțiuni-cheie:

antropogeneza, australopitecii, Cro-Magnon, Omul înțelept.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1.Ce este antropogeneza? 2. Numiți forțele-motrice ale antropogenezei. 3. De ce la anumite etape ale antropogenezei prevalează factorii biologici? 4. Numiți trăsăturile caracteristice reprezentanților speciei Omul înțelept. 5. Prin ce se caracterizează specia Omul înțelept? 6. Care sunt particularitățile evoluției omului înțelept?

Chibzuiți

Ce este comun şi diferit în evoluția Omului înțelept şi maimuțelor antropomorfe?

Temă creativă. Propuneți variantele proprii de aplicare a metodelor de modelare în cercetarea diverselor procese evoluționiste.

Pe scurt despre principalul

Specia Omul înțelept a cunoscut o evoluție îndelungată, numită antropogeneză. Aceasta, în primul rând, este legată de capacitatea mersului vertical, de activitatea de muncă, de apariția vorbirii articulate şi de capacitatea de a gândi abstract.

Cei mai apropiați de genul Oameni sunt considerați australopitecii, în organizarea cărora se observă anumite trăsături caracteristice omului contemporan (capacitatea de a merge vertical, dezvoltarea slabă a maxilarelor, structura extremelor inferioare şi centurii pelviene).

Specia Omul înțelept este unica specie contemporană a genului Oameni. De acest gen țin şi unele specii dispărute (omul îndemânatic, omul lucrător, omul Neanderthal etc.). Sub influența anumitor condiții de viață, care au existat în diferite regiuni ale planetei noastre, s-au format diferite rase de oameni: europoidă, mongoloidă şi negroidă.

TEST PENTRU CONSOLIDAREA CUNOŞTINȚELOR

Alegeți din răspunsurile propuse pe cel corect

1. Indicați denumirea sistemului de opinii despre neschimbarea naturii din timpurile apariției ei: a) teoria evoluționistă; b) ipoteza panspermiei; c) creaționismul; d) ipoteza abiogenezei.

2. Numiți denumirea ipotezei despre apariția vieții, care se bazează pe afirmația că materia vie a apărut din materie nevie: a) biogenetică; b) abiogenetică; c) panspermie; d) creaționismul.

3. Numiți savanții, care au înaintat ipoteza abiogenetică (biochimică) de apariție a vieții: a) C. Arrhenius şi V. Vernadski; b) O. Oparin şi G. Haldane; c) L. Pasteur şi R. Virhov; d) E. Hekkel şi K. Timireazev.

4. Numiți perioada de timp când a apărut specia Omul înțelept: a) cu circa 10 milioane de ani în urmă; b) cu circa 5 milioane de ani în urmă; c) cu circa 600 mii de ani în urmă; d) cu circa 200 mii de ani în urmă.

5. Indicați denumirea transformărilor evoluționiste, legate de sporirea nivelului de organizare a organismelor: a) aromorfoza; b) idioadaptarea; c) degenerarea generală; d) progresul biologic.

6. Determinați principiul, care stă la baza clasificării contemporane a organismelor: a) monofil; b) polifil; c) panspermia; d) convergența.

7. Numiți unitatea elementară a evoluției: a) rasa de animale; b) soiul de plante; c) populația; d) specia organismelor.

8. Numiți mediul proceselor evoluționiste: a) ecosistemul; b) genul organismelor; c) populația; d) specia organismelor.

9. Numiți forma de izolare, care apare în condițiile separării populațiilor de anumite obstacole spațiale: a) ecologică; b) geografică; c) de sezon; d) genetică.

10. Menționați cum se numeşte capacitatea de a moşteni a organismelor bine apărate de cele rău apărate: a) divergența; b) convergența; c) atavismul; d) mimetismul.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

11. Dați exemple de idioadaptare: a) apariția florilor; b) crearea înotătoarelor la pinipede; c) dispariția intestinului la viermii intestinali; d) apariția maxilarelor la animalele vertebrate.

12. Indicați denumirea procesului de dezvoltare independentă a trăsăturilor asemănătoare la organismele, care nu au nemijlocit legături de rudenie: a) divergența; b) radiația adaptivă; c) filogeneza; d) convergența.

13. Alegeți trăsăturile caracteristice proceselor macroevoluționiste: a) au loc pe o perioadă istorică de timp îndelungată; b) au loc în mijlocul populației; c) contribuie la apariția noilor specii; d) sursă de variabilitate – modificare.

14. Determinați principiile legii biogenetice: a) noile specii apar pe calea deosebirii trăsăturilor urmaşilor de cele ale strămoşilor din cauza acomodării la diferite condiții ale mediului înconjurător; b) supraviețuiesc şi lasă urmaşi – pe indivizii speciei mai bine adaptați; c) procesul evoluției se desfăşoară pe calea acumulării treptate a schimbărilor utile mici, care se consolidează şi se combină; d) autogeneza (dezvoltarea individuală) este o repetare concentrată a filogenezei (dezvoltarea istorică a speciei).

15. Numiți unitatea de sistem, apariția căreia facilitează procesele microevoluționiste: a) familia; b) subspecia; c) specia; d) genul.

16. Numiți forma selecției naturale, care contribuie la schimbarea normelor reacției organismelor într-o anumită direcție: a) mobil; b) de separare; c) stabilizator; d) artificial.

17. Indicați exemplul de organe analoge: a) spinii agrişului şi spinii cactuşilor; b) mustățile mazării şi mustățile viței de vie; c) aripile liliecilor şi păsărilor; d) tuberculele rădăcinilor daliilor şi tuberculele topinamburului.

18. Alegeți organele analoge: a) aripile liliecilor şi insectelor; b) aripile liliecilor şi înotătoarele balenelor; c) branhiile la racul de râu şi la bibanul de râu; d) rădăcinile suplimentare la cartofi şi rizoizii inului cucului.

Creați perechi logice

19. Stabiliți corespunderea între procesele de evoluție şi determinarea lor.

1 microevoluția	**A** procesele evoluționiste, care duc la apariția noilor specii
2 crearea speciilor	**B** procesele evoluționiste, care duc la apariția unităților sistematice supraspecii
3 macroevoluția	
4 convergența	**C** procesele evoluționiste, care duc la apariția trăsăturilor asemănătoare la reprezentanții organismelor neînrudite
	D procesele evoluționiste, care duc la apariția noilor populații şi subspecii

20. Determinați trăsăturile organismelor, care sunt exemple de aromorfoză, idioadaptare, degenerare generală, atavisme şi rudimente la animale.

1 aromorfoza	**A** aripile secundare la muşte
2 idioadaptarea	**B** inima cu patru camere la păsări
3 degenerarea generală	**C** ciocul coroiat la păsările răpitoare
4 rudimentele	**D** apariția extremelor nedezvoltate la şopârla fără picioare
	E lipsa intestinului la viermii intestinali

21. Stabiliți corespunderea între procesele biologice şi esența lor.

1 filogeneza	**A** dezvoltarea individuală a individului
2 ontogeneza	**B** formarea trăsăturilor asemănătoare la organismele neînrudite în rezultatul existenței în mediul asemănător
3 divergența	
4 convergența	**C** dezvoltarea istorică a speciei sau a altui grup sistematic
	D deosebirea trăsăturilor la urmaşii strămoşului comun în rezultatul adaptării la diferite condiții de existență

22. Stabiliți apartenența structurilor şi organelor plantelor şi animalelor la cele omologe sau analoge.

1 structurile omologe şi organe ale plantelor	**A** ghimpii cactusului şi păducelului
2 structurile analoge şi organe ale plantelor	**B** branhiile racilor şi peştilor
3 structurile omologe şi organe ale animalelor	**C** ghimpii cactusului şi agrişului
	D aripile păsărilor şi liliecilor
4 structurile analoge şi organe ale animalelor	**E** aripile păsărilor şi insectelor

23. Determinați trăsăturile caracteristice diferitor căi ale evoluției.

1 aromorfoza	**A** apariția trăsăturilor caracteristice strămoşilor
2 idioadaptarea	**B** complicarea însemnată a organizării organismelor
3 degenerarea generală	**C** simplificarea structurii în organismele care duc un mod de viață parazitar sau fără mişcări
	D structură simplificată; se află în organismele, care duc un mod de viață parazitar sau într-un singur loc

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Exerciții cu alegerea a trei corespunderi corecte din trei grupuri de variante ale răspunsurilor propuse

24. Determinați caracterul principalelor căi ale evoluției.

Aromorfoza	Idioadaptarea	Degenerarea generală
1) sporirea nivelului de organizare a organismelor, care dau posibilitate să fie însuşite noi teritorii	1) simplificarea organizării organismelor, care au trecut la un mod de viață cu puține mişcări sau parazitar	1) schimbarea organismelor care nu împiedică nivelul lor de organizare, dar servesc la acomodarea la condiții concrete de trai
2) schimbarea organismelor care nu împiedică nivelul lor de organizare, dar servesc la acomodarea la condiții concrete de trai	2) sporirea nivelului de organizare a organismelor, care dau posibilitate să fie însuşite noi teritorii	2) simplificarea organizării organismelor, care au trecut la un mod de viață cu puține mişcări sau parazitar
3) simplificarea organizării organismelor, care au trecut la un mod de viață cu puține mişcări sau parazitar	3) schimbarea organismelor care nu împiedică nivelul lor de organizare, dar servesc la acomodarea la condiții concrete de trai	3) sporirea nivelului de organizare a organismelor, care dau posibilitate să fie însuşite noi teritorii

25. Numiți trăsăturile caracteristice diferitor forme ale selecției naturale.

Mobil	Stabilizator	Separator
1) contribuie la apariția la câteva grupuri cu fenotip diferit a indivizilor de o singură specie	1) se păstrează norma medie de reacție	1) fenotipul se schimbă într-o direcție anumită, în corespundere cu direcția schimbărilor în mediul ambiant
2) se păstrează norma medie de reacție	2) fenotipul se schimbă într-o direcție anumită, în corespundere cu direcția schimbărilor în mediul ambiant	2) contribuie la apariția la câteva grupuri cu fenotip diferit a indivizilor de o singură specie
3) fenotipul se schimbă într-o direcție anumită, în corespundere cu direcția schimbărilor în mediul ambiant	3) contribuie la apariția la câteva grupuri cu fenotip diferit a indivizilor de o singură specie	3) se păstrează norma medie de reacție

26. Numiți trăsăturile caracteristice diferitor reprezentanți ai familiei Hominid.

Cimpanzeu	Australopithecus	Értelmes ember
1) masa creierului constituie în medie 420 g	1) volumul creierului constituie în medie 530 cm³	1) volumul creierului constituie în medie 1000 cm³
2) capacitatea de a meşteri unelte de muncă complicate	2) capacitatea de a meşteri unelte de muncă complicate	2) capacitatea de a meşteri unelte de muncă complicate
3) degetul mare al tălpii se află paralel cu celelalte degete	3) degetul mare al tălpii se află paralel cu celelalte degete	3) degetul mare al tălpii se află paralel cu celelalte degete

Teme cu răspunsul deschis

27. Cum de pe pozițiile opiniilor evoluționiste ale lui C. Darwin şi J.-B. Lamarck se poate explica apariția în procesul evoluției a gâtului lung la girafă?
28. Ce este comun şi diferit la opiniile evoluționiste contemporane şi la teoria evoluționistă a lui C. Darwin?
29. De ce factorii ecologici sunt totodată şi factori ai evoluției?
30. Prin ce, din punctul de vedere al opiniilor evoluționiste contemporane, se poate explica dispariția speciilor în procesul evoluției până la apariția omului?
31. De ce în procesul antropogenezei factorii biologici treptat şi-au pierdut rolul lor principal?
32. De ce rezultatul acțiunii factorilor ecologici este ori adaptarea la condițiile de trai, ori pieirea?
33. Oare diferite niveluri de organizare a materiei vii de pe planeza noastră puteau să apară concomitent?
34. Ce însemnătate are procesul de transportare orizontală a genelor pentru evoluția diferitor grupe de organisme?

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

TEMA 7. DIVERSITATEA BIOLOGICĂ

În această temă veţi afla despre:

- bazele filogeniei şi sistematicii evoluționiste;
- diversitatea lumii organice: formele de viață acelulare (viruşii), principalele grupuri ale procariotelor (arheele şi bacteriile) şi eucariotelor (plantele, ciupercile şi animalele).

§45. BAZELE FILOGENIEI ŞI SISTEMATICII EVOLUȚIONISTE

Amintiţi-vă care unităţi sistematice sunt folosite în sistematica plantelor, ciupercilor şi animalelor. Ce este filogenia? Care criterii ale speciei sunt folosite în biologia contemporană? Ce este microevoluţia, crearea speciilor şi macroevoluţia? Ce variante de crearea a speciilor există? Care specii sunt numite specii-echivalente?

Sistematica – știința despre diversitatea organismelor. Sarcina principală a sistematicii este elaborarea principiului de clasificare a organismelor. Creând sistemele unor grupuri de organisme aparte, savanții-sistematicieni tind să creeze un sistem atotcuprinzător al lumii organice.

Sistematica ca știință a fost fondată de cunoscutul savant suedez, Carl Linnaeus. Ca și oamenii de știință contemporani, el considera că specia este totalitatea de indivizi, care se aseamănă între ei după structură, care dau urmași fecunzi. Firește, opiniile contemporane despre speciile în biologie sunt cu mult mai largi. Ele iau în considerare, în deosebi, și variabilitatea speciilor și a existenței speciilor-echivalente. Din cursul de biologie din clasele a 6-a și a 7-a știți că anume C. Linnaeus a introdus în știință ***principiul denumirile duble ale speciilor.*** Deci, denumirea fiecărei specii este compusă din două cuvinte în limba latină, de exemplu: *Felis silvestris*[1] – pisica de pădure, *Felis lynx* – râsul (des.244). La ei prin primul cuvânt (*Felis*) din denumirea speciei indică genul, la care aparţine specia, iar al doilea – denumirea speciei. Această denumire a speciei este una științifică, adică unica pentru oamenii de știință din toate țările.

Pentru a înțelege în ce constă diferența între denumirile științifice (date în limba latină) și populare (date în limbile țărilor corespunzătoare) ale organismelor să ne amintim de planta medicală – roinița, răspândită în Ucraina (des. 245). În popor ea este numită „roiniță”, are și alte denumiri, iar denumirea științifică e una singură – *Melissa officinalis*.

O altă contribuție însemnată a lui C. Linnaeus este aplicarea în sistematică a sistemului taxonilor subordonați reciproc (principiul ierarhic) (des. 246).

Atât în sistematica plantelor sau ciupercilor, cât și în sistematica animalelor speciile înrudite sunt unite în genuri.

Memorizăm: savanții-sistematicieni descriu toate ființele care locuiesc pe planeta noastră în prezent sau au trăit cândva, le dau denumiri şi le clasifică, adică le plasează în taxonii de diferite ranguri.

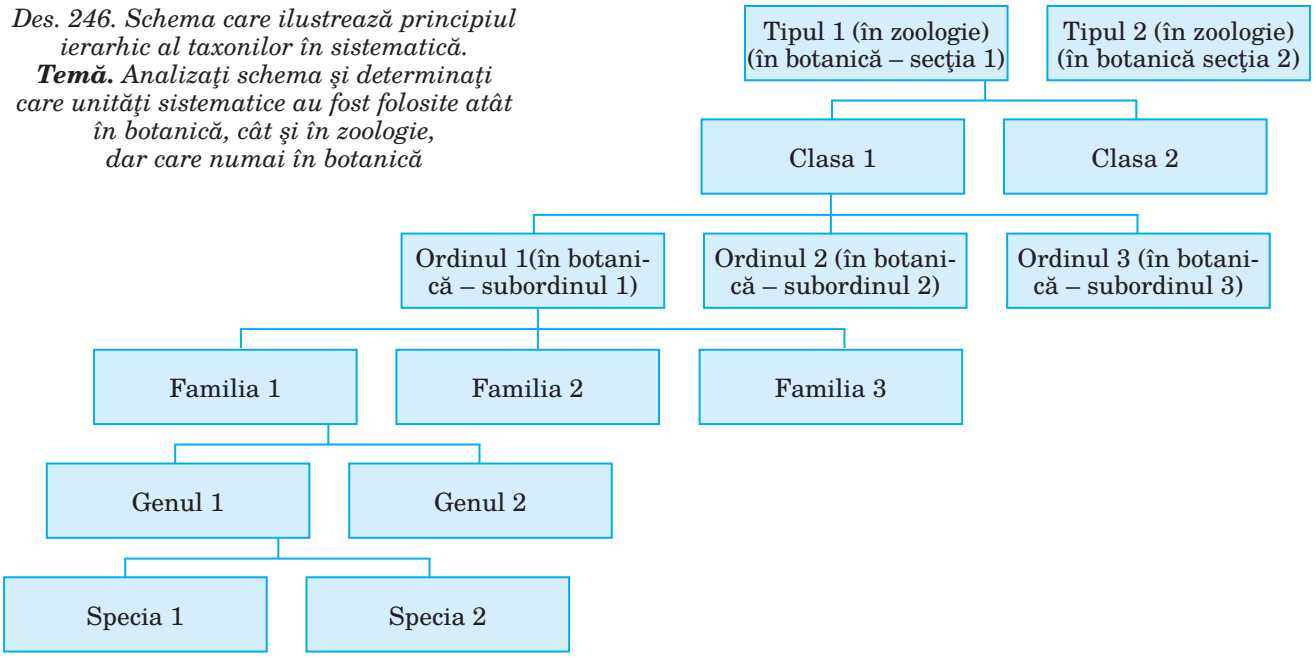
Des. 244. Pisica de pădure (Felis silvestris) (1) şi râsul (Felis lynx) – două specii care ţin de genul Pisicilor (Felis)

Des. 245. Roiniţa (Melissa officinalis)

[1] Denumirile latine ale organismelor sunt citate nu pentru a fi memorizate.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 246. Schema care ilustrează principiul ierarhic al taxonilor în sistematică.
***Temă.** Analizaţi schema şi determinaţi care unităţi sistematice au fost folosite atât în botanică, cât şi în zoologie, dar care numai în botanică*



Astfel, speciile pisica de pădure şi râsul ţin de genul Pisicilor. Genurile apropiate sunt unite în familie. De exemplu, genurile Pisicilor şi Pisicile Mari (din acest gen fac parte leul, tigrul, leopardul şi jaguarul) aparţin familiei Pisicilor. Familiile apropiate se unesc în **ordine**. De exemplu, familiile Pisicilor şi Lupilor fac parte din ordinul Carnivorilor. Ordinile apropiate , la rândul lor, formează **clasa**. De exemplu, ordinile Carnivorilor, Rozătoarelor şi altele aparţin la clasa Mamifere. Clasele se unesc în **tipuri**. De exemplu, clasele Păsări şi Mamifere ţin de tipul Cordatelor. Cea mai înaltă categorie sistematică este **regnul**. Astfel, toate tipurile de animale formează regnul Animale. Taxonul, care includ câteva regnuri, în clasificarea biologică contemporană a organismelor, poartă denumirea de **domeniu**. Deci, regnul Animale ţine de domeniul Eucariote (care au nucleu).

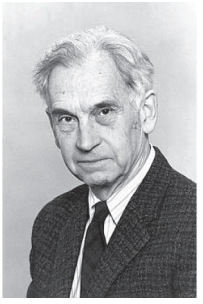
C. Linnaeus şi alţi savanţi de pe timpurile celea, creându-şi sistemele diferitor grupuri de organisme, s-au bazat doar pe unele trăsături de asemănare între ele. În prezent asemenea sisteme sunt considerate „artificiale”, deoarece deseori nu corespund relaţiilor de rudenie între ele.

E interesant să ştim

C. Linnaeus a inclus în ordinul Şopârle nu numai şopârle adevărate, dar şi salamandrele, crocodilii (des. 248). Însă, aceste animale ţin de diferite clase: salamandrele – de clasa Amfibiilor, şopârlele şi crocodilii – de clasa Reptilelor.

E interesant să ştim

O contribuţie însemnată în dezvoltarea sistematicii contemporane a adus biologul american **Ernst Walter Mayr** (des. 247). El a participat la elaborarea concepţiei biologice a speciei şi la dezvoltarea teoriei sintetice a evoluţiei, în special a cercetat mecanismele de creare a speciilor.



*Des. 247. **Ernst Walter Mayr** (1904–2005), profesor la Universitatea din Harvard (SUA): cunoscut prin contribuţia sa la dezvoltarea teoriei şi principiilor în domeniul ornitologiei – ştiinţei despre păsări*

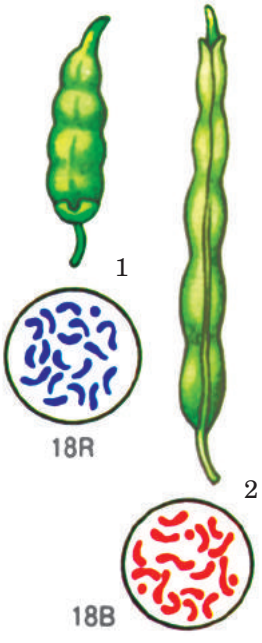
Des. 248. Exemplu de sistem artificial al organismelor: C. Linnaeus, bazându-se pe asemănarea structurii exterioare, a unit în acelaşi ordin şi pe şopârle (1), şi pe salamandre (2) şi pe crocodili (3)

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

E interesant să știm

În biosfera contemporană sunt circa 2 mln. de specii de organisme vii, inclusiv 1,5 mln. de animale, circa 600 mii – de plante, 100 mii – de ciuperci, iar restul sunt procariote. Se consideră că viața a apărut pe pământ cu 3,8 miliarde ani în urmă. Până în momentul de față au fost descrise câteva sute mii de specii dispărute. Savanții presupun că în stare de fosile se păstrează nu mai mult decât 0,1–1 % din numărul real al speciilor, care au existat în diferite perioade din istoria Pământului. Numărul total al speciilor contemporane şi dispărute se pot cifra la 200 mln. de specii şi chiar mai mult. Această enormă diversitate biologică este condiționată de existența diferitor niveluri de organizare a materiei vii şi de adaptare a organismelor la diferite condiții de viață.

Memorizăm: cu cât mai multe grupuri de gene comune au organismele unor anumitor grupuri, cu atât mai strânse sunt relațiile de rudenie între ele. *Amintiți-vă:* genomul Omului înțelept (genul Oameni) şi al cimpanzeului obişnuit (genul Cimpanzeu), care aparțin la familia Hominizi, coincid în proporție de 98,7 %. În schimb, succesiunea moleculelor de ADN la diferite rase ale Omului înțelept se deosebesc în proporție de 0,5 %.



Des. 249. Cariotipurile verzei (1) şi ridichii (2).
Temă. *Găsiţi deosebirile între ele*

Principiile sistematicii contemporane. ***Sistematica filogenetică*** contemporană sau ***naturală*** se bazează pe următoarele principii:

- toate speciile contemporane sunt urmașele formelor fosile și prin aceasta este asigurată neîntreruperea vieții;
- speciile au fost create în mare parte în rezultatul divergenței, de aceea fiecare grup sistematic este ***monofiletic***, adică toți membrii lui provin de la un strămoș comun;
- fiecare tip (secție) de organisme are un plan general de structură, care se deosebește radical de altele;
- diversitatea speciilor este rezultatul adaptării lor la condițiile mediului ambiant.

Sistematica contemporană se bazează pe datele diferitor științe. O atenție deosebită este acordată cercetărilor moleculare și genetice. Deoarece grupurile înrudite de organisme provin de la un strămoș comun, ele moștenesc de la el și multe grupe de gene comune. Oamenii de știință cercetează nu numai genele nucleare, dar și genele mitocondriilor și cloroplastelor.

O însemnătate importantă pentru crearea sistemelor contemporane ale organismelor are cercetarea cariotipurilor lor: în organismele înrudite particularitățile garniturii de cromozomi sunt mai mult asemănătoare, decât la cele neînrudite. Chiar dacă două specii au un număr asemănător de cromozomi (de exemplu, varza și ridichea au câte 18 în garnitura diploidă; des. 249), ele se deosebesc după structura cromozomilor unor perechi aparte.

Sistematica contemporană se bazează pe **concepția biologică a speciei**:

- speciile se formează din populații; grupele de populații ale unei specii se pot deosebi între ele după una sau câteva trăsături, creând subspecii;
- prezența subspeciilor în limitele unei anumite specii atestă despre plasticitatea ecologică a speciei, precum și este un indice al faptului că în interiorul speciei în mod intensiv au loc procese microevoluționiste *(amintiți-vă,* ce fel de procese sunt acestea);
- populațiile unei specii au un genofond asemănător, de aceea indivizii din diferite populații se pot încrucișa între ei;
- specia este o unitate sistematică, care există real în natură;
- specia este unitatea ecologică; indivizii populațiilor acționează reciproc ca un tot întreg nu numai între ei, dar și cu populațiile de alte specii ale unui anumit ecosistem;
- indivizii diferitor specii nu se încrucișează între ei (fenomen al izolării reproductive); iar dacă o astfel de încrucișare are loc, indivizii interspecie, de regulă, nu sunt capabili de a se înmulți (ei sunt sterili).

Domeniile principale ale sistematicii sunt: clasificarea și nomenclatura. ***Clasificarea*** înseamnă stabilirea gradului și caracteristica anumitor grupuri sistematice. Procesul clasificării precedă denumirile taxonilor, doar caracterul denumirii taxonilor depinde de gradul lor. Mai întâi savanții clasifică, adică determină gradul taxonului cu care operează. Și numai după aceasta dau denumirile corecte unor astfel de taxoni. De exemplu, savanții-sistematicieni au descoperit anterior un organism necunoscut de știință și îl apreciază ca pe o nouă specie. Dar, în același timp, asemenea organisme pot fi și un gen nou pentru știință.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Deseori de determinarea exactă a speciei depind și rezultatele cercetărilor. De exemplu, țânțarul malaric, care cândva era apreciat ca o nouă specie, în realitate constituie un complex din șase specii-echivalente. Dintre ele unele sunt capabile să poarte agenții malariei, iar altele – nu.

Sistemul contemporan al lumii organice – oglindirea procesului evoluției lui. Am accentuat că actualul sistem se bazează pe faptul că taxonii înrudiți provin de la un strămoș comun. *Amintiți-vă:* încă în a doua jumătate a secolului al XIX-lea, cunoscutul savant german E. Heckel, a propus să fie reprezentate relațiile de rudenie între diferite grupuri de organisme prin arbori filogenetici. În prezent cercetătorii pentru reprezentarea grafică a relațiilor înrudite între diferite grupuri de organisme folosesc programe computerizate speciale, care analizează diverse trăsături asemănătoare și diferite între ele și formează așa-numitele *cladograme*. În baza analizei numeroaselor trăsături calculatorul împarte speciile cercetate în grupe. În cazul dat lungimea ramurii, care unește anumiți taxoni, atestă despre densitatea legăturilor înrudite între ei: cu cât aceste linii sunt mai scurte, cu atât mai strânse sunt aceste relații de înrudire.

În fiecare an savanții descriu zeci de mii de noi specii, deoarece, potrivit pronosticurilor specialiștilor, numărul speciilor contemporane poate fi de 5 mln. și mai mult. Și fiecare specie nouă pentru știință urmează să ocupe locul său în sistemul lumii organice. Concomitent cu numărul noilor specii descrise crește și numărul taxonilor supraspecii.

Deci, succesul în domeniul creării sistemelor diferitor grupuri de organisme le-a sugerat ideea oamenilor de știință despre aceea că gradul de asemănare a anumitor grupuri (specii, genuri etc.) atestă despre proveniența lor istorică de la un strămoș comun. Deoarece diferiți taxoni ai organismelor au apărut în procesul evoluției nu în aceeași perioadă de timp, atunci, analizând anumite cladograme, se poate face concluzia care taxoni au apărut mai devreme, iar care mai târziu.

Procariotele și eucariotele. Clasificarea contemporană a organismelor se bazează, în deosebi, pe particularitățile structurale ale celulelor lor. De exemplu, celulele organismelor din domeniul Procariote (până la nucleu) au o structură simplă: la ele lipsesc nucleul format, majoritatea organitelor, învelite cu două (mitocondrii, plastidele) sau cu o membrană (reticulul endoplasmatic, complexul Golgi, lizozomii etc.). De procariote țin două grupuri (regnuri) Arheele și Bacteriile.

Celulele organismelor, care țin de domeniul Eucariote (cu nucleu), măcar la o anumită etapă de dezvoltare (de exemplu, eritrocitele majorității mamiferelor, floemul la plante) au nucleu. Pentru ele sunt caracteristice diferite organite. În mod tradițional, eucariotele sunt împărțite în grupuri (regnuri) Plante, Ciuperci, Animale. În prezent oamenii de știință, bazându-se pe unele cercetări moleculare și genetice, propun au alt sistem al regnurilor acestor organisme.

În afară de organismele, care au o structură celulară, există și forme de viață acelulară: prionii, vitoizii (despre ei ați aflat mai înainte), precum și virușii.

Termeni şi noțiuni-cheie:

principiul denumirii duble a organismelor, sistemele artificial şi natural (filogenetic) ale organismelor, domeniul, grupul monofiletic, cladograma.

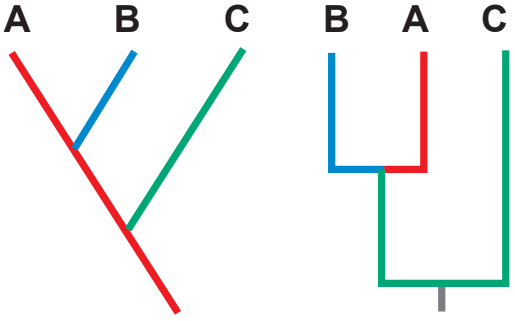
E interesant să știm

În timpul creării denumirilor ştiințifice ale unor grupuri de organisme, cercetătorii se conduc după principiile ***codurilor de nomenclatură biologică.*** Acestea sunt reguli care reglementează crearea şi aplicarea denumirilor ştiințifice ale organismelor vii. Există „Codul internațional de nomenclatură zoologică”, „Codul internațional de nomenclatură botanică”, „Codul internațional de nomenclatură bacteriană”, „Codul de virusologie”.

Cladograma (din greacă *cladon* – ramură) – metodă grafică de reprezentare a relațiilor de rudenie între anumite grupuri de organisme.

E interesant să știm

Pe desenul 250 sunt două cladograme, care conțin una şi aceeaşi informație. Analizându-le, se poate face concluzia că taxonii **A** şi **B** au relații de rudenie mai strânse, decât fiecare dintre ei cu taxonul **C**. Dacă taxonii **A, B, C** sunt specii, se poate presupune că speciile **A** şi **B** țin de unul şi acelaşi gen, iar specia **C** – de altul. Linia de la baza cladogramei arată că ambele specii provin de la strămoşul comun.



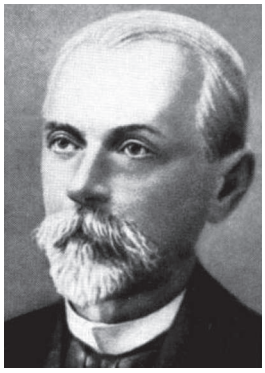
Des. 250. Două variante de cladograme, care oglindesc relaţiile între trei taxoni: A, B şi C. ***Temă.*** *Chibzuiţi, care dintre taxoni a apărut mai înainte şi care mai târziu.*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Pe scurt despre principalul

Sarcina principală a sistematicii este elaborarea principiului de clasificare a organismelor – atât a celor care există în prezent, cât şi a celor care au trăit cândva. Bazându-se pe datele cercetărilor diferitor ştiinţe, savanţii-sistematicieni creează sistemele naturale (filogenetice) ale organismelor. Aceste grupuri trebuie să fie monofiletice, deci, trebuie să-i includă pe toţi urmaşii strămoşului comun.

Sistemul contemporan a lumii organice este o reflectare a procesului evoluţiei lui, deci demonstrează în ce succesivitate unele sau altele grupuri de organisme s-au separat de strămoşul comun. În dependenţă de structura celulelor, toate organismele sunt divizate în procariote şi eucariote.



Des. 251. ***Dmytro Ivanovski*** *(1864–1920) fondatorul ştiinţei despre viruşi.*

E interesant să ştim

Viruşii au fost descoperiţi de D. I. Ivanovski (des. 251), când studia boala mozaică a tutunului. El a demonstrat că dacă extractul de la plantele afectate este introdus la cele sănătoase, le afectează şi pe acestea. Aceasta are loc chiar şi atunci când extractul este trecut prin filtre ceramice cu diametru destul de mic, capabile să reţină cele mai mici bacterii. D. I. Ivanovski considera că agenţii patogeni ai bolii mozaice a tutunului sunt cele mai mici organisme. Însă ele nu sunt capabile să crească în orice mediu de nutriţie. Acest eveniment este recunoscut în întreaga lume ca începutul ştiinţei virusologia.

Verificaţi-vă cunoştinţele obţinute

1. Ce studiază statistica? 2. Care sisteme de organisme sunt numite artificiale, dar care – naturale (filogenetice)? 3. Care grupuri de organisme sunt numite monofiletice? 4. Ce înseamnă clasificarea organismelor? 5. În ce constă principiul denumirilor duble ale organismelor? Daţi exemple. 6. Prin ce se caracterizează procariotele şi eucariotele?

Chibzuiţi

De ce sistemul filogenetic al organismelor este considerat drept reflectare a procesului evoluţiei?

§46. FORMELE ACELULARE DE VIAŢĂ – VIRUŞII. PROCARIOTELE

Amintiţi-vă despre trăsăturile caracteristice ale vieţii. Ce este genomul? Care sunt particularităţile structurii celulelor procariotelor? Ce sunt plasmidele? Ce este domeniul?

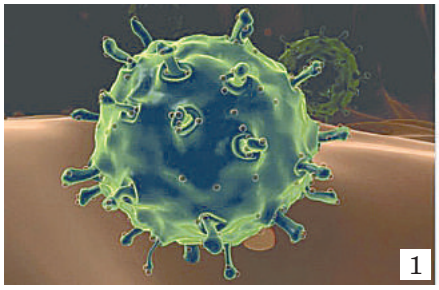
Structura şi funcţiile viruşilor, particularităţile lor, căile de transmitere, mijloacele de tratare şi profilaxie a bolilor virotice sunt studiate de ştiinţa **virusologia**.

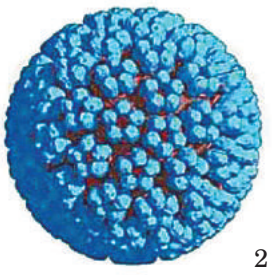
Viruşii – formele acelulare de viaţă. Aceştia sunt în exclusivitate paraziţi intracelulari ai diferitor organisme: ai omului, animalelor, plantelor, ciupercilor şi bacteriilor. Pentru înmulţirea lor viruşii folosesc material de construcţie şi energia celulei-gazdă. Rezultatul interacţiunii între virus şi celula-gazdă deseori poate fi bolile virotice.

În baza cercetărilor în decursul a mai multor ani au fost determinate principalele particularităţi ale viruşilor:

- dimensiunile foarte mici: majoritatea particulelor virotice – ***virionii*** **–** pot fi studiate numai cu ajutorul microscopului electronic;
- dispune de numai un singur tip de acid nucleic – ori ADN, ori ARN; nu are sistem propriu, capabil să sintetizeze proteinele;
- parazitismul intracelular – capacitatea de a se înmulţi numai în celula-gazdă;
- lipsa manifestărilor de activitate vitală în afara celulei-gazde.

Până în prezent nu există un singur punct de vedere despre originea viruşilor. În ultimul timp majoritatea oamenilor de ştiinţă acceptă ipoteza, potrivit căreia viruşii au apărut în timpurile străvechi independent de celule, folosind posibilităţile lor de transformare a energiei în sinteza proteinelor.





Des. 252. 1 – virusul compus de gripă: 2 – virusul simplu de papilom

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Toți virușii sunt divizați în simpli și compuși (des. 252). ***Virușii simpli*** sunt compuși numai din proteină, acid nucleic (ADN sau ARN). În componența membranei ***virușilor compuși*** intră, de asemenea, lipidele și glucidele.

Particularitatea importantă a virușilor de la procariote și eucariote constă în capacitatea lor unică de a crea noi particule-fiice virotice. Dacă toate formele celulare de viață folosesc diferite forme de înmulțire a celulelor (amintiți-vă care), la virușii acest proces este legat de formarea în celula infectată deodată a unui număr mare de virioni (de la câțiva până la câteva sute) în timpul așa-numitei *autoculegeri* (des. 253). Acest proces ne amintește de asamblarea automobilului pe conveier. Particulele virotice sunt adunate dintr-un număr mare de proteine virotice, sintetizate de celulă (structura acestor proteine sunt codate de genele acidului nucleic virotic). Etapa finală a acestui proces este includerea în membrana virusului a acidului său nucleic. După aceasta virusul poate părăsi celula și obține capacitatea de infectare a noilor celule.

Virușii simpli ies din celulă, de obicei, în rezultatul ruinării membranei celulare de către fermenții virotici sau în rezultatul pieirii celulei. La virușii complicați virionul ocupă o parte a membranei celulare, pe care o folosește drept înveliș extern pentru sine. Acest proces se numește înmugurirea virusului (des. 254).

Clasificarea virușilor se bazează pe particularitățile structurii particulei virotice și pe tipul acidului nucleic. În prezent ea se află în stadiul de elaborare, însă principiului ei esențial se aseamănă cu principiul de clasificare a procariotelor și eucariotelor. Vă dăm drept exemplu clasificarea virusului pneumatic, care cauzează boli respiratorii virotice acute (nu pentru a fi memorizat)

Regnul ***Vira***
Ordinul ***Mononegaviruși***
Familia ***Paramicoviruși***
Subfamilia ***Viruși pneumatici***
Genul ***Virusul pneumatic***

Virușii plantelor. Celulele plantelor, în afară de membrana plasmatică, sunt acoperite, de asemenea, cu un înveliș celular puternic de celuloză. De aceea virusul poate pătrunde în citoplasmă numai după deteriorarea ei (zgârieturile pe frunze sau pe fibrele rădăcinii cauzate de animalele care se hrănesc cu plante).

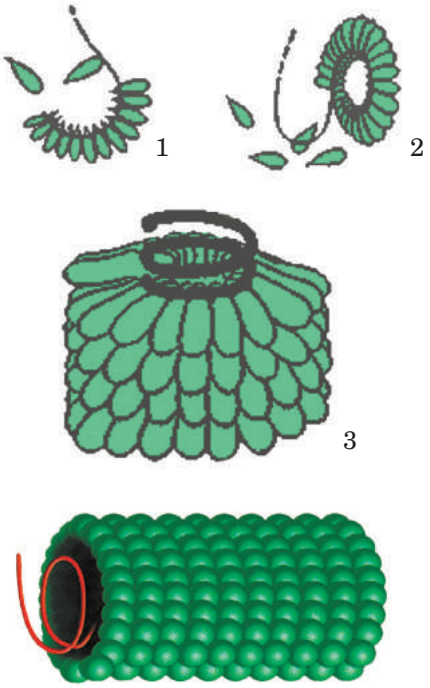
În timpul aflării virusului în celulă sunt sintetizate proteinele virotice. Unele din ele sunt folosite ca fermenți, care asigură crearea în continuare a moleculelor virotice de ARN, altele – ca proteine de structură, din care sunt create noi învelișuri ale particulelor virotice. Toate aceste procese sunt asigurate de organitele celulei cu aminoacizii și nucleotidele ei și pe contul energiei lor. Particulele virotice nou-create pot din nou nimeri în animalele ce le transportă.

Virușii bacteriilor sau bacteriofagii. Celula bacteriană, ca și cea celulară, este apărată sigur de un înveliș celular. De aceea virușii bacteriilor – bacteriofagii – au „strategia” lor de a pătrunde în citoplasmele celulelor-gazdă. Examinăm acest proces pe exemplul bacteriofagului T4 (des. 255). La capătul cozii lui sunt fixate două fibre proteice lungi, care se termină cu o structură specifică, care îndeplinește funcția de receptor. Pe suprafața celulei bacteriene (bacteriofagii T4

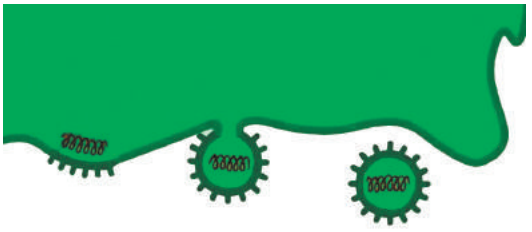
E interesant să știm

Un timp îndelungat, până la finele secolului al XX-lea au continuat discuțiile pe tema dacă viruşii țin de natura vie. Şi anume faptul că le sunt caracteristice ereditatea şi variabilitatea demonstrează că viruşii, fără doar şi poate, sunt obiecte ale naturii vii, deşi aparțin de formele acelulare de viață.

Memorizăm: viruşii sunt examinați ca un grup aparte (regn) al lumii organice, dar nu al organismelor, ci a formelor acelulare de viață.

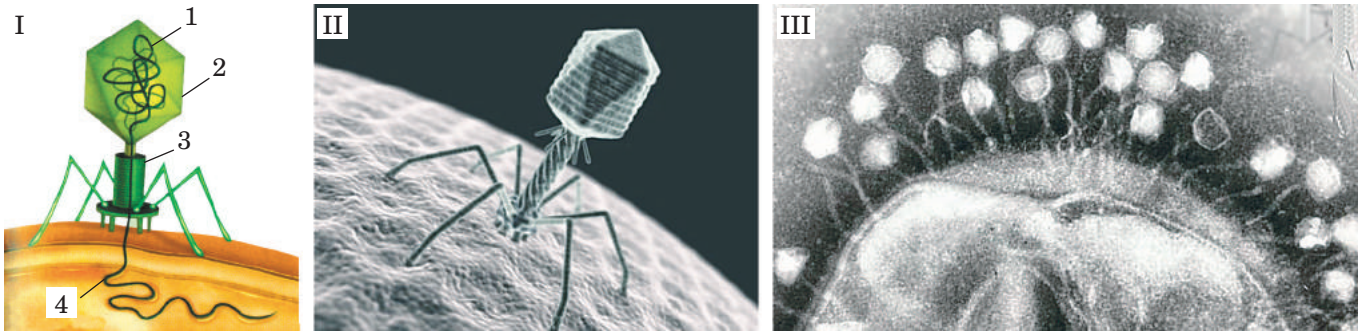


Des. 253. Autoadunarea virusului bolii mozaice a tutunului.
Temă. *Caracterizaţi acest proces*



Des. 254. Ieşirea virusului din componența celulei

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



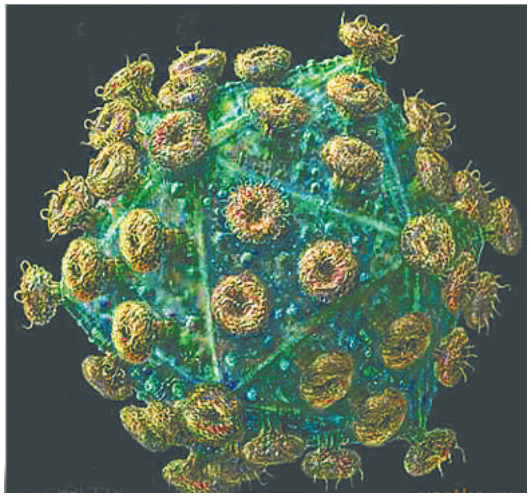
Des. 255. I. Structura schematică a bacteriofagului T4: 1 – genomul în formă de ADN cu două lanţuri, 2 – capul bacteriofagului; 3 – formaţiunea codară cu capac, 4 – ADN, pe care bacteriofagul îl introduce în celula bacteriei. II. Fotografia bacteriofagului, făcută cu ajutorul microscopului de scanat. III. Fotografia electrono-microscopică a introducerii ADN bacteriofagilor T 4 în citoplasma celulei bacteriene

E interesant să ştim

În celulele plantelor, în procesul de transcriere informaţia genetică din molecula de ADN se transcrie pe molecula de ARN-m. La viruşii plantelor molecula ARN, eliberându-se de membrană, imediat se îndreptă spre ribozomi. Informaţia ei genetică se realizează în formă de crearea noilor proteine virotice.

E interesant să ştim

Transcrierea informaţiei genetice în formă de ARN cauzează mărirea numărului de mutaţii. În rezultatul acestui proces informaţia genetică a ARN care conţine viruşi se schimbă foarte repede. Astfel se creează populaţii de viruşi diferiţi din punct de vedere genetic.



Des. 256. Fotografia virusului deficitului imunitar al omului (HIV)

afectează bacteriile cu beţişorul intestinal) sunt glicoproteide (*amintiţi-vă:* aşa sunt numite compuşii proteinelor cu glucide), de care şi se leagă receptorii virusului. Imediat după ce receptorii s-au legat de proteina celulară, bacteriofagul se lipeşte strâns de membrana celulară cu formaţiunea codară şi împroaşcă ADN său în citoplasma celulei (des. 255).

Viruşii omului şi animalelor. Să examinăm particularităţile înmulţirii ***virusului imunităţii deficitar (HIV).*** Este un virus compus (des. 256), materialul lui genetic sunt două molecule de ARN, înconjurate cu o membrană proteică. În afara ei mai este un înveliş, care este un segment al membranei celulei din care a ieşit acest virus. Ea este incrustată cu proteine virotice. Ele sunt folosite de HIV pentru căutarea şi fixarea de celulele sensibile (de obicei, acestea sunt limfocitele-T). În rezultatul unei astfel de interacţiuni membrana de la suprafaţa virusului se contopeşte cu membrana plasmatică a celulei şi ARN virusului nimereşte în citoplasmă. Astfel fermentul virotic începe să sintetizeze pe moleculele de ARN molecula de ADN cu două lanţuri.

Molecula de ADN cu două lanţuri HIV, sintetizată din nou, este transportată spre nucleu, unde interacţionează cu unul dintre cromozomii aparatului genetic al celulei. Acolo ea poate mult timp să coexiste cu cromozomul, fără să-şi realizeze propria informaţie genetică. Pacienţii infectaţi cu HIV la această etapă a infecţiei virotice se numesc *purtători HIV*.

Sub influenţa anumitor factori ai mediului celular ADN al virusului se poate activiza, începe transcrierea şi mai departe – sinteza proteinelor virotice. În rezultatul acestor procese în citoplasmă sunt acumulate proteinele de structură HIV. Etapa finală a dezvoltării infecţiei HIV va fi ieşirea particulelor virotice în rezultatul „înmuguririi" din membrana celulei. Deoarece HIV afectează limfocitele T, pierirea acestora duce la deficitul de celule imune în organism. De aici şi provine denumirea lui – virusul deficitului imunitar. Vă amintim că acest virus cauzează boala cu un pericol mortal pentru om – ***sindromul*[1] *deficitului imunitar dobândit (SIDA***).

Procariotele sunt organisme (fără nucleu), care includ două regnuri: Arheele (fosta denumire – Athebacteriile) şi bacteriile (anterior – Eubacteriile, sau Bacteriile adevărate).

[1] Sindrom (din greacă *sindrome – acel, care alergă împreună)* – îmbinarea trăsăturilor (simptomelor) ale unei anumite boli.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

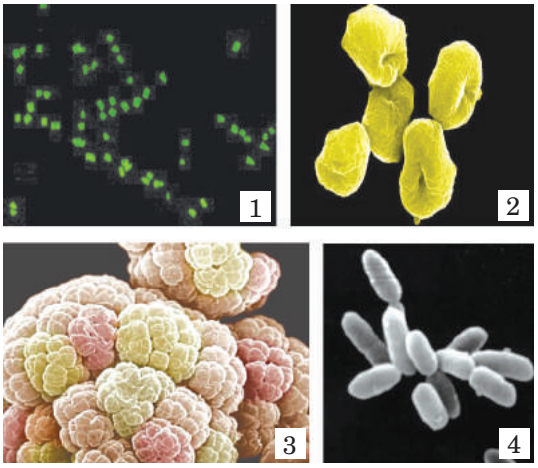
La rândul lor, de Bacterii ţin însuşi bacteriile, cianobacteriile (în botanică ele sunt numite alge albastre-verzi), precum şi alte grupuri de procariote (actinomicete şi micoplasme). În momentul de faţă au fost descrise circa 3000 specii de procariote (dintre care circa 2000 specii de cianobacterii), însă în natură numărul lor real este cu mult mai mare. Bacteriile sunt studiate de ştiinţa **bacteriologia**.

Procariotele au fost primele organisme, care au apărut pe planeta noastră. *Amintiţi-vă:* procariotele nu au cromozomi caracteristici pentru eucariote: moleculele lor de AND nu acţionează cu proteinele nucleare. ADN procariotelor în primul rând este concentrat în zona nucleară (nucleoidelor), în afară de aceasta, în citoplasma celulelor lor se află plasmid (factorii ereditari în afara cromozomilor).

Arheele se deosebesc de bacterii prin particularităţile structurii şi proceselor de activitate vitală. Celulele lor au dimensiuni microscopice, în medie curca 1 mkm (dimensiunile minime – 0,4 mkm), iar învelişul celular nu conţine compuşi polimeri – mureină. Forma celulelor este diversă, există specii sferice, în formă de beţişoare, spirală, triunghiulare şi dreptunghiulare (des. 257). Multe specii au flagele. Materialul ereditar al arheelor se află în molecula inelară ADN.

Arheele deseori sunt descoperite în condiţii extremale, în care nu pot exista alte fiinţe vii. Între ele sunt specii, capabile să existe în izvoare fierbinţi cu temperatura de +45° …113° C (asemenea specii au în componenţa lor proteine, rezistente la acţiunile temperaturilor foarte înalte). De asemenea, sunt reprezentanţi care rezistă la o presiune de 700 atmosfere, la perioade secetoase îndelungate etc. Arheele se află în diferite medii: în sol, mlaştini, apele oceanului, se mută în alte organisme. De exemplu, anumite specii trăiesc în colonul rectal al omului, în cele ale animalelor care rumegă hrana, contribuind la procesele digestive. Între arhee aproape că nu există specii parazitare, însă sunt specii care pot fi folosite la utilizarea resturilor organice.

Între arhee sunt aerobe şi anaerobe, autotrofe (hemotrofe şi fototrofe, pigmentul de fotosinteză fiind bacteriorodopsinul) i speciile heterotrofe. Unele arhee sunt capabile să fixeze azotul din atmosferă. Arheele se înmulţesc divizarea în jumătate, înmugurire şi prin fragmentaţie.



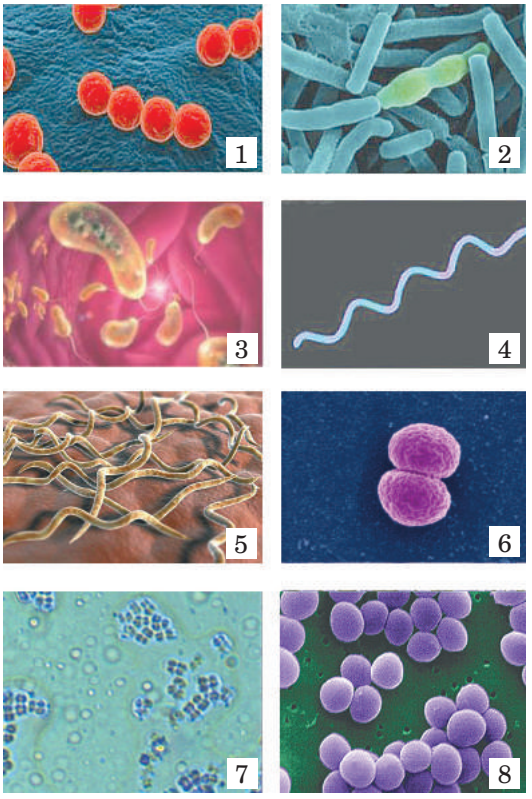
Des. 257. Arhee: 1 – genul Galabacteria; 2 – genul Sulfolobus; 3 – genul Galocvadratum; 4 – genul Metanoscarcina (nu pentru a fi memorizate)

E interesant să ştim

În solul care s-a lipit de rădăcinile unor plante uscate în Marea Britanie, au fost descoperite spori cu capacitate vitală, care s-au păstrat timp de 300 de ani. Savanţii presupun că în anumite cazuri sporii bacteriilor sunt capabile să-şi păstreze capacitatea vitală timp de 1000 de ani. Bacteriile din genul Bacterii anaerobe sunt capabile să creeze până şa 7 endosperme, ceea ce poate fi tratat ca o metodă deosebită de înmulţire asexuată.

La **Bacterii** aparţin specii diferite după structura şi particularităţile celulei şi procesele de activitate vitală. Forma celulei bacteriilor este diversă (des. 258): în formă de sfere (*koki*), beţişoare (*bacile*), ghem (*vibrioni)*, spirală (*spirală*), spirale lungi şi împletite (*spirochete*) etc.

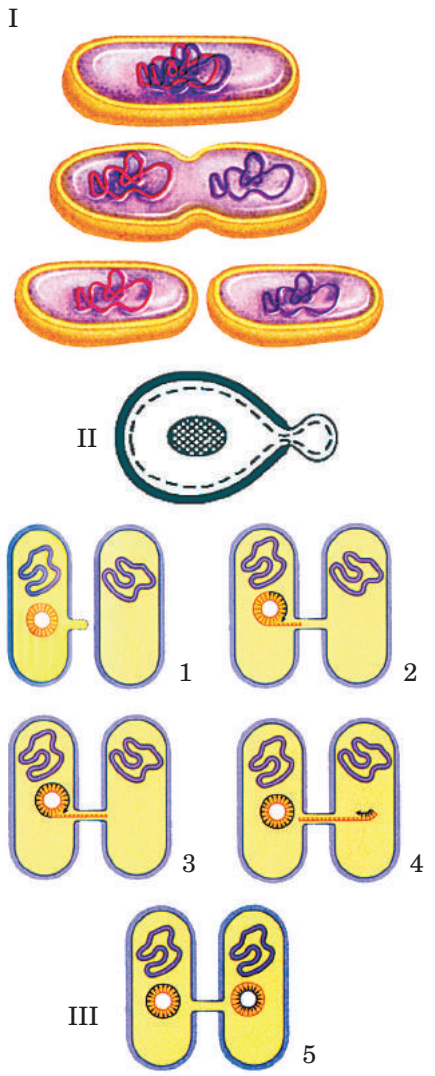
Koki, adunaţi în perechi, se numesc diplokoki, câte patru – tetrakoki, în formă de strugure – stafilokoki, în formă de



Des. 258. Formele celulelor bacteriilor: 1 – koki; 2 – bacile; 3 – vibrioni; 4 – spirale; 5 – spirochete; 6 – diplokoki, 7 – tetrakoki, 8 –stafilokoki

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Fermentația – proces anaerobic (fără oxigen) de separare a moleculelor compușilor organici cu participarea anumitor fermenți, conjugați cu sinteza moleculei de ATP



Des. 259. Formele de înmulțire și procesul sexual la bacterii. I – înmulțire prin diviziunea celulei în două; II – schema procesului de înmugurire: III – succesiunea procesului schimbului de informație ereditară cu ajutorul conjugării

fibre – streptokoki etc. Există și specii multicelulare (între cianobacterii și actinomicete). Unele bacterii nu se mișcă, altele au capacitatea de a se deplasa cu ajutorul flagelilor sau prin secreția de lichid.

La unele procariote (bacteriile verzi sulfuroase, purpurii, cianobacterii) există un aparat fotosintetic special. Astfel, la cianobacterii datorită îndoirii membranei plasmatice apar pungi plate care conțin clorofilă (vezi des. 84).

Particularitățile deosebite ale proceselor de activitate vitală a bacteriilor. Între procariote sunt atât autotrofe, cât și heterotrofe (saprotrofe, paraziți etc.). Între autotrofe sunt atât fototrofe (bacteriile verzi, purpurii, cianobacteriile), cât și hemotrofe (bacteriile feruginoase și sulfuroase).

Sunt cunoscute trei metode principale de obținere a energiei de către bacterii: fermentația, respirația aerobă, hemo- și fotosinteza. În timpul acestor procese sunt sintetizate moleculele de ATP.

Temă: cu ajutorul profesorului caracterizați felurile de fermentație (alcoolică, lactată, cu ajutorul oțetului și acidului). Pregătiți o comunicare pe tema folosirii de către om a acestor procese în gospodăria sa.

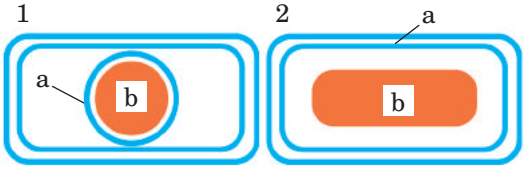
Amintiți-vă: fotosinteza la bacterii poate avea loc fără eliminarea oxigenului, cât și cu eliminarea lui. Prima variantă a fotosintezei este caracteristică pentru bacteriile care în loc de clorofilă sau în celulă un alt pigment de fotosinteză – clorofila bacteriană (bacteriile verzi și purpurii). La procesul de fotosinteză la ele este antrenată numai un singur fotosistem, iar donatorii de electroni sunt H_2S, S_2 (bacteriile purpurii), H_2 și alți compuși. Cea de a doua variantă a fotosintezei o execută cianobacteriile cu folosirea **clorofilei**, în acest proces de fotosinteză sunt antrenate două fotosisteme.

Celulele procariotelor se înmulțesc pe cale asexuată: diviziunea în jumătate (des. 259. I), anterior prin înmugurire (celula maternă înmugurea două celule-fiice mai mici) (des. 259. II). Înainte de diviziune celula se mărește în dimensiuni, materialul ei ereditar se dublează (molecula ADN). Fiecare din celulele-fiice, care se formează în rezultatul diviziunii celei materne, primește partea sa de informație ereditară.

Procesul sexual la procariote se desfășoară în forma ***conjugării*** (des. *259.* III.). Între două celule vecine se formează o legătură temporară, în rezultatul căreia are loc schimbul de molecule ADN.

În condițiile nefavorabile la unele procariote se formează spori sau chiste (des. 260. 1). În procesul de formare a sporilor o parte a citoplasmei celulei materne se acoperă cu un înveliș cu mai multe straturi, formând sporul. Asemenea spori, datorită conținutului mic de apă, devin foarte rezistente la temperaturi mari, rezistă la doze enorme de radiație cu ioni, la influența diferitor compuși chimici.

În timpul formării chistelor (des. 260, 2) întreaga celulă este acoperită cu un înveliș foarte dens. Chistele procariotelor sunt rezistente la acțiunile radiației, secetei, însă, spre deosebire de spori, nu sunt capabile să suporte acțiunea temperaturilor înalte.



Des. 260. Schema de formare a sporilor în interiorul celulei (1) și a chistei (2) (învelișul suplimentar învelește celula din exterior); a – învelișul celulei; b – citoplasma

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Cianobacteriile, la fel ca și bacteriile care fixează azotul, sunt capabile să fixeze azotul din atmosferă. Deoarece oxigenul molecular face să fie neactivi fermenții care asigură fixarea azotului din atmosferă, la cianobacterii se formează anumite celule – heterocitele. Conținutul intern al heterocitelor este apărat de pătrunderea oxigenului din exterior de două membrane groase. Ele sunt legate de celulele vecine prin canale microscopice.

Termeni și noțiuni-cheie:

viruşii simpli şi compuşi, virusul deficitului imunitar la om (HIV), sindromul deficitului imunitar la om (SIDA), procariotele, arheele.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Care ştiință studiază viruşii? 2. Cum au fost descoperiți viruşii? 3. Care viruși sunt numiți simpli şa care compuşi? 4. Prin ce se caracterizează viruşii bacteriilor – bacteriofagii? 5. Caracterizați particularitățile structurii şi ciclul vital al virusului deficitului imunitar al om. 6. Prin ce celulele procariotelor după structură se deosebesc de celulele eucariotelor? 7. Cum se înmulțesc eucariotele? 8. Care este însemnătatea biologică a proceselor de creare a sporilor şi chistelor la procariote? 9. Prin ce celulele arheelor se deosebesc de celulele bacteriilor.

Chibzuiți

1. Structura particulelor viruşilor este cu mult mai simplă decâtor celulele eucariotelor şi procariotelor. Oare puteau viruşii să apară mai înainte decât organismele care au structură celulară? 2. Savanții consideră că bacteriile cu spori puteau servi drept „strămoşi" ai anumitor organite ale celulelor eucariotelor (la fel cum unele bacterii aerobe sunt considerate strămoși ai mitocondriilor, iar cianobacteriile – ai cloroplastelor). În opinia voastră, ce fel de organite sunt acestea?

§47. EUCARIOTELE: CIUPERCILE, PLANTELE, ANIMALELE

Amintiți-vă particularităţile structurii şi funcţiile celulelor eucariotelor. Care organe ale plantelor şi ciupercilor aparţin la cele reproductive.

La eucariote aparţin organismele uni- și multicelulare, ale căror celule, care, fie și la anumite etape de dezvoltare, au nucleu, sunt înconjurate cu două membrane, precum au și diferite organite (amintiți-vă care). În afară de nucleu, la eucariote molecula de ADN poate fi și în mitocondrii şi în plastide. Diviziunea celulelor la eucariote se desfășoară pe calea mitozei sau meiozei, cu formarea fusului de diviziune.

În mod tradiţional, eucariotele sunt împărţite în trei grupuri (regnuri): Ciupercile, Plantele, Animalele.

Ciupercile constituie un grup de organisme heterotrofe care consumă compuși organici descompuși. Ciupercile sunt studiate de știința **micologia**.

Dimensiunile ciupercilor sunt diferite: de la microscopice (de exemplu, drojdiile) la ciuperci enorme, corpul cărora

Pe scurt despre principalul

Viruşii sunt forme acelulare de viață. Ei sunt în exclusivitate paraziți intracelulari ai bacteriilor, ciupercilor, plantelor, animalelor şi omului. În afara celulei-gazde particulele virotice nu dau nici un semn de viață. Înmulțirea lor este posibilă numai în interiorul celulei în care ei parazitează.

În dependență de componența chimică a învelişului particulelor virotice viruşii se împart în simpli şi compuşi. La viruşii simpli învelişul este compus numai din proteine, iar cei compuşi au în componență lipide şi glucide.

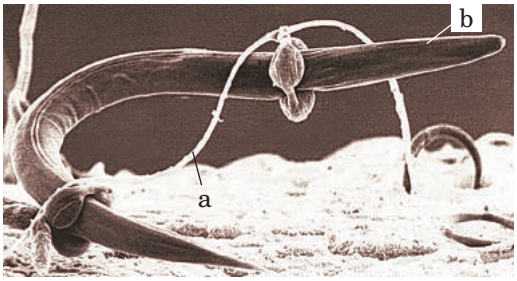
Deoarece viruşii nu au structură celulară, ei sunt trecuți în categoria formelor de viață acelulară. Clasificarea viruşilor se bazează pe particularitățile structurii particulei virotice. Toți viruşii aparşin de grupul (regnul) Vira.

Procariotele sunt organisme cu celule fără nucleu, care includ două regnuri: Arheele şi Bacteriile.

Arheele se deosebesc de bacterii prin particularitatea structurii şi proceselor de activitate vitală. Membrana celulelor lor nu conține mureină, caracteristică pentru bacterii. Multe specii au flageli. Materialul ereditar al arheelor se păstrează în molecula inelară de ADN. Arheele nu sunt capabile să sintetizeze fermenții, care asigură dizolvarea compuşilor organici, de aceea pot însuşi numai compuşii simpli.

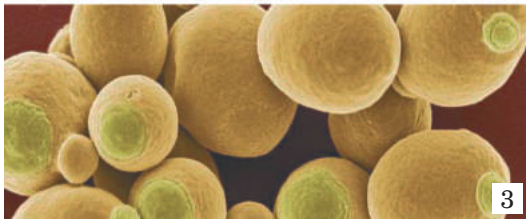
De bacterii țin speciile cu diferite forme ale structurii şi procese vitale.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 261. Ciuperca răpitoare (a) cu ajutorul hifelor prinde, iar apoi şi consumă nematodele (b). Aceste specii răpitoare de ciuperci pot fi utilizate pentru metoda biologică de luptă cu speciile dăunătoare de nematode

Memorizăm: la majoritatea ciupercilor (de exemplu, la cele cu pălărie) miceliul este pluricelular, iar la altele – unicelular (ca, de exemplu, la mucegaiul alb) (des. 262, 1).



Des. 262. 1. Ciuperca unicelulară mucegaiul alb. 2. Structura ciupercii cu pălărie. 3. Celulele drojdiilor

Des. 263. Ciuperci neadevărate: 1 – corpul vegetativ al florii tăbăcarilor; 2 – mixomicetul Trichia

ating 50 cm şi chiar mai mult. Mulţi reprezentanţi ai acestui regn ţin de ***reducente*** – organisme capabile să descompună substanţele organice în substanţe simple anorganice. Între ciuperci sunt specii unicelulare, coloniale şi multicelulare. *Amintiţi-vă:* corpul multor tipuri de ciuperci este format din fire separate – ***hife***. Totalitatea lor se numeşte ***miceliu***.

După natura nutriţiei lor ele sunt împărţite în ciuperci saprofite, simbiotrofe (se hrănesc datorită simbiozei cu alte fiinţe), parazite şi chiar prădătoare (care se hrănesc cu nevertebrate mici; des. 261).

O parte a miceliului este situată în interiorul substratului, pe care creşte ciuperca, iar alta – pe suprafaţa lui (des. 262, 2). Datorită părţii aeriene a miceliului se formează organele reproducătoare ale ciupercilor, care asigură atât reproducerea asexuată, cât şi cea sexuată. O astfel de structură a ciupercilor semnificativ măreşte suprafaţa lor şi asigură un contact strâns cu substratul, pe care ele cresc.

Sunt ciuperci, care nu au o structură micelară, aşa ca drojdie (des. 262, 3). Datorită reproducerii intense a celulelor acestor ciuperci se formează lanţuri de celule.

La unele ciuperci, cum ar fi mixomicetele (ele aparţin la *organisme fungiforme*), celule nu au înveliş celular elastic, datorită cărui fapt ele pot să-şi schimbe forma sa (des. 263). Aceste organisme sunt capabile să capteze hrana prin fagocitoză şi să formeze vacuolele digestive.

Există ciuperci care sunt capabile să formeze ***plasmodii*** – structuri pluricelulare (de la câteva până la zeci de mii de nuclee), lipsite de membrană rigidă. Dimensiunile lor pot fi uimitoare: până la 50 cm (la unele mixomicete, cum ar fi floarea tăbăcarilor) (des. 263, 1). Mixomicetele pot fi imobile sau se pot mişca cu ajutorul pseudopodelor.

Celulele *ciupercilor adevărate*, ca şi celulele vegetale, au perete celular rigid. De obicei în compoziţia lui intră chitina, care conţine Nitrogen şi alte polizaharide. Chitina intensifică rigiditatea şi rezistenţa pereţilor celulari la acţiunea diferitor substanţe chimice. Învelişurile celulare a ciupercilor adesea sunt colorate datorită prezenţei anumitor pigmenţi (în special, melaninei).

În citoplasma celulelor majorităţii ciupercilor, ca în celulele animale se depozitează o substanţă de rezervă – polizaharida glicogenul, iar în vacuole – granule de proteine. Printre ciuperci sunt cum aerobi, aşa şi anaerobi (de exemplu, drojdia, care provoacă fermentaţia alcoolică). Produsul metabolismului lor este ureea.

Ciupercile se înmulţesc în diferite moduri. Reproducerea asexuată, de obicei, este efectuată cu ajutorul sporilor. Drojdiile, după cum vă amintiţi din materialul de biologie din clasa 6, se înmulţesc prin înmugurirea celulelor sale, şi mai

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

rar – prin diviziune. Reproducerea vegetativă cel mai frecvent decurge prin separarea părților miceliului (fragmentare).

Mai mult de 100 000 de specii de ciuperci și organisme fungiforme trăiesc în sol, diverse bazine cu apă, resturi organice, produse alimentare, precum și pe sau în interiorul organismelor vii, provocând diferite boli.

În prezent, există diferite păreri privind taxonomia ciupercilor. Știți deja, că ele sunt convențional împărțite în ciuperci și organisme fungiforme. În cadrul fiecărui grup se disting diferite încrengături. De exemplu, printre organismele fungiforme sunt cunoscute încrengăturile Acrasiomicete și Mixomicete. Încrengăturile Basidiomicetele, Hitridiomicetele, Zigomicetele și Ascomicetele aparțin la grupul ciupercilor adevărate (nu pentru memorizare).

Un grup deosebit de ciuperci adevărate sunt **lichenii** – asociații simbiotice a ciupercilor din diferite grupe de ciuperci și organisme fotosintetice – alge verzi și cianobacterii (des. 264).

Există aproximativ 20 000 de specii de licheni, răspândite pretutindeni, de la tundra arctică până în Antarctida. Ele populează diferite substraturi diferite, adesea sărăci în substanțe organice: pietre, nisip, trunchiuri de copaci etc. Lichenii trăiesc o perioadă lungă de timp – sute și chiar mii de ani (savanții au stabilit vârsta unui lichen găsit în Groenlanda – aproximativ 4500 ani).

Plantele. Printre plantele sunt reprezentanți unicelulari (algele diatomee, unele alge verzi, roșii etc.), coloniale (unele diatomee, alge verzi etc.) și pluricelulare (algele brune, multe specii de alge roșii, verzi, plantele superioare cu spori și cu semințe) (des. 265, 266). La majoritatea plantelor pluricelulare (la mușchi, ecvizetofite, licopodiofite, ferigi, gimnosperme și angiospermele) sunt țesuturi și organe – vegetative (rădăcină și lăstarul) și generative (sporangii, flori etc.). O particularitate de structură a țesuturilor vegetale a plantelor este faptul, că la ele lipsesc sau este puțin dezvoltată substanțe intercelulară, în schimb pot fi spații intercelulare.

O trăsătură caracteristică a reprezentanților regnului Plantele este, în primul, rând structura celulelor. Ele au pereți celulari groși, care conțin diferite polizaharide, în special celuloza, pectina. Celulele vecine sunt interconectate între ele prin canale microscopice în învelișurile lor. Citoplasma adesea conține vacuole cu suc celular, precum și diferite tipuri de plastide. Datorită clorofilei majoritatea plantelor sunt capabile la fotosinteză, adică la nutriție autotrofă. În urma procesului de fotosinteză în citoplasma celulelor vegetale se depozitează polizaharide (amidon la algele verzi și plantele superioare, laminarină – la algele brune, amidonul de floridee – la cele roșii etc.). La unele specii de plante, în special la cele parazite, clorofilă lipsește și ele sunt heterotrofe (de exemplu, torțelul – parazit al altor specii de plante). Plantele duc, de regulă, un mod fixat de viață; la mișcare activă sunt capabile doar anumite specii de alge, ale căror celule au flageli (cum ar fi clamidomonada, volvoxul).

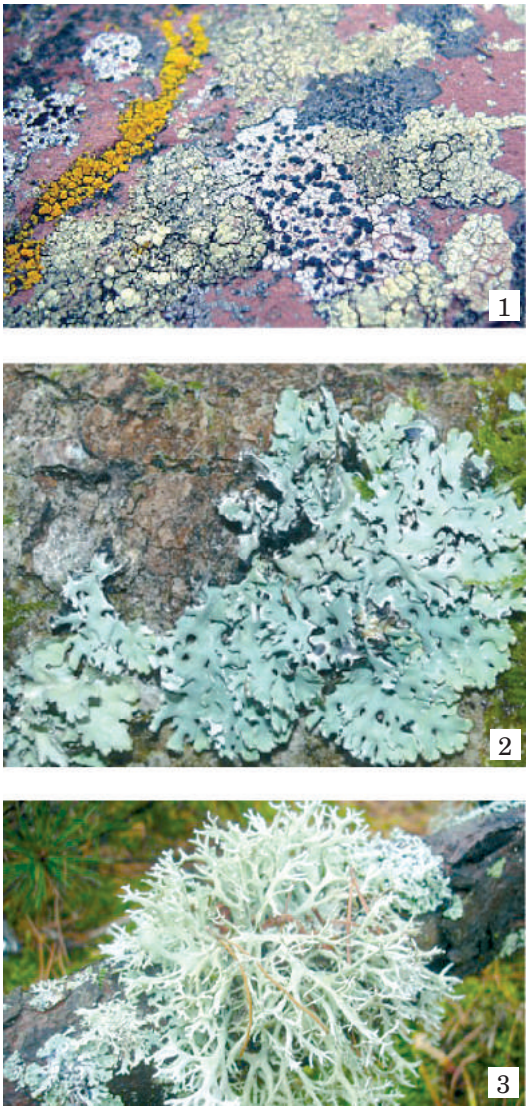
Diversitatea plantelor, structura lor, procesele activității vitale, relațiile cu alte organisme și cu mediul ambiant, răspândirea lor etc. studiază o știință complexă **botanica**. Savanții cunosc mai mult de 320 de mii de plante.

E interesant să știm

Hifele pot creşte rapid: există ciuperci, la care timp de 24 ore se formează un miceliu mai lung de un kilometru.

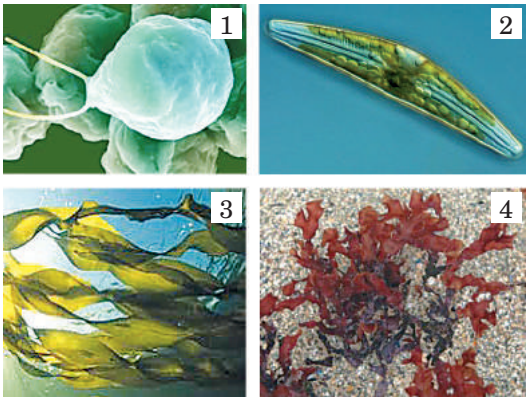
E interesant să știm

Ciupercile pot forma o cantitate semnificativă de spori (de exemplu, băşica porcului – aproape 7 x 10^{12}), care sunt răspândite, în principal, de vânt, apă sau animale.



Des. 264. Tipurile structurii externe a lichenilor: 1 – crustoşi, 2 – frunzoşi, 3 – fruticuloşi

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 265. Diferiţi reprezentanţi ai algelor: 1 – alga verde (clamidomonada); 2 – alga diatomee; 3 – alga brună (laminaria); 4 – alga roşie (filofora)

Algele reprezintă un grup de încrengături, care include specii unicelulare, coloniale și pluricelulare (vezi des. 265). La speciile pluricelulare lipsește sistemul conducător și o diferențiere a corpului în organe pluricelulare. Algele sunt organisme autotrofe, care trăiesc în diferite tipuri de bazine cu apă, în solul umed, pe substraturi aeriene, pot intra în simbioză cu ciuperci sau plante.

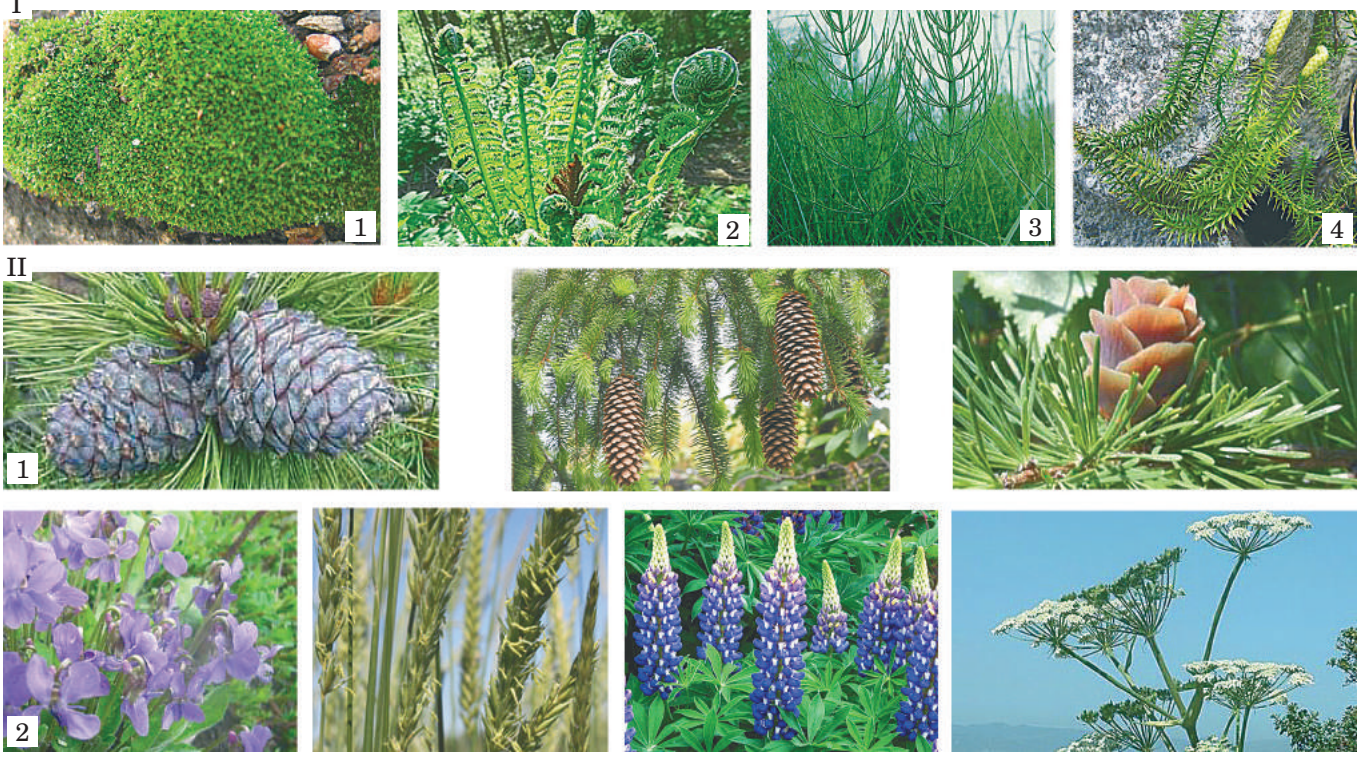
Plantele superioare cu spori reprezintă un grup de plante pluricelulare, care, spre deosebire de alge, formează țesuturi și organe adevărate (cu excepția unor reprezentanți ai mușchilor). Denumirea sa au primit-o de la faptul, că reproducerea asexuată are loc prin sporii formați în sporangii – organe de reproducere ale indivizilor generației asexuate. La plantele superioare cu spori aparțin încrengăturile: Mușchii, Ferigile, Ecvizetofitele și Licopodiofitele (vezi des. 266). Ultimele trei încrengături se combină într-un grup de plante vasculare, deoarece au vase - elementele conducătoare ale unui astfel de țesut, ca xilemul. Însă la mușchi acest țesut lipsește.

Plantele cu semințe sunt două încrengături de plante superioare (Gimnospermele și Angiospermele), ale căror reprezentanți sunt capabili să formeze semințe – structuri, care servesc pentru reproducere și răspândire (vezi des. 266. II.). *Amintiți-vă*: sămânța este acoperită cu tegument seminal, conține embrionul seminței și endosperm (țesut embrionar cu o sursă de substanțe nutritive pentru embrion).

Animale sunt, în cea mai mare parte, organisme heterotrofe monocelulare, coloniale sau pluricelulare. Majoritatea animalelor, spre deosebire de plante și ciuperci, sunt capabile la mișcare activă. Celulele animale pe deasupra membranei plasmatice au un strat subțire elastic de glicocalix și depozitează glicogen. Animalele, cu excepția unor monocelulare (ca,

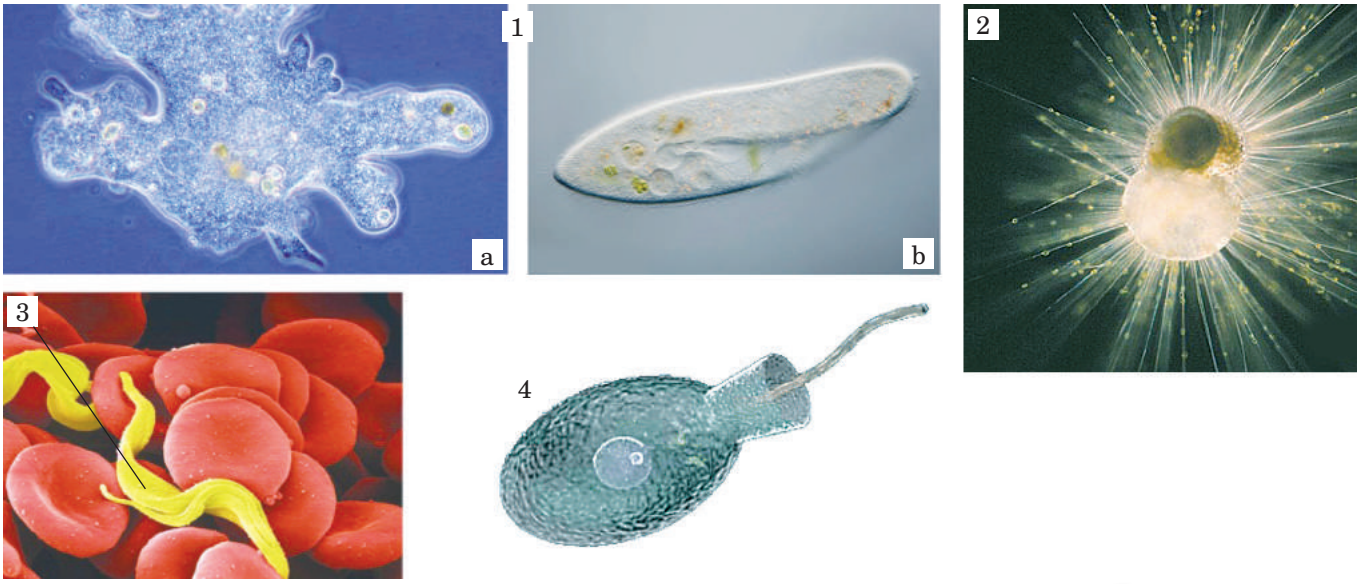
E interesant să știm

Mai înainte plantele erau împărţite în superioare şi inferioare, în prezent o astfel de diviziune este considerată învechită. Cândva la plantele inferioare, pe lângă alge, erau incluse chiar şi bacteriile şi ciupercile.



Des. 266. Diversitatea plantelor superioare: I – plante superioare cu spori: 1 – mușchi; 2 – ferigi; 3 – ecvizetofite; 4 – licopodiofite; II – plante cu semințe: 1 – gimnosperme; 2 – angiosperme (plante cu flori)

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 267. Diferiți reprezentanți ai animalelor unicelulare: 1 – locuitorii apelor dulcicole: a – amiba proteu; b – parameciul; 2 – locuitorii mărilor – foraminiferele; 3 – parazitul sanguin al omului și al mamiferelor – tripanosoma; 4 – reprezentații flagelatelor gulerate (ele sunt considerate drept strămoși a animalelor pluricelulare)

de exemplu, euglena verde), nu au cloroplaste și, prin urmare, nu sunt capabile la fotosinteză.

Animalele sunt răspândite în bazinele dulcicole și sărate – de la suprafață până la cele mai mari adâncimi; pe pământ – de la tropice până la regiunile polare, trăiesc în sol. Multe specii de animale trăiesc în interiorul altor organisme. Ele pot intra cu organismul gazdei în diferite relații: printre ele sunt speciile mutualiste, comensale și parazite. Pot să se reproducă pe cale asexuată sau sexuată. Structura, procesele activității vitale, diversitatea și răspândirea animalelor, precum și importanța lor în natura și în viața omului este cercetată de știința **zoologia**.

Mai înainte animalele erau împărțite în două subregnuri – Unicelulare, sau Protozoare și Pluricelulare. Însă acest sistem este considerat învechit, în prezent sistemul lumii animale este reexaminat activ: unii reprezentanții, care curent făceau parte din subregnul Unicelularele, sau Protozoarele (des. 267), au nimerit în componența diferitor regnuri ale eucariotelor.

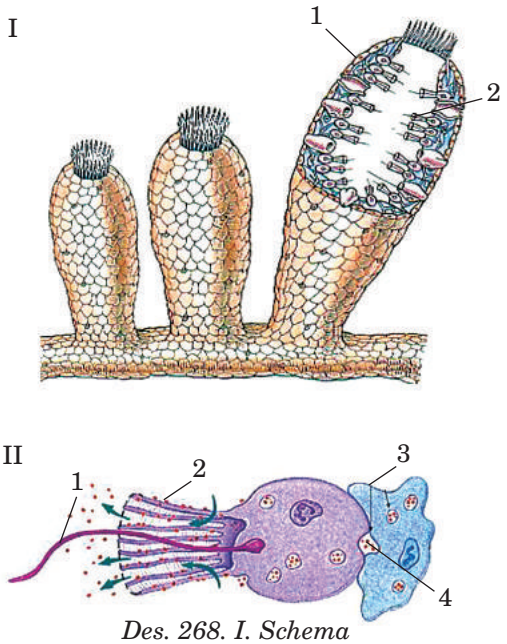
Corpul **animalelor pluricelulare** este format din multe celule, care îndeplinesc diferite funcții și diferă după structură (***fenomenul diferențierii celulelor***). Animalele pluricelulare sunt împărțite în animale pluricelulare primare și pluricelulare adevărate.

Animalele ***pluricelulare primare*** nu formează țesuturi adevărate, la ele, de asemenea, lipsește sistemul nervos. Deci astfel de funcțiile vitale, ca nutriția, schimbul de gaze, percepția reprezintă funcția anumitor tipuri de celule, ci nu a unui organism integru. Reprezentanți tipici ai animalelor pluricelulare primare sunt Spongierii (des. 268).

Atrageți atenția la structura celulelor gulerate ale spongierilor (vezi des. 268. II) și a celulelor animalelor unicelulare – flagelatelor gulerate (vezi des. 267, 4). Ele sunt similare nu numai după structură, ci și după informația ereditară. De

E interesant să știm

În prezent savanții disting nu trei regnuri de eucariote, ci cinci sau șase.



Des. 268. I. Schema structurii spongierului: 1 – stratul extern al celulelor, 2 – stratul intern al celulelor, printre care se întâlnesc și cele gulerate; II. Schema structurii celulei gulerate, flagelii acestor celule creează fluxuri de apă în corpul spongierilor: 1 – flagelul; 2 – gulerul dintr-un pliu de citoplasmă, prin care sunt filtrate particulele de hrană; 3 – celula amebocitului; 4 – particulele de hrană, care sunt transmise de la celula gulerată la amebocit

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Pe scurt despre principalul

La eucariote aparțin organismele, ale căror celule, cel puțin la anumite etape de dezvoltare, au nucleu, precum şi diverse organite unimembranare şi bimembranare. În mod tradițional eucariotele sunt împărțite în trei grupe (regnuri): ciupercile, plantele şi animalele.

Ciupercile sunt un grup divers de organisme heterotrofe, care, de obicei, consumă soluții de compuşi organici. Ciupercile pot fi monocelulare şi pluricelulare.

Printre plante există specii unicelulare, coloniale şi pluricelulare. La majoritatea plantelor pluricelulare sunt țesuturi şi organe – vegetative şi generative.

Animale sunt, în principal, organisme heterotrofe unicelulare sau pluricelulare. Animalele pe deasupra membranei plasmatice au glicocalix, adesea sunt capabile la fagocitoză şi depozitează glicogen. Printre animalele pluricelulare se disting pluricelulare primare (de exemplu, încrengătura Spongierii, care nu formează țesuturi şi organe) şi pluricelulare adevărate (animale pluricelulare, la care se formează țesuturi adevărate, organe şi sisteme de organe).

aceea flagelatele gulerate sunt considerate drept strămoşi ai animalelor pluricelulare.

La animalele ***pluricelulare adevărate*** celulele asemănătoare după structură şi funcție formează țesuturi. Din ele sunt formate organe şi sisteme de organe. Specializându-se la îndeplinirea anumitor funcții, multe celule ale animalelor îşi pierd individualitatea sa. Stratul extern de celule formează învelişuri, care delimitează țesuturile şi organele interne de mediul ambiant. Astfel apare mediul intern al organismului. Aceste animale au sistem nervos, de aceea funcțiile lor vitale sunt reglate nu numai de substanțe biologic active, ci şi datorită sistemului nervos. Reglarea dublă asigură controlul perfect al funcțiilor vitale ale animalelor pluricelulare, iar la anumiți reprezentanți – şi forme complexe de comportament.

Termeni şi noțiuni-cheie:

ciuperci, plante, animale.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Care organisme aparțin la eucariote? 2. Prin ce se caracterizează reprezentanții regnului Ciupercile? 3. La care eucariote pluricelulare nu se formează țesuturi adevărate? 4. Care grupuri se disting la plantele superioare? 5. Prin ce diferă animalele pluricelulare primare şi cele pluricelulare adevărate?

Chibzuiți

De ce celulele eucariotelor unicelulare au de obicei o structură mai complexă decât celulele, care aparțin la anumite țesuturi ale organismelor pluricelulare?

Temă creativă

Folosind cunoştințele, dobândite în timpul studierii biologiei în anii anteriori, amintiți-vă cele mai frecvente boli infecțioase (agenți patogeni – virusurile, bacteriile, ciupercile) şi invazive (agenți patogeni – animale unicelulare şi pluricelulare) ale omului. Cu ajutorul profesorului, propuneți măsuri eficiente pentru prevenirea şi controlul agenților patogeni.

LUCRAREA PRACTICĂ № 4 (LA ALEGEREA PROFESORULUI)

Comparația structurii şi procesului de reproducere a formelor celulare şi acelulare de viață

Scopul: de consolidat materialul studiat al cursului teoretic. De a se învăța pe scheme şi preparate microscopice de a determina particularitățile de structură ale formelor acelulare de viață – virusurilor, ale celulelor procariote şi eucariote, de a compara procesele de reproducere a acestora.

Utilaj şi materiale: microscoape, scheme şi microfotografii cu imaginea virusului bacteriofag T4, celulelor bastonaşului intestinal şi epidermei omului, schemele, care ilustrează pătrunderea şi înmulțirea bacteriofagului în celula gazdă, schema, care ilustrează diviziunea celulei bacteriene, schema structurii şi microfotografiile celule epiteliale, schemele şi preparatele microscopice ale diferitor faze ale mitozei.

Mersul lucrării

1. Examinați cu atenție schemele şi microfotografiile propuse ale bacteriofagului T4. Descrieți particularitățile de structură a acestui virus.
2. Examinați cu atenție schemele, pe este ilustrat procesul de pătrundere a bacteriofagului T4 în celula gazdă şi reproducerea lui. Descrieți principalele etape ale formării particulelor virale în celula gazdă.
3. Examinați cu atenție schemele şi microfotografiile propuse ale celulelor bacteriene ale bastonaşului intestinal. Găsiți principalele componente ale structurii celulelor (membrana, citoplasma, nucleoidul, ribozomii, flagelii). Descrieți particularitățile de structură ale celulei procariote.
4. Examinați cu atenție schemele, care ilustrează diviziunea celulelor bastonaşului intestinal. Descrieți acest proces.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

5. Pe micropreparate, scheme şi microfotografii luați cunoştință de particularitățile structurii celulelor epidermisului. Găsiți principalele componente ale structurii unei astfel de celule: învelişul, citoplasma, nucleul, organitele principale. Caracterizați particularitățile structurii celulelor eucariotelor. Găsiți trăsăturile asemănătoare şi diferite în structura celulelor procariote şi eucariote.

6. Pe micropreparate, scheme şi microfotografii luați cunoştință de procesul diviziunii celulei eucariote – mitoza. Caracterizați diferite faze ale diviziunii mitotice. Găsiți trăsăturile asemănătoare şi diferite în procesele diviziunii celulelor procariote şi eucariote.

7. Faceți concluzii şi notați-le în caiete.

TEST PENTRU CONSOLIDAREA CUNOŞTINȚELOR

Din răspunsurile propuse alegeți-l pe cel corect

1. Numiți sistemele biologice, care se află la nivelul celular de organizare: a) prionii; b) archaea; c) viroizii; d) viruşii.

2. Menționați organitele comune pentru celulele procariotelor şi eucariotelor: a) nucleul; b) reticulul endoplasmatic; c) mitocondrii; d) ribozomii.

3. Numiți organismele, în timpul fotosintezei cărora nu are loc eliminarea oxigenului: a) bacteriile purpurii; b) algele verzi; c) algele roşii, d) algele brune.

4. Menționați prin ce adevăratele animale multicelulare se deosebesc de multicelularele primare: a) ele au celule diferențiate; b) ele au sistem nervos; c) celulele lor au nuclee; d) la ele lipsesc celulele musculare.

5. Demonstrați prin ce adevăratele ciuperci se deosebesc de organismele asemănătoare cu ciupercile.

6. Menționați prin ce cianobacteriile se deosebesc de alte bacterii: a) dispun de nucleu; b) sunt capabile la fotosinteză; c) dispun de clorofilă; d) au mitocondrii.

7. Menționați structurile de care este legată capacitatea cianobacteriilor de a fixa azotul atmosferic: a) celule cu peretele gros – heterocistele; b) vacuolele cu gaz; c) umflarea membranei plasmatice din jurul clorofilelor; d) vacuola cu suc celular.

Creați perechi logice

8. Determinați corespunderea între celulele diferitor grupe de eucariote şi organitele mişcării caracteristice lor:

1 ciupercile adevărate	**A** flagelii compuşi dintr-un singur microtub
2 plantele	**B** numai flagelii compuşi din grupuri cu microtuburi
3 animalele	**C** flagelii, cilii şi pseudopodele
4 bacteriile	**D** nu dispun de organite speciale ale mişcării

9. Numiți ştiințele care studiază unele sau altele grupuri de organite.

1 bacteriologia	**A** viruşii
2 botanica	**B** animalele unicelulare
3 zoologia	**C** algele
4 microbiologia	**D** cianobacteriile
	E drojdiile

10. Comparați caracteristicile specifice reprezentanților diferitor regnuri de organisme.

1 bacteriile	**A** au glicocalix
2 ciupercile	**B** celulele au numai un singur tip de acizi nucleici
3 plantele	**C** membrana celulară conține chitină
4 animalele	**D** membrana celulară conține mureină
	E în citoplasmă se depune amidon

Întrebări cu răspuns deschis

11. Cum organele şi sistemele de organe participă la reglarea funcțiilor vitale la animale?

12. Care animale unicelulare sunt considerate strămoşi ai celor multicelulare? De ce?

13. De ce viruşii nu sunt considerați strămoşi ai organismelor, care au structură celulară?

14. Se consideră că astfel de organite ale eucariotelor, ca cloroplastele şi mitocondrii provin de la anumite tipuri de celule ale procariotelor. De la care? Argumentați răspunsul.

15. De ce înmulțirea viruşilor este posibilă numai în celula-gazdă?

16. Ce este comun şi diferit între arhee şi bacterii?

17. Ce este comun şi diferit între ciupercile adevărate şi organismele asemănătoare cu ciupercile?

18. De ce lichenii sunt trecuți la ciuperci adevărate, dar nu la alge şi la cianobacterii?

19. Ce este comun şi diferit între multicelularele primare şi animalele multicelulare adevărate?

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

CAPITOLUL 8. SISTEMELE BIOLOGICE SUPRAORGANISMICE

În această temă veţi afla despre:

- principalele legități ale acțiunii factorilor mediului asupra organismelor vii şi a comunităților acestora;
- structura şi legitățile funcționării ecosistemelor, diversitatea lor;
- legăturile trofice, fluxurile de energie şi circuitul substanțelor în ecosisteme;
- stabilitatea ecosistemelor şi cauzele încălcării ei;
- ecosistemul unic global integru – biosferă; legitățile funcționării ei;
- influența omului asupra stării biosferei; principalele metode de protecție a diversității speciilor de organisme şi a stării mediului.

Memorizăm: ecologia prezintă un complex de ştiințe biologice despre legăturile reciproce ale organismelor vii şi comunităților lor între ele şi mediul ambiant, despre structura şi funcționarea sistemelor supraorganismice.

Des. 269. 1. Coada calului – un indicator al acidității ridicate a solurilor; 2. Nufărul alb – indicator al purității apei

§48. ECOLOGIA. ECOSISTEMUL ŞI CARACTERISTICA LUI

Amintiți-vă, ce reprezintă monitorizarea şi modelarea în biologie. Ce este populația, specia, ecosistemul?

Ecologia ca știință biologică există mai mult de 150 ani. Denumirea de „ecologie” a fost propusă în anul 1866 de eminentul savant german E. Haeckel (vezi des. 219).

Principalele sarcini ale ecologiei sunt:

• clarificarea legităților legăturilor reciproce între organisme, comunitățile lor și condițiile mediului ambiant;

• studierea structurii și funcționării comunităților organismelor;

• monitorizarea schimbărilor în ecosistemele aparte și în întreaga biosferă, prognozarea urmărilor acestora;

• crearea bazelor de date și elaborarea recomandărilor de planificare ecologic sigură a activității economice și sociale a omului;

• aplicarea cunoștințelor ecologice în protecția mediului și utilizarea rațională a resurselor naturale.

Obiectul studierii ecologiei este diversitatea și structura legăturilor dintre organisme, comunitățile lor și mediul înconjurător; compoziția și legitățile funcționării comunităților de organisme (populații, ecosisteme, biosferă în întregime).

Savanții-ecologi folosesc diferite mijloace și metode de cercetare. În special, *metodele indicației ecologice* oferă posibilitatea să determine starea și proprietățile ecosistemelor după compoziția speciilor și raportul între anumite grupe de specii (indicatoare) (des. 269). Acestea sunt specii care răspund în mod clar la anumite schimbări în mediu. Pentru desfășurarea observațiilor permanente este aplicată *metoda monitorizării ecologice*. În cercetările ecologice contemporane pe larg sunt aplicate *modelarea* și *analiza statistică* a rezultatelor obținute. Diferite instituții ecologice își orientează activitatea asupra propagării cunoștințelor ecologice în rândurile populației.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Populația ca unitate de structură a speciei și ecosistemului. Recent ați luat cunoștință de nivelul populațional și al speciei de organizare a materiei vii.

Deja știți, că fiecare populație este o unitate de structură și funcționare a speciei. Acest lucru se datorează faptului, că fiecare specie reprezintă un sistem de populații interconectate. Doar uneori (de exemplu, în unele specii rare sau pe cale de dispariție) specia pot fi reprezentată doar de o singură populație. De asemenea știți, că populația este o unitate elementară a evoluției, deoarece în interiorul ei decurg procesele microevolutive (variabilitatea ereditară, fluctuațiile populaționale, izolarea etc.), care pot cauza formarea speciilor noi.

De asemenea, știți că populațiile de diferite specii există în natură nu izolate, ci sunt legate prin diferite relații reciproce.

Des. 270. ***Karl August Möbius*** *(1825–1908), unul dintre fondatorii ecologiei; a studiat comunitățile de organisme marine, în special de stridii*

E interesant să știm

O grupare de populații a organismelor de diferite specii, reciproc legate între ele, care populează un sector al biosferei cu condiții asemănătoare de existență este numită **biocenoza** (din greacă *bios* – viață şi koynos – în comun). Acest termen a fost propus de cercetătorul german Karl Augustus Möbius în 1877 (des. 270).

Des. 271. ***Arthur Tansley*** *(1871–1955) – botanist britanic, unul dintre fondatorii ecologiei comunităţilor*

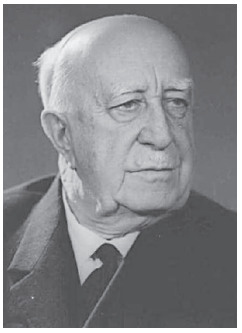
Ecosistemul. Populațiile de specii, care fac parte dintr-o anumită comunitate, strâns legate nu numai între ele, ci și cu condițiile mediului fizic de viață (adică cu natura nevie). În special, ele obțin din mediul ambiant substanțe, necesare pentru asigurarea activității vitale, și elimină în el produsele finale ale metabolismului. Astfel, comunitățile de organisme formează cu mediul fizic un singur sistem funcțional – **ecosistemul**.

E interesant să știm

Termenul „ecosistem” a fost propus în 1935 de ecologistul britanic Arthur Tansley (des. 271). El a văzut considera ecosistemele drept unități funcționale ale naturii planetei noastre, care pot cuprinde orice zonă a biosferei.

În 1942 ecologistul renumit Vladimir Sukachev (des. 272) a propus noțiunea de ***biogeocenoză*** (din gr. *bios* – viața, *ge* – Pământ şi *koinos* – comun). Ea reprezintă un anumit teritoriu cu condiții de viață mult-puțin omogene, unde locuiesc populații de diferite specii, combinate între ele şi cu mediul fizic prin circuitul de substanțe şi fluxurile de energie. Spre deosebire de ecosistem, biogeocenoza ocupă un sector de teritoriu cu condiții similare de existență. Drept bază pentru orice biogeocenoză sunt organismele fotosintetice.

Memorizăm: ecosistemul (din greacă *oikos* – locuință, loc de existență şi *sistem* – combinație) – o totalitate de populații a organismelor de diferite specii, care interacționează între ele şi cu natura nevie astfel, încât în acest sistem apar fluxuri de energie şi circuit de substanțe.



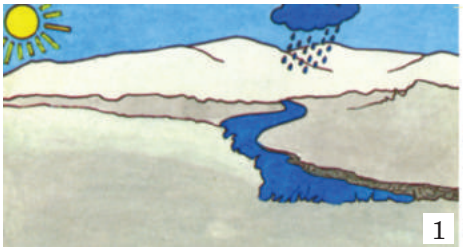
Des. 272. ***Vladimir Sukachev*** *(1880–1967) – renumit savant în domeniul cercetărilor comunităţilor vegetale. Unul dintre fondatorii biogeocenologiei (ştiinţa despre comunităţile plurispecifice de organisme)*

În ecosistem sunt evidențiate partea biotică (totalitatea populațiilor de organisme – biocenoze) și abiotică (condiții de mediului fizic de viață) (des. 273.).

Fiecare ecosistem este caracterizat printr-o anumită diversitate de specii, biomasă, productivitate, densitatea populațiilor anumitor specii, suprafața sau volumul, pe care îl ocupă.

Diversitatea speciilor este determinată de totalitatea de specii, populațiile căror intră în componența unui ecosistem. Există ecosisteme cu o diversitate de specii neînsemnată (pustiul, tundra), precum și cu o diversitate mare (pădurile

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 273. Structura ecosistemului: 1 – partea abiotică; 2 – partea biotică; 3 – ecosistemul, care include cum partea biotică, atât şi cea abiotică

Des. 274. Exemple de ecosisteme cu diversitate mică (1 – tundră) şi cu o diversitate mare (recif coralier). ***Sarcină.*** *Determinaţi, în care dintre aceste tipuri de ecosisteme predominanţa anumitor specii este exprimată mai clar.*

Pe scurt despre principalul

Ecologia este un complex de ştiinţe biologice despre relaţiile organismelor vii şi comunităţilor lor între ele şi cu mediul înconjurător, despre structura şi funcţionarea sistemelor supraorganismice (populaţiilor, ecosistemelor şi biosferei etc.).

Populaţiile diferitelor specii există în natură nu izolate, ci sunt legate prin diferite relaţii reciproce. Datorită acestui fapt se formează comunităţi de diferite specii. În urma interacţiunii populaţiilor de organisme de diferite specii cu natura nevie se formează ecosisteme.

tropicale, recifele coraliene) (des. 274). Diversitatea de specii variază în funcție de durata existenței ecosistemului: în procesul de formare și dezvoltare diversitatea speciilor de obicei crește. Speciile cu cele mai numeroase populații determină natura ecosistemului (de exemplu, colilia în stepa de colilie, stejarul și carpenul în pădurea de stejar și carpen).

Fiecare ecosistem este caracterizat de o anumită structură: pe specii, spațială, ecologică. **Structura pe specii** este determinată atât de diversitatea speciilor, cât și de raportul dintre numărul și densitatea populațiilor speciilor aparte. Speciile, care predomină numeric, se numesc ***dominante***.

Structura spațială este determinată, în primul rând, de etajere. O astfel de localizare în ecosistem reduce concurența plantelor pentru lumină și a animalelor pentru resursele nutritive.

Termeni şi noţiuni-cheie:

ecosistem, biocenoză, biogeocenoză.

Verificaţi-vă cunoştinţele obţinute

1. Ce studiază ecologia? 2. Care sunt principalele sarcini ale ecologiei? 3. Ce metode de cercetare sunt aplicate de ecologişti? 4. Ce este ecosistemul? Care este structura ei?

Chibzuiţi

1. Care este diferența între ecologie și protecția naturii? 2. Pe timpul, când V. M. Sukachev a propus termenul „biogeocenoză”, exista deja noțiunea de „ecosistem”. De ce, în opinia voastră, a fost cauzată necesitatea introducerii termenului „biogeocenoză”?

§49. RELAȚIILE TROFICE. FLUXURILE DE ENERGIE ÎN ECOSISTEME. PRODUCTIVITATEA ECOSISTEMELOR

Amintiţi-vă, care organisme aparţin la autotrofe, iar care – la heterotrofe. Ce este parazitismul?

Legăturile reciproce a organismelor în ecosisteme. Toate populaţiile organismelor, care fac parte dintr-un anumit ecosistem, sunt legate prin relaţii directe şi indirecte mult-puţin strânse. *Legăturile directe* leagă nemijlocit populaţiile a două specii (de exemplu, populaţiile prădătorilor şi prăzii lor, populaţiile plantelor şi speciilor erbivore). În cazul *legăturilor*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 275. Urşii bruni şi lupii sunt prădători, care pot concura pentru pradă

indirecte populaţia unei specii acţionează asupra populaţiei altei specii prin intermediul populaţia celei de-a treia specie. De exemplu, prădătorii, reglând numărul de pradă, în acelaşi timp acţionează şi asupra populaţiilor organismelor, cu care se hrănesc victimele lor.

Legăturile între populaţii de diferite specii sunt antagoniste, neutre şi mutualiste.

În cazul *relaţiilor antagoniste* (de exemplu, concurenţă, parazitism, prădătorism) populaţiile diferitor specii, care interacţionează, se întâlneşte cu efectele negative din partea altor populaţii.

Cea mai acută concurenţă se observă între reprezentanţii unei specii sau a unor specii diferite cu cerinţe asemănătoare faţă de mediu (vezi des. 207). Exemplu de concurenţă intraspecifică poate servi pădurea de pini de aceeaşi vârstă (vezi des. 199, 2).

În cazul *relaţiilor neutre* niciuna din specii, care trăiesc pe teritoriul comun, nu simte asupra ei vreo influenţă nemijlocită negativă sau pozitivă din partea altei specii. De exemplu, populaţiile de prădători de diferite specii, care se hrănesc cu diferite tipuri de pradă, pot să nu concureze între ele. Dar starea populaţiilor lor depinde în mod indirect de densitatea populaţiilor vegetale, care reprezintă baza nutritivă pentru populaţiile de pradă – diverse specii erbivore.

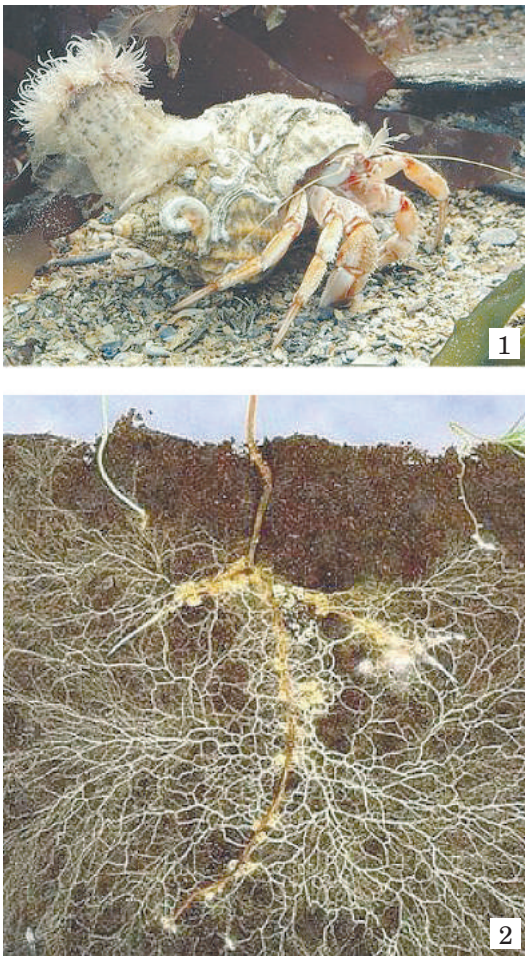
În cazul *relaţiilor mutualiste* (reciproc avantajoase) fiecare din speciile, care interacţionează, are un anumit folos (*amintiţi-vă* relaţiile bacteriilor de nodozităţi şi plantelor leguminoase, animalelor unicelulare – flagelatelor – şi insectelor, în intestinul căror ele locuiesc etc.). Figura 276 prezintă exemple de relaţii mutualiste. *Sarcină*: descrieţi, ce avantaje de la astfel de relaţii are fiecare dintre organisme.

Partea biotică a ecosistemelor o constituie diferite grupe de organisme, între care există relaţii reciproce spaţiale şi trofice:

producători (din latină *producentis* – cel, care produce) – populaţiile organismelor autotrofe, capabile să sintetizeze compuşi organici din cei neorganici (organisme fototrofe sau chemotrofe);

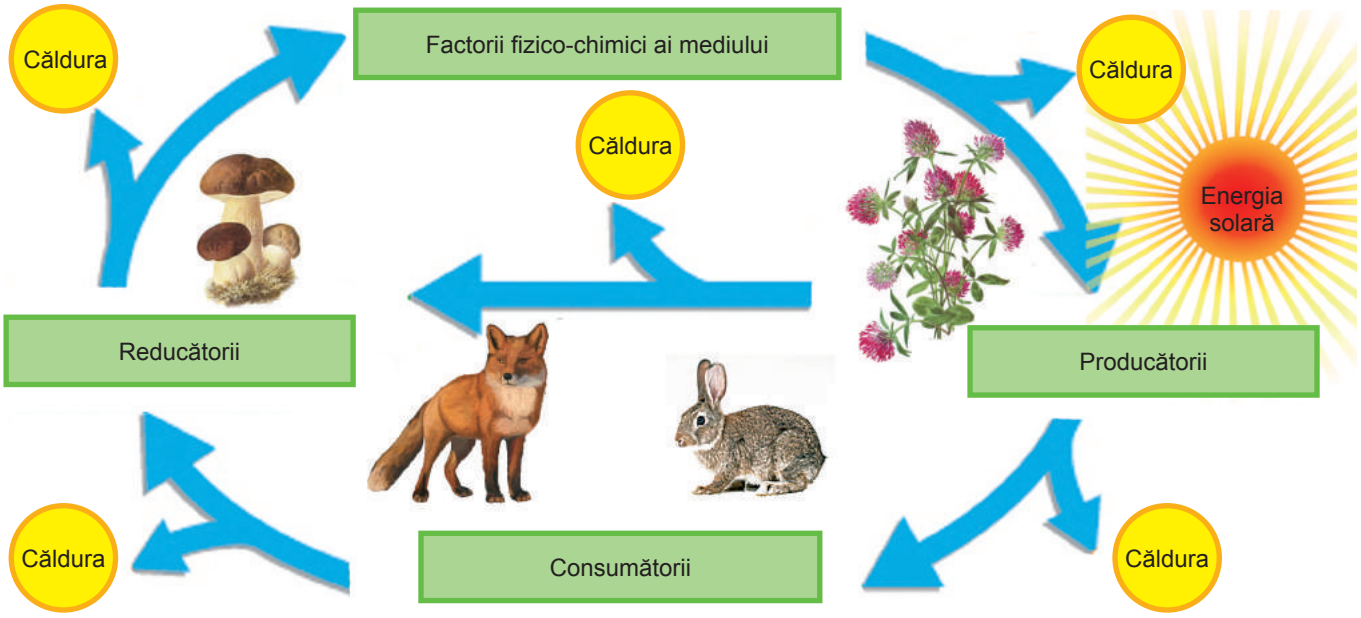
consumători (din latină *consumo* – consum) reprezintă populaţii de organisme heterotrofe, care se hrănesc cu organisme vii sau cu substanţă organică moartă (fitofagii, prădătorii, paraziţii, saprotrofii);

Memorizăm: *concurenţa* (din latină *concurentia* – a se întâlni) reprezintă astfel de relaţii între populaţiile unei specii (intraspecifice) sau diferitor specii (interspecifice), în urma cărora utilizarea unei anumite resurse a mediului ambiant de către unii reduce accesibilitatea ei pentru la alţii (des. 275).



Des. 276. Exemple de relaţii mutualiste: 1 – pagurul şi actinia; 2 – micoriza (ciupercile şi sistemul radicular al arborelui)

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 277. Diferite grupe trofice de organisme care intră în ecosistemul de depozitare

Memorizăm: datorită interacțiunii populațiilor de diferite specii de organisme cu natura nevie în ecosisteme apare circuitul materiei şi fluxul de energie, care leagă toate componentele ei într-un singur sistem integru (vezi des. 277).

Memorizăm: între populațiile diferitor specii, care alcătuiesc ecosistemul, există diverse relații complexe. Totalitatea lor asigură funcționarea ecosistemului şi autoreglarea lui. Cu cât mai ramificate şi mai diverse sunt relațiile reciproce, cu atât ecosistemul este mai stabil.

reducători (din latină *reducentis* – cel care întoarce, restabilește) reprezintă populațiile de organisme heterotrofe, care consumă substanță organică moartă, o descompunând-o până la compuși anorganici (diverse bacterii, ciuperci).

Amintiți-vă: ***circuitul substanțelor*** reprezintă schimbul de substanțe între componentul abiotic al ecosistemului (neviu) și cel biotic (vii).

Transformarea energiei în biogeocenoze. Funcționarea oricărui ecosistem este legată de transformarea energiei și circuitul substanțelor, adică de procesele chimice și fizice, care asigură activitatea vitală a sistemelor biologice. Principala sursă de energie este lumina solară. Fototrofii o captează și o transformă în energia legăturilor chimice ale substanței organice, sintetizate de ele. Plantele o parte din energia acumulată o folosesc pentru asigurarea proceselor vitale proprii, iar cealaltă parte trece la organismele, care consumă plantele verzi sau resturile lor.

Heterotrofii primesc energia necesară lor în rezultatul descompunerii fermentative a substanțelor organice. Ele însușesc pentru construcția substanțelor propriului corp numai o parte neînsemnată a energiei legăturilor chimice din hrană (10–20 %), iar restul este degajată sub formă de căldură, consumându-se pentru procesele activității vitale. Ceva asemănător se observă și la consumarea fitofagilor de către animalele răpitoare ș. a. m. d. Deci, la fiecare etapă de transmitere a energiei de la unele organisme la altele majoritatea ei se pierde (sub formă de căldură) și numai o parte neînsemnată se transformă în energie potențială a legăturilor chimice ale compușilor sintetizați de ele (des. 277).

Succesiunile, în care indivizii unei specii, resturile lor sau produsele activității lor vitale servesc drept obiect de nutriție pentru organismele altei specii, se numesc **lanțuri trofice.** Fiecare lanț trofic este compus dintr-un anumit număr de verigi (des. 278). Deoarece în timpul trecerii de la o verigă la alta o parte din energie se pierde, numărul verigilor este limitat și, de obicei, nu depășește 4–5.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Populația fiecărei specii ocupă într-un anumit lanț trofic o anumită poziție – *nivel trofic*. În cele mai multe cazuri, prima verigă o constituie producătorii. Următoarele niveluri trofice revin consumătorilor, ei și determină numărul de verigi, prin care la ei ajunge energia producătorilor.

Astfel, animalele erbivore ocupă următorul, după producători, nivel trofic ***(consumători primari)***, apoi urmează nivelul animalelor răpitoare, care se hrănesc cu specii erbivore ***(consumători secundari)*** etc.

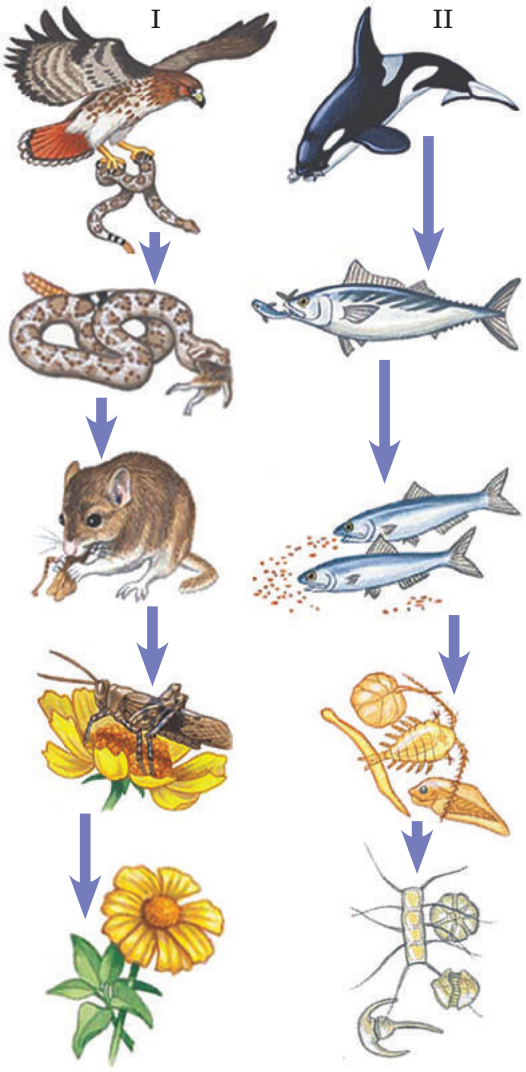
Dacă consumătorii se hrănesc cu diferite tipuri de hrană, ei pot să se afle la diferite niveluri trofice. De exemplu, cioara grivă se poate hrăni cu grăunțe (consumător primar); cu pui de păsări granivore (consumător secundar) sau de păsări insectivore (consumător terțiar). Resturile de producători sau părțile lor, ca frunzele căzute, resturile sau productele activității vitale ale organismelor devin drept bază nutritivă pentru consumători și reducători, care, în câteva etape descompun compușii organici până la cei anorganici.

Astfel, în ecosistem energia sub formă de legături chimice ale compușilor organici se acumulează la nivelul producătorilor, trece prin organismele consumătorilor și reducătorilor, însă la fiecare următorul nivel trofic parțial se degajă sub formă de căldură. Energia, care se păstrează în substanța organică moartă, în mare parte se transformă în căldură în rezultatul activității reducătorilor.

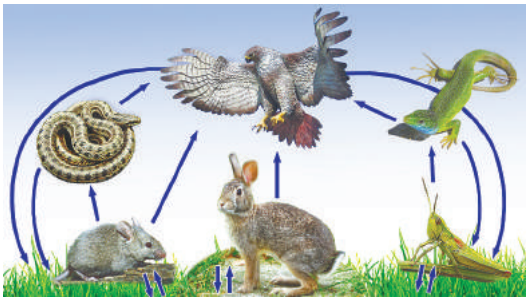
Deoarece în timpul transmiterii energiei de la un nivel trofic mai inferior la altul mai superior, o bună parte din ea se degajă sub formă de căldură, circuitul energiei, spre deosebire de circuitul substanțelor, este imposibil. Pentru funcționarea ecosistemului este necesară admisia energiei din exterior, de aceea o condiție obligatorie de existenta a oricărei ecosistemului este prezența plantelor verzi, care primesc energia solară.

În orice ecosistem diferite lanțuri trofice sunt strâns împletite datorită faptului, că reprezentanții unei și aceleiași specii pot fi verigi ale diferitor lanțuri trofice. Întrepătrunzându-se, lanțurile trofice formează ***rețea trofică*** (des. 279). Existența ei asigură rezistența ecosistemului, deoarece în cazul oscilării numărului populațiilor de anumite specii și chiar dispariției unor anumite obiecte de alimentare se înlocuiesc cu a altele și productivitatea sumară a ecosistemului aproape nu se schimbă. Deci, cu cât rețeaua trofică este mai ramificată, cu atât mai rezistentă este biogeocenoză.

Productivitatea ecosistemelor. Fiecare ecosistem se caracterizează printr-o anumită productivitate, care este exprimată în unități de masă sau de energie. Se distinge productivitate *primară* și *secundară,* formată respectiv de organisme autotrofe și heterotrofe. Pentru toate ecosistemele sunt caracteristice anumite legități de transmitere a energiei și biomasei între nivelurile trofice. Ele sunt reprezentate de ***regula piramidei ecologice***: la fiecare nivel trofic precedent cantitatea de biomasă și energie, acumulată de organisme într-o unitate de timp, este cu mult mai mare, decât la următoarele niveluri. Grafic această regulă poate fi prezentată în formă de piramidă, compusă din anumite blocuri. Fiecare din acest bloc corespunde productivității organismelor la nivelul trofic respectiv al lanțului trofic. Astfel, legitățile cantitative ale transmiterii masei substanțelor organice de la un nivel trofic



Des. I – a ecosistemului terestru; II – ecosistemului acvatic.
Temă. *Descrieți caracterul nutriției organismelor, care sunt componente ale acestor lanțuri trofice, și determinați nivelul lor trofic*



Des. 279. Exemplu de rețea trofică.
Temă*. Urmați după imagine lanțurile trofice, care sunt pe ea prezentate; găsiți locurile, unde ele se intersectează*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 280. Exemplu piramidei ecologice a biomasei.
Temă. *Determinaţi nivelurile trofice, la care se află organismele, ce fac parte din anumite lanţuri trofice*

la altul în lanţurile trofice (productivitatea organismelor, în acest caz, este exprimată în unităţi de masă a substanţei uscate) le demonstrează ***piramida biomasei*** (des. 280).

Piramida biomasei demonstrează legitatea, conform căreia consumătorii primari acumulează de 5–10 ori mai putina biomasă, decât biomasa producătorilor consumaţi de acestea. Şi aşa mai departe: la fiecare următoarea verigă a lanţului trofic biomasa, acumulată de organismele de nivelul trofic mai superior, se reduce de 5–10 ori în comparaţie cu cea, care este consumată de ele.

Legităţi asemănătoare de transmitere a energiei de la o verigă la alta a lanţului trofic demonstrează ***piramida energiei***. Fiecare bloc al ei corespunde cantităţii de energie chimică, care se acumulează la nivelul trofic corespunzător. Ea demonstrează, că cea mai mare parte de energie în timpul transmiterii de la un nivel trofic inferior la altul superior se pierde sub formă de căldură, iar se acumulează numai 10–20 % de la nivelul precedent.

Termeni şi noţiuni-cheie:

producători, consumători, reducători, nivel trofic, regula piramidei ecologice.

Pe scurt despre principalul

Toate populaţiile organismelor, care fac parte dintr-un anumit ecosistem, sunt interconectate prin relaţii mai mult sau mai puţin strânse directe şi indirecte.

Partea biotică a ecosistemului este formată din diferite grupuri de organisme, care sunt interconectate prin relaţii spaţiale şi alimentare (trofice): producători, consumători şi reducători.

Populaţia fiecărei specii ocupă un anumit lanţ trofic un anumit nivel trofic.

Regula piramidei ecologice: la fiecare nivel trofic anterior cantitatea de biomasă şi energie acumulată de organisme într-o unitate de timp este semnificativ mai mare, decât la următoarele niveluri.

Verificaţi-vă cunoştinţele obţinute

1. Care este rolul producătorilor, consumatorilor şi reducătorilor în ecosisteme? 2. Ce este productivitatea? 3. În ce grupuri ecologice sunt împărţite organismele în funcţie de tipul de nutriţie? 4. Ce tipuri de interacţiuni apar între populaţii de organisme, care fac parte dintr-un anumit ecosistem? 5. Cum decurg transformările energiei în ecosisteme? 6. Ce reprezintă lanţurile şi nivelurile trofice? 7. Ce este piramidă ecologică a biomasei?

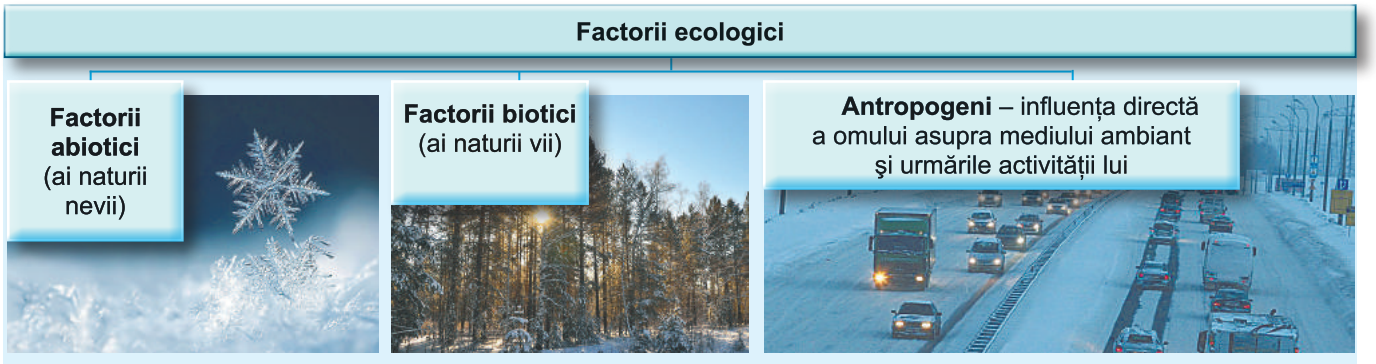
Chibzuiţi

Daţi exemple de producţie primară şi secundară a se ecosistemelor.

§50. FACTORII ECOLOGICI BIOTICI, ABIOTICI ŞI ANTROPOGEN

Amintiţi-vă, care factori ecologici vă sunt cunoscute. Ce este parazitismul, mutualismul, simbioza?

Factorii ecologici şi clasificarea lor. Toate componentele mediului ambiant, care influenţează asupra stării şi proprietăţilor organismelor vii, precum şi asupra grupărilor lor,



Des. 281. Clasificarea factorilor ecologici

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 282. 1. Catastrofa la centrala atomoelectrică din Cernobyl în anul 1986. 2. Construirea unui sarcofag reînnoit în anul 2016 deasupra celui de-al patrulea bloc distrus

se numesc **factori ecologici.** În dependență de natura și de particularitățile acțiunilor factorii ecologici sunt împărțiți în factori abiotici, biotici și antropogeni.

Factorii abiotici constituie componentele și proprietățile naturii nevii (temperatura, lumina, umiditatea, compoziția gazoasă a aerului, presiunea, compoziția sărurilor din apă, tipul solului etc.), care direct sau indirect influențează asupra unor anumite organisme și comunităților.

Factorii biotici reprezintă diferite forme de interacțiuni între indivizii în populații și între populații în comunități. Orice ființă vie interacționează permanent cu indivizii speciei sale (*relații intraspecifice*) și altor specii (*legături interspecifice*). Oricare organism în rezultatul proceselor activității vitale schimbă mediul de viață atât al reprezentanților altor specii, cât și al său propriu: în acest caz unele resurse sunt eliminate din mediul vital, iar altele, invers, sunt introduse.

Factorii antropogeni reprezintă diferite forme de activitate economică a omului, care schimbă starea mediului de viață a tuturor speciilor de ființe vii, printre care este și însuși omul. Într-o perioadă de timp comparativ scurtă de existență a omului ca a speciei biologice activitatea lui economică a schimbat radical înfățișarea planetei noastre și an de an această influență asupra naturii mereu crește. Uneori influenta antropogenă capătă formă de catastrofă, cum ar fi, de exemplu, explozia la Centrala atomoelectrică din Cernobyl în anul 1986 (des. 282).

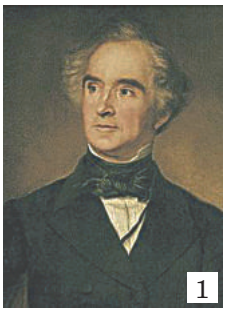
Intensitatea acțiunii factorilor ecologici reprezintă anumite valori cantitative ale lor (de exemplu, indicii temperaturii, umidității, luminii etc.). Intensitatea acțiunilor unor factori ecologici poate să rămână relativ constantă pe parcursul perioadelor istorice îndelungate de dezvoltare a biosferei, de exemplu, radiația solară, forța de gravitație, compoziția de săruri a apei marine, compoziția gazoasă a atmosferei. Însă majoritatea din ei are o intensitate variabilă (temperatura, umiditatea etc). Gradul acestei variabilități depinde de particularitățile mediului de viață. De exemplu, temperatura la suprafața solului poate varia într-un diapazon mare în dependență de anotimp, de perioada zilei etc., pe când la o adâncime de peste 3 m asemenea variații de temperatură practic lipsesc.

Schimbările factorilor ecologici pot fi: *periodice,* în dependență de perioada zilei, anotimp etc.; *neperiodice,* de exemplu, erupțiile vulcanice, cutremurele de pământ, uraganele, tsunami (des. 283) etc.; *orientate* în decursul unei perioade istorice îndelungate de timp, de exemplu, schimbarea climei.

Des. 283. 1. Vulcanul activ Soputan din Indonezia (5 ianuarie 2016). 2. În urma cutremurului de pământ din Noua Zeelandă s-au format „ziduri” de 5 metri înălțime. 3. În decembrie 2004 un cutremur subacvatic a deplasat plăcile tectonice din Oceanul Indian, ceea ce a dus la tsunami. 4. Taifun în Filipine

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 284. Cârtița (1) și orbetele (2) sunt mamifere, care trăiesc permanent în sol; cârtița sapă cu membrele anterioare late, iar orbetele – cu dinții incisivi



*Des. 285. 1. **Justus von Liebig** (1803–1873) este un savant german proeminent, autorul unei dintre primele legi ecologice – legea minimului: productivitatea plantelor este condiționată de substanțele minerale aflate în sol în cantitatea cea mai mică. 2. **Victor Ernest Shelford** (1877–1968) – zoolog și ecologist celebru american, autorul legii toleranței: posibilitatea de a exista a speciei în anumite condiții poate fi determinată atât de excesul, cât și de insuficiența a oricărui factor ecologic, intensitatea acțiunii căruia se apropie de punctele critice ale minimului sau maximului (limitele de toleranță superioară și inferioară)*

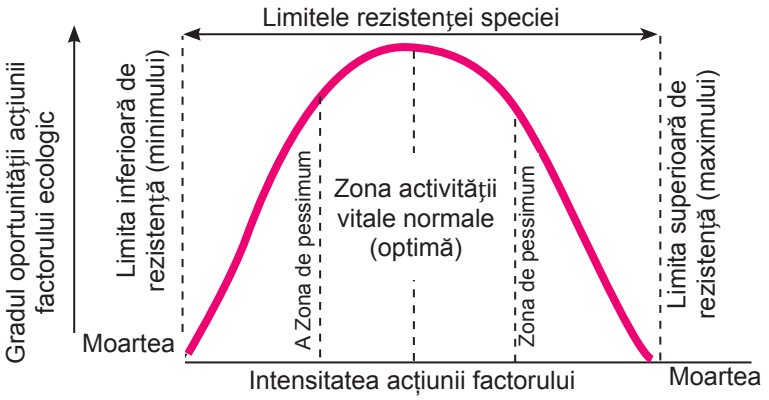
Un principiu de bază al ecologiei este **principiul unității organismelor și mediului lor de viață**, care constă în faptul, că indivizii fiecărei specii pe parcursul dezvoltării istorice îndelungate se adaptează la un anumit mediu de viață, adică la ele apar adaptații.

Amintiți-vă: adaptațiile determină posibilitatea existenței ființelor vii în cele mai diverse condiții ale mediului. Pe parcursul existenței speciei în dependență de modificările influenței factorilor ecologici unele adaptări apar, iar cele, care și-au pierdut însemnătatea, dispar.

Legitățile influenței factorilor ecologici asupra organismelor vii. Deși factorii ecologici sunt foarte diverși după natura și caracterul influenței asupra sistemelor biologice, există legități ale influenței lor asupra ființelor vii, precum și reacțiile organismelor la acțiunile acestora. În conformitate cu **regula individualității ecologice**, fiecare specie este adaptată la anumită totalitate de condiții de existenta într-un anumit special, adică nu există două specii apropiate cu adaptări absolut identice (des. 284). O adaptare bună a organismelor la un anumit factor al mediului nu înseamnă o astfel de adaptivitate și la altele. De exemplu, lichenii pot rezista oscilații însemnate de temperatură și umiditate, dar sunt foarte sensibili la poluarea aerului.

Fiecare din factori are numai anumite limite de influenta pozitivă asupra organismelor *(***legea optimului***)*. Intensitatea acțiunii factorului ecologic, favorabilă pentru indivizii unei anumite specii, se numește *zona optimă*. Cu cât mai mult intensitatea acțiunii a unui anumit factor ecologic se abate într-o parte sau în alta de la cea optimă, cu atât mai pronunțată va fi influenta lui negativă asupra organismelor *(zonele de pessimum*). Valoarea intensității acțiunii factorului ecologic, în afara cărei existența organismelor devine imposibilă, este numită *limită superioară* și *inferioară de rezistență* sau *de toleranță (punctele critice ale maximului și minimului)* (des. 286).

Unii factori acționează asupra organismelor nu izolat, ci împreună: în rezultat acțiunea unui dintre ei poate ceva să se reducă sau, invers, să se intensifice. De exemplu, pe timp uscat și fără vânt este mai ușor de suportat temperaturile joase. Aceasta înseamnă, că zona optimului și limitele rezistenței față de acțiunea unui anumit factor se poate deplasa într-o anumită parte în dependență cu ce forță și în ce combinație



Des. 286. Schema acțiunii factorului ecologic

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

acționează alți factori. Această legitate a fost numită **fenomenul interacțiunii factorilor ecologici**.

Legea compensării reciproce a factorilor afirmă, că lipsa sau insuficiența a anumitor factori ecologici poate fi parțial compensată datorită altor factori asemănători. Astfel, insuficiența de lumină în viața plantelor poate fi parțial compensată prin surplusul oxidului de carbon (II). Însă compensarea reciprocă a factorilor ecologici are anumite limite și nici unul din factorii vitali nu poate fi înlocuit cu alții: dacă intensitatea acțiunii măcar a unuia dintre ei depășește limita rezistenței, existenta speciei devine imposibilă, în pofida intensității optime a acțiunilor altora. În locurile, unde este mult stronțiu, moluștele în timpul creșterii cochiliilor sale sunt capabile numai parțial să înlocuiască cu el calciul din carbonați. Insuficiența de apă va inhiba procesul de fotosinteză chiar la iluminare și concentrație de CO_2 în atmosferă optime.

Termeni şi noțiuni-cheie:

ecologia, factorii ecologici, legea optimului.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Pe ce se bazează fenomenul interacțiunii factorilor ecologici? 2. De ce compensarea reciprocă a factorilor ecologici este limitată?

Chibzuiți

Dați exemple de productivitate primară și secundară a ecosistemelor.

Proiect didactic

Determinarea nivelului influenței antropogene în ecosistemele ținutului natal.

§51. STABILITATEA ECOSISTEMELOR ŞI CAUZELE ÎNCĂLCĂRII EI

Amintiți-vă, ce sunt bioritmurile organismelor, homeostazia.

Stabilitatea ecosistemului. Formarea unui anumit ecosistem este un proces complicat și de lungă durată, în timpul căruia organismele diferitelor specii se adaptează la condițiile mediului fizic de viață, precum și unele cu altele. Pe parcursul acestui timp se complică structura lui, se formează astfel de proprietăți ca integritatea, rezistența, capacitatea de autoreproducere și autoreglare.

Integritatea ecosistemelor asigură interacțiunea populațiilor de organisme în interiorul comunităților între ele și cu mediul fizic, care asigură fluxul de energie și circuitul substanțelor. ***Capacitatea ecosistemelor de a se autoreproducere*** este condiționată de proprietățile organismelor de a-și restabili numărul lor și condițiile pentru propria existență. *Rezistența ecosistemelor* se manifestă prin proprietatea lor de a se opune influențelor externe nefavorabile fără să-și distrugă propria structură.

Autoreglarea ecosistemelor constă în faptul, că indicii calitativi și cantitativi ai bioproductivității lor biologice,

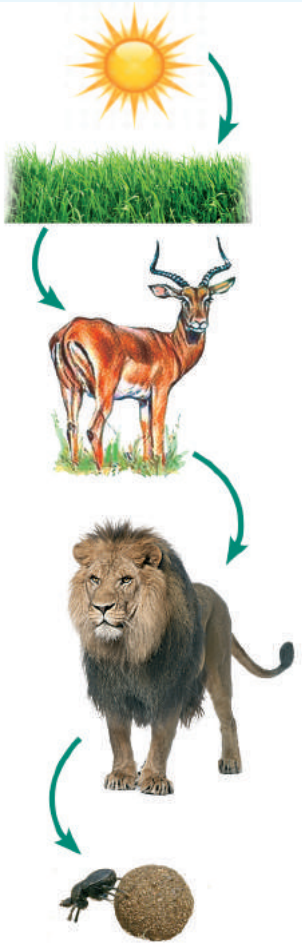
Pe scurt despre principalul

În funcție de natură și particularitățile acțiunii factorii ecologici sunt împărțiți în abiotici, biotici și antropogeni.

Factorii abiotici reprezintă componente și proprietăți ale naturii nevii. Factori biologici reprezintă diferite forme de interacțiuni între indivizi în populații și între populații în comunități.

Un grup aparte de factori ecologici sunt diferite forme ale activității economice umane, schimbă starea mediului de viață a tuturor speciilor de ființe vii, printre care este și omul însuși (factorii antropogeni).

Fiecare din factori are doar anumite limite de influență pozitivă asupra organismelor (legea optimului).



Des. 287. Schema, care ilustrează integritatea ecosistemului. ***Temă.*** *Examinați atent desenul. Descrieți rolul fiecărui component a ecosistemului. Cum legătura între ele asigură integritatea ecosistemului?*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

densității populațiilor speciilor, viteza circuitului de substanțe și fluxurilor de energie oscilează în jurul anumitor valori optime. Factori reglatori reprezintă legături intraspecifice și interspecifice, care corectează numărul anumitor populații, în rezultatul cărui proces se menține homeostazia sistemului în întregime. Cum numai densitatea populației a unei anumite specii depășește un anumit nivel mediu (optim), în biogeocenoză încep să acționeze mecanismele de reglare (de exemplu, influenta populațiilor răpitorilor asupra populației prăzii, paraziților – asupra populației organismelor-gazdă, fitofagilor – asupra populației plantelor etc.).

Dereglarea legăturilor reciproce între organisme în ecosisteme în urma activității omului poate duce la reducerea bruscă a numărului unor specii și înmulțirea concomitentă a altora, în special a dăunătorilor pădurii și agriculturii *(dați exemple)*.

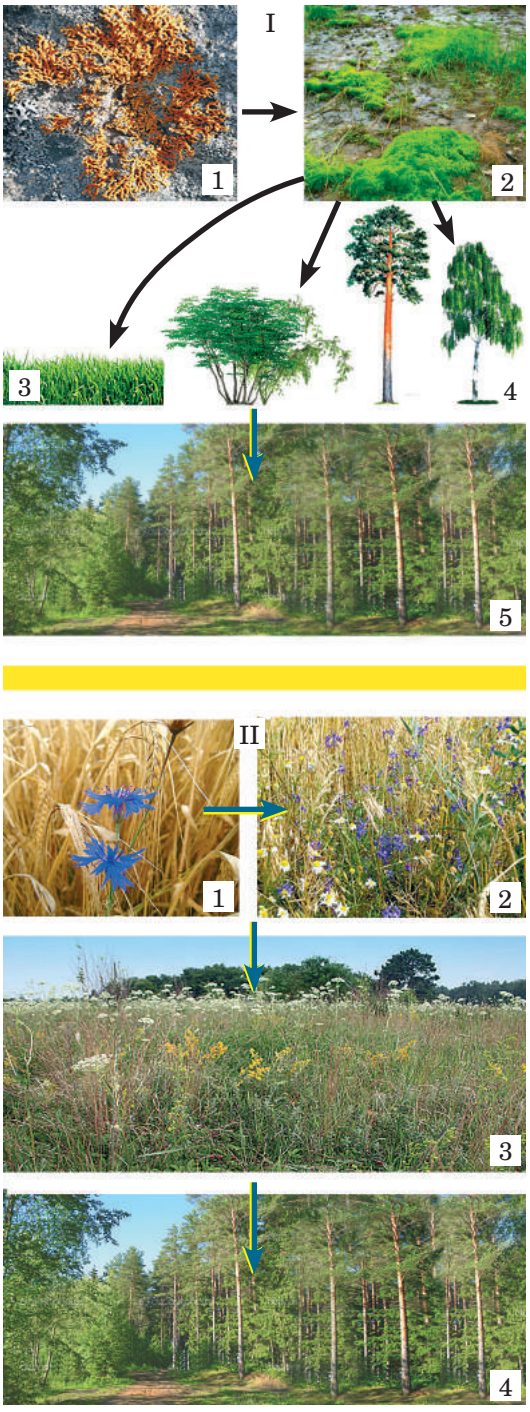
Cum factorii ecologici influențează asupra schimbărilor în ecosisteme? Orice ecosistem poate funcționa normal numai în condiții mult-puțin constante ale mediului ambiant, ce este necesar pentru realizarea circuitului substanțelor. Ecosistemele într-o anumită măsură sunt capabile să mențină stabilitatea structurii sale (homeostazia), însă în ele pot avea loc schimbări ciclice sau treptate.

Schimbările ciclice reprezintă rezultatul adaptării ecosistemului la schimbările periodice (diurne, sezoniere etc.) ale mediului ambiant. Acest fenomen se bazează pe adaptarea populațiilor unor specii aparte, care pot să se manifeste ca schimbări periodice ale densității unor populații aparte, structurii lor de vârstă, activității indivizilor populațiilor de diferite specii etc.

Schimbările treptate au loc în cazul restabilirii ecosistemelor distruse (de exemplu, restabilirea pădurilor și stepelor în locurile incendiilor etc.) sau modificărilor ireversibile într-o anumită direcție a schimbărilor climaterice (umidității, temperaturii medii anuale etc.). Ele pot duce la înlocuirea ecosistemului de un tip în altul.

Succesiunile orientate a schimbărilor comunităților de organisme, care cu timpul duc la transformarea singurului ecosistem, se numesc ***succesiune***. Grupările de organisme, care există la etapele inițiale ale succesiunii, sunt caracterizate printr-o diversitatea de specii neînsemnată, cu rețele trofice slab ramificate, cu oscilații bruște a numărului și densității a unor populații și cu o capacitate slabă de a menține homeostazia populațiilor. De aceea ele cu timpul sunt înlocuite cu specii mai competitive. Ca rezultat se ridică capacitatea ecosistemului la autoreglare. Acest proces durează până când nu se formează un ecosistem cu un grad de rezistență maximal posibil în astfel de condiții. Procesul de succesiune durează, până când ecosistemul nu va atinge o diversitate de specii semnificativă, o stabilitate a circuitului de substanțe și transformărilor energiei.

Succesiunile pot fi primare și secundare. ***Succesiunile primare*** reprezintă apariția și dezvoltarea comunităților vegetale în locuri, unde plante nu creșteau (popularea stâncilor de către licheni sau plantelor superioare pe țărmuri nisipoase etc.) (des. 288. II). De exemplu, popularea nisipurilor de către pinul de pădure schimbă semnificativ condițiile existenței a unei astfel de comunități: umbrind suprafața solului, contribuind la îmbogățirea lui cu substanță organică, reținând apele freatice, el creează condiții pentru popularea acestei comunități de către alte specii de plante. Tipul de comunitate vegetală, la rândul său, determină compoziția de specii de animale.



Des. 288. Exemple de succesiune: I – succesiune primară: 1 – popularea stâncii de către licheni; 2 – popularea solului primar cu mușchi; 3 – formarea învelișului vegetal ierbos; 4 – formarea comunității de plante lemnoase și erbacee iubitoare de lumină; 5 – formarea ecosistemului de pădure; II – succesiunea secundară: în locul plantelor de cultură (1) se dezvoltă buruienile (2); 3 – formarea vegetației erbacee și arbuștilor; 4 – formarea unei păduri tinere de pin

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Succesiunile secundare reprezintă restabilirea vegetației naturale după anumite perturbări, de exemplu reînnoirea pădurilor după incendiu. Exemplu de succesiune secundară poate fi observată pe un câmp părăsit (des. 288. II). Plantele cultivate sunt înlocuite cu ierburi sălbatice, iar curând este posibilă apariția arbuștilor și copacilor.

Exemplu de ecosistem artificial, care nu este capabil la autoreglare sunt ***agrocenozele*** – comunitățile de înaltă productivitate săraci în specii de plante, animale, ciuperci și microorganisme, create de om pentru obținerea producției agricole. De grupările naturale agrocenozele se deosebesc radical prin proprietățile și specificul de funcționare. Diversitatea de specii neînsemnată și ramificarea slabă a rețelei trofice condiționează rezistența redusă a agrocenozelor, dar o înaltă productivitate a unei sau a câtorva specii din componenta lor. Pe lângă faptul, că în componența agrocenozelor pot intra reprezentanți ai faunei și florei sălbatice, fără care ele nu pot exista, în agrocenoze spre deosebire de biogeocenozele naturale, practic lipsește autoreglarea; fără intervenția permanentă a omului ele se distrug și dispar.

În rezultatul cultivării pe suprafețe însemnate în decursul anilor a unei sau a câtorva culturi de plante în agrocenoză este posibilă dezvoltarea în masă a buruienilor și dăunătorilor (insectelor, rozătoarelor, ciupercilor parazite etc.). Pentru asigurarea funcționării agrocenozelor omul trebuie permanent să prevină procesele succesiunii, deoarece plantele de cultură sunt mai puțin competitive decât cele sălbatice. Spre deosebire de biogeocenozele naturale, în agrocenoze nu are loc circuitul substanțelor, din cauză că majoritatea producției este eliminată de către om sub formă de recoltă.

Creând agrocenoze, omul trebuie să țină cont de legăturile, care există între organisme în comunitățile naturale, precum și cele, care pot să apară între organismele crescute și sălbatice în timpul existenței lor comune.

Termeni şi noțiuni-cheie:

succesiunea, agrocenoza.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Care sunt principalele proprietăți ale ecosistemelor? 2. În ce constă autoreglarea ecosistemelor? 3. Care sunt proprietățile ecosistemelor? 4. Ce este succesiunea? 5. Care succesiuni sunt numite primare şi secundare?

Chibzuiți

Care sunt principalele deosebiri între ecosistem şi agrocenoză?

§ 52. BIOSFERA CA UN SISTEM INTEGRU

Amintiți-vă, ce este circuitul de substanțe şi fluxul de energie în ecosisteme.

Caracteristica generală a biosferei. Planeta Pământ este înconjurată învelișuri (des. 289) – solid (litosfera), lichid (hidrosfera) și gazos (atmosfera).

Litosfera este învelișul solid extern al Pământului. Ea este formată dintr-un strat superficial de roci predominant

Memorizăm: Succesiunea se termină cu formarea *ecosistemelor mature rezistente* cu o diversitatea de specii semnificativă, cu un mecanism de autoreglare (de menținere a homeostaziei) dezvoltat şi capabil la autoreproducere. Astfel de ecosisteme mature se află în stare de echilibru cu mediul fizic.

Temă. *Analizați asemănările şi deosebirile dintre ecosistemele naturale şi cele artificiale (agrocenoze).*

1. Explicați, de ce agrocenozele nu pot exista unt timp îndelungat fără intervenția omului. Cu ajutorul profesorului, propuneți măsuri pentru ridicarea rezistenței şi productivității agrocenozelor. Explicați necesitatea cercetărilor ştiințifice pentru rezolvarea acestor probleme. 2. Argumentați necesitatea respectării culturii ecologice în afacerile industriale şi agricole. Explicați, de ce înainte de a realiza proiecte de afaceri, este important de efectuat cercetări ecologice anterioare (expertiză ecologică).

Pe scurt despre principalul

Integritatea ecosistemelor este asigură de interacțiunea populațiilor de organisme în interiorul comunității între ele şi cu mediul fizic. Aceste interacțiuni determină fluxurile de energie şi circuitul substanțelor în interiorul ecosistemelor.

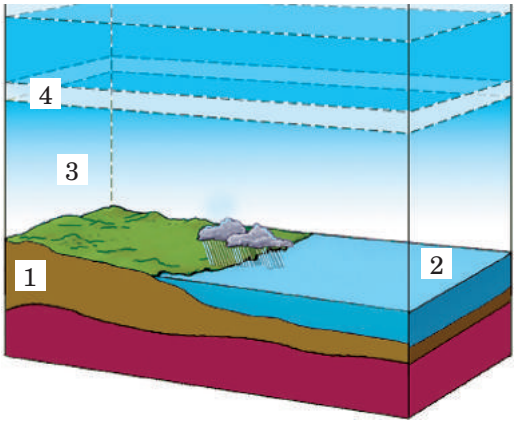
Capacitatea ecosistemelor la autoreproducere se datorează proprietății organismelor de a-şi restabili numărul său şi condițiile propriei existențe.

Stabilitatea ecosistemelor se manifestă prin capacitatea lor de a rezista la influențele externe negative fără distrugerea structurii sale proprii.

Autoreglarea ecosistemelor este constă în faptul, că indicii cantitativi şi calitativi ai bioproductivității, densității populațiilor, vitezei circuitului de substanțe şi fluxurilor de energie oscilează în jurul unor valori optime.

Succesiunile orientate ale schimbărilor comunităților de organisme, care cu timpul duc la modificarea întregului ecosistem, se numesc succesiuni.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 289. Limitele biosferei: 1 – litosfera; 2 – hidrosfera; 3 – atmosfera; 4 – ecranul de ozon

Des. 290. ***E. Suess*** *(183–1914)*

E interesant să știm

Noțiunea de **biosferă** a fost propusă de E. Suess (des. 290) în anul 1875, iar învățătura despre ea, ca a unei părți a învelișurilor geologice a Pământului, populată de organisme vii, a fost creată de savantul ucrainean V. I. Vernadski.

sedimentare, format cu participarea ființelor vii (calcarul, creta, dioxid de siliciu etc.), granit (stratul intermediar) și bazalt (stratul inferior).

Totalitatea tuturor bazinelor de apă (oceanele, mările, râurile, lacurile etc.) formează învelișul acvatic – **hidrosferă**, care constituie aproape 71 % din suprafața planetei, iar, în unele locuri, ajunge peste 11 km grosime.

Atmosfera este învelișul gazos, situat deasupra litosferei și hidrosferei.

Biosfera nu formează un înveliș aparte al Pământului, ci cuprinde partea superioară a litosferei, întreaga hidrosferă și stratul de jos al atmosferei. Ea reprezintă totalitatea tuturor biogeocenozelor Pământului, un ecosistem global.

În *litosferă* viața este concentrată, în principal, în sol. Unele specii sunt capabile să viețuiască în cavitățile rocilor; cea mai diversă este populația peșterilor . La adâncimi de 2–4 km, pot exista doar unele grupuri de bacterii, în principal în straturile petrolifere. Limitarea pătrunderii ființelor vii la adâncimi mai mari ale litosferei se datorează temperaturii înalte (peste +100 °C) a rocilor și a apelor subterane la adâncimi de 1,5–15 km. În *hidrosferă* viața există la toate adâncimile. Răspândirea organismelor în *atmosferă* (în principal a sporilor și chisturilor) este determinată de localizarea ecranului de ozon, deoarece deasupra lui aproape totul, ce este viu, moare sub influența radiației cosmice. Înălțimea maximă, la care au fost găsiți sporii bacteriilor și ciupercilor, este aproximativ de 22 km. Cea mai mare concentrație a biomasei este în locurile cu cele mai diverse condiții la limitele litosferei și atmosferei, atmosferei și hidrosferei, hidrosferei și litosferei.

Materia vie a biosferei și proprietățile ei. Totalitatea tuturor organismelor ale planetei Pământ V. I. Vernadski a numit-o ***materie vie.*** Principalele caracteristici ale ei sunt biomasa sumară, compoziția chimică și energia. Energia materiei vii a biosferei se manifestă, în primul rând, prin capacitatea organismelor de a se înmulți și a se răspândi. Viața pe planeta noastră are o rezistență semnificativă la schimbările intensității diferitor factori ecologici. De aceea organismele vii în limitele biosferei nu se întâlnesc numai în grosimea ghețarilor și în craterele vulcanilor activi.

Una din proprietățile materiei vii este schimbul ei permanent cu mediul ambiant. Organismele necesită anumite substanțe și energie, pe care ele le obțin din mediul ambiant, schimbându-l considerabil. În rezultat diferite elemente chimice pătrund în ființele vii, pot fi acumulate în ele și din nou sunt eliminate în mediul ambiant după un timp oarecare sau după moartea acestora.

Materia vie (producătorii) este capabilă să capteze energia luminii solare, transformând-o în energia legăturilor chimice ale compușilor sintetizați. Producția sumară a organismelor autotrofe determină biomasa biosferei în întregime. Datorită fotosintezei în fiecare an materia vie a Pământului produce circa 160 mlrd tone de substanță organică uscată, dintre care 1/3 revine ecosistemelor biogeocenezei Oceanului planetar, iar 2/3 – celor terestre.

Care este esența funcțiilor biochimice ale materiei vii? Materie vie îndeplinește diferite funcții, care asigură existenta biosferei ca a unui sistem integru.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Funcţia gazoasă. Organismele în procesele activităţii sale vitale influenţează asupra compoziţiei gazoase a atmosferei, a Oceanului planetar şi a solului. Fiinţele aerobe în timpul respiraţiei consumă oxigen şi elimină dioxid de carbon. Plantele verzi, unele protozoare şi cianobacteriile în procesul de fotosinteză absorb dioxidul de carbon şi elimină oxigen.

Activitatea vitală a organismelor, de exemplu, a unor anumite grupe de procariote, poate influenţă asupra concentraţiei altor gaze (sulfurii de hidrogen, metanului, azotului etc.).

Funcţia de oxido-reducere. Cu ajutorul organismelor în sol, apă şi în aerul atmosferic se oxidează sau se reduc unii compuşi. Astfel, ferobacteriile sunt capabile să oxideze compuşii Fierului, sulfobacteriile – compuşii Sulfului, iar bacteriile denitrificatoare reduc nitraţii şi nitriţii până la azotul molecular sau oxizii Nitrogenului.

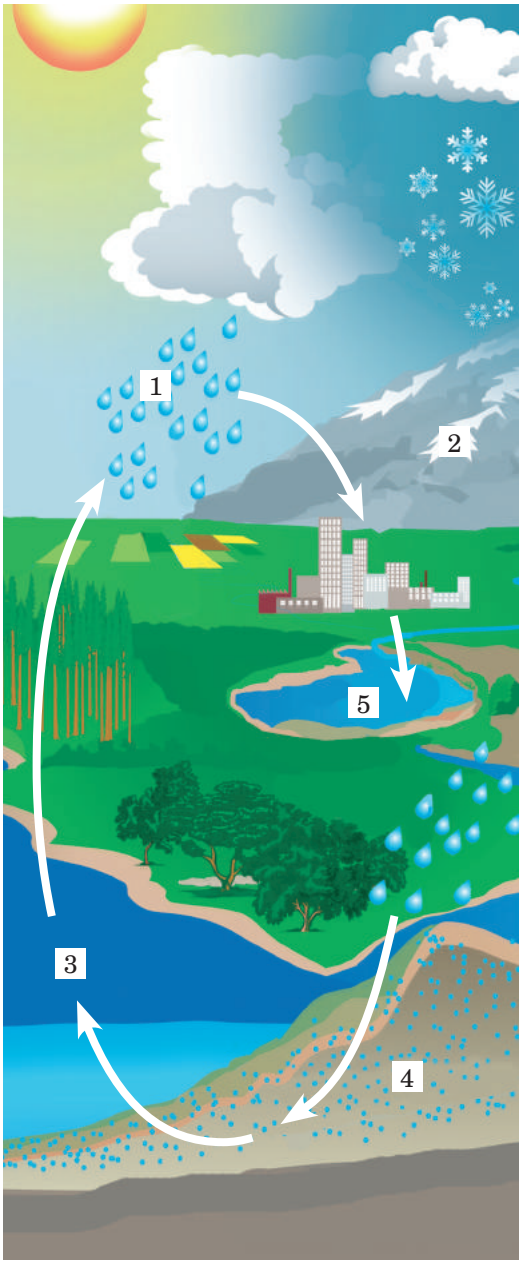
Funcţia de concentrare. Fiinţele vii pot acumula anumite elemente chimice din mediul ambiant în organismele lor. Astfel, moluştele, foraminiferele, crustaceele decapode, animalele vertebrate pot acumula în organismele lor, în primul rând în schelet, carapace, cochilii, compuşi anorganici ai Calciului şi Fosforului, radiolariile – ai Stronţiului şi Siliciului, algele brune – a Iodului etc.

Ciclurile biogeochimice. Realizarea funcţiilor materiei vii este legate de migraţia atomilor moleculelor în procesul circuitului de substanţe, adică a ciclurilor biogeochimice. În biosferă continuă permanent circuitul apei şi a tuturor elementelor chimice, care intră în componenta organismelor vii.

Ciclul biogeochimic al apei (des. 291). Apa este cel mai răspândit compus chimic în biosferă. Rezerva totală a ei pe Pământ constituie 1,5 mlrd km^3. Vaporii de apă nimeresc în atmosferă în timpul evaporării de pe suprafaţa bazinelor cu apă, transpiraţiei plantelor, respiraţiei etc; în componenta aerului ea este transportată de vânt. Din atmosferă apa cade sub formă de ploaie sau zăpadă. În mări şi oceane rezervele ei sunt completate datorită vărsărilor râurilor şi precipitaţiilor. Curenţii marini duc apa de diferite temperaturi la distanţe mari, influenţând asupra climei din anumite zone ale suprafeţei terestre. Apa cauzează fenomenele geologice ale eroziunii, transportării şi depunerii substanţelor. Apa este absorbită de fiinţele vii şi ea este inclusă în circuitul de substanţe a acestora. Organismele elimină apă cu produsele activităţii vitale, în timpul respiraţiei, evaporării etc.

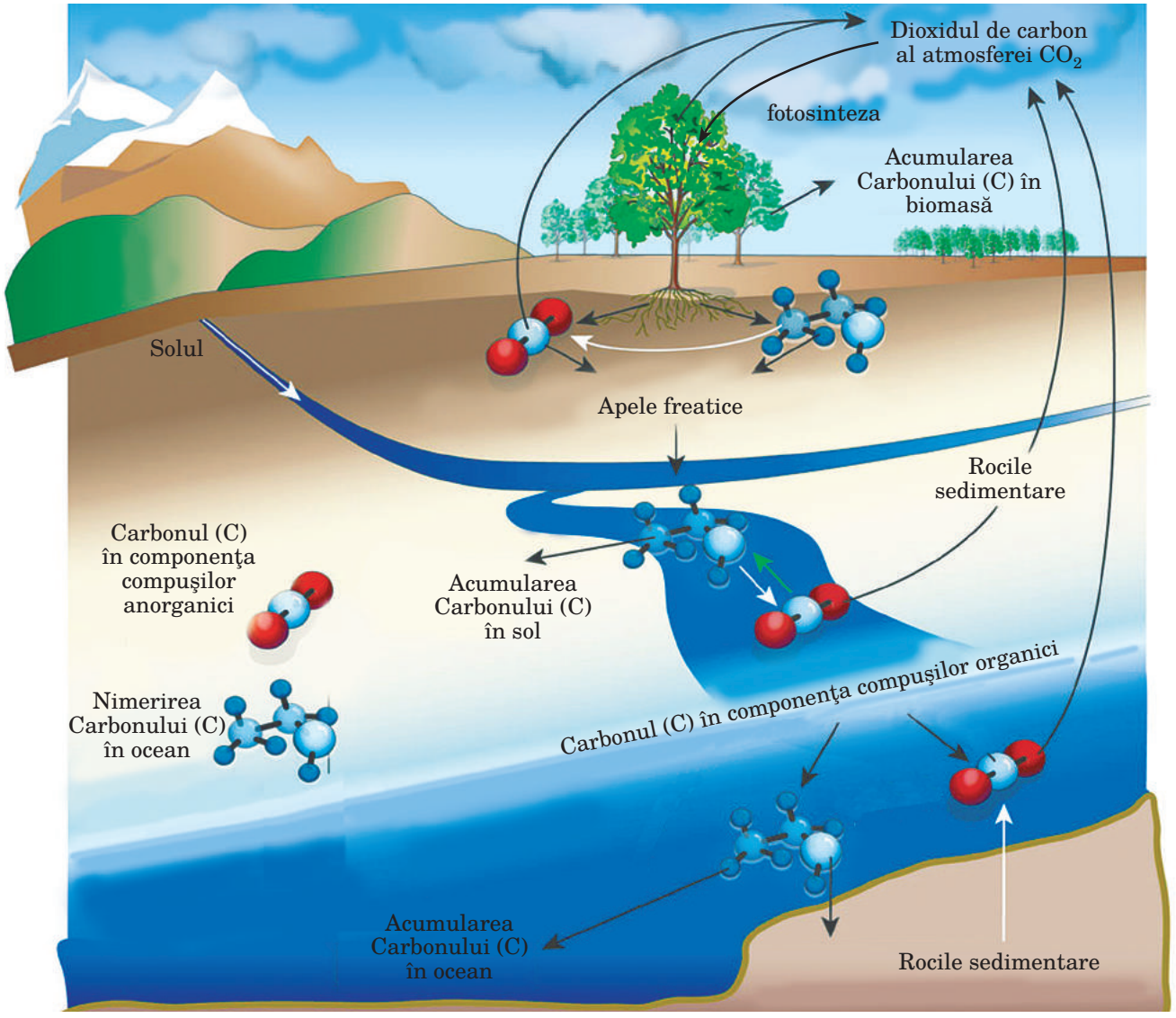
Ciclul biogeochimic al Oxigenului. Absorbind oxigenul molecular (O_2) în timpul respiraţiei, organismele vii îşi asigură necesităţile lor energetice. Oxigenul atmosferic şi dizolvat în apă pot oxida resturile organice, precum şi compuşii anorganici ai scoarţei Pământului. O parte a oxigenului atmosferic sub influenta razelor solare ultraviolete şi descărcărilor electrice se transformă în ozon (O_3). Conţinutul de oxigen în straturile inferioare ale atmosferei constituie circa 21 % şi se reduce odată cu creşterea înălţimii.

Circuitul biogeochimic al Carbonului (des. 292). Carbonul intră în componenta tuturor compuşilor organici, care reprezintă baza proceselor biochimice din organismele vii. Autotrofii sunt capabili să fixeze dioxidul de carbon (CO_2) şi să sintetizeze diferiţi compuşi organici, folosind pentru aceasta energia solară (fototrofii) sau energia reacţiilor chimice



Des. 31.4. Circuitul apei în natură: 1 – apa din atmosferă; 2 – apa gheţarilor; 3 – apa oceanelor; 4 – apele subterane; 5 – apa râurilor

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 292. Circuitul Carbonului în natură. ***Temă****. Folosind textul manualului, descrieţi aceste procese*

(che-motrofii). Aceste substanţe în continuare prin lanţurile trofice nimeresc la heterotrofi. În organismele vii Carbonul există sub formă de compuși organici și carbonați, iar în afara lor – în substanţele organice ale solului, în dioxid de carbon și în diferite roci sedimentare (marmură, calcar, cretă etc.). Pe un timp oarecare Carbonul, care se află în acești compuși, este exclus din ciclurile biochimice, iar cu timpul, în rezultatul activităţii vitale a organismelor vii și transformărilor chimice ale rocilor sedimentare (eroziunii, dizolvării), el din nou este inclus în procesele biogeochimice.

Ciclul biogeochimic al Nitrogenului. Conținutul azotului gazos liber (N_2) în atmosferă este de 79 %. Din atmosferă o anumită cantitate a lui pătrunde în apă și în sol în principal sub formă de nitrogen(II) oxid (NO_2) și amoniac (NH_3), care se formează sub influenta razelor cosmice, descărcărilor electrice ș. a. Majoritatea compușilor Nitrogenului pătrund în sol și apă datorită fixării azotului atmosferic de către procariote (bacteriilor fixatoare de azot, unor cianobacterii etc.). Nitrogenul din componenta substanţelor chimice, care pot fi asimilate de organismele vii, se numește *fixat*. El poate fi asimilat nemijlocit din sol de către plantele verzi sau datorită coexistenţei mutualistice cu bacteriile nodozităţilor fi-

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

xatoare de azot. Din compușii Nitrogenului plantele sintetizează aminoacizii, din care sunt formate proteinele, acizii nucleici etc. Mai departe compușii organici, care conţin nitrogen sunt transmise prin lanţurile trofice. În rezultatul dezasimilării compușii Nitrogenului în organisme sunt descompuși în substanțe simple (amoniac, urină, acid sulfuric, guanină etc.) și nimeresc în exterior în timpul respirației, transpirației, cu urină, excremente ș. a.

Proteinele şi alţi compuşi ai Nitrogenului nimeresc în mediul ambiant cu resturile de organisme. Ele sunt descompuse de reducători.

Care este rolul organismelor în transformările învelişurilor Pământului? Organismele vii participă la formarea rocilor sedimentare, solului, formarea atmosferei, schimbând învelişurile Pământului.

Rocile sedimentare se formează la fundul bazinelor cu apă în rezultatul depunerii a diferitelor substanţe insolubile, o parte considerabilă a cărora au origine biogenă. Din resturile fiinţelor, care acumulează în scheletele sale, cochilii, carapace carbonaţi, fosfaţi, siliciu (II) oxid, se formează diferite roci sedimentare (calcarul, cretă, roci silicioase, radiolarite, diatomite), care deseori ating o grosime considerabilă. La acumularea rocilor silicioase (SiO_2) participă eucariotele unicelulare – radiolariile şi algele diatomee. Astfel, radiolaritele (rocile sedimentare formate în principal din scheletele radiolariilor) sunt prezentate de argile silicioase, zăcăminte de pietre semipreţioase (jasp, calcedonia). Zăcămintele de fosforit şi apatit (sărurile acizilor fosfatici, care sunt folosite ca îngrăşăminte minerale şi materie primă pentru industrie) au fost create de resturile unor animale marine deosebite, care aveau cochilii din ortofosfat de calciu.

Huila (resturile fosile ale plantelor superioare cu spori), cărbunele brun (resturile fosile ale gimnospermelor) şi turba (muşchii) au s-au format în condiţii speciale din resturile de plante moarte. Zăcămintele de minereuri de fier sunt în principal rezultatul activităţii ferobacteriilor chemotrofe. Există ipoteze privind originea biogenă a petrolului, gazului natural, şisturilor bituminoase etc.

Organismele participă şi la eroziunea (distrugerea) rocilor. De exemplu, lichenii, care populează stâncile, elimină acizi organici, ce distrug rocile. Aceste procese sunt înlesnite şi de hifele ciupercilor, care pătrund în crăpăturile stâncilor.

Organismele asigură principalele procese de formare a solului: descompunerea substanţelor organice până la compuşi minerali, crearea humusului şi descompunerea lui etc. În rezultatul elementele minerale ale litosferei sunt incluse în partea biogenă a circuitului substanţelor.

Datorită activităţii vitale a organismelor este menţinută compoziţia gazoasă a atmosferei. Astfel, oxigenul atmosferic are origine fotosintetică. Vegetaţia Pământului anual consumă circa $1{,}7 \cdot 10^8$ tone de dioxid de carbon şi elimină circa $1{,}2 \cdot 10^8$ tone de oxigen, care este folosit în procesul de respiraţie de către toate organismele aerobe.

Pe scurt despre principalul

Planeta Pământ este înconjurată de membrane – solidă (litosfera), lichidă (hidrosfera) şi gazoasă (atmosfera). Partea acestor învelişuri geologice ale Pământului, populată de organisme vii, se numeşte biosferă. Învățătura despre biosferă a fost creată de V. I. Vernadsky.

Totalitatea organismelor a Pământului V. I. Vernadsky a numit-o materie vie. Caracteristicile ei principale sunt biomasa sumară, compoziția chimică şi energia. Substanța vie îndeplineşte diferite funcții, care asigură existența biosferei ca a sistemului integru: gazoasă, de concentrare, de oxido-reducere. Realizarea funcțiilor materiei vii este legată de migrația atomilor şi moleculelor în procesul de circuitului de substanțe, adică ciclurilor biogeochimice.

Organismele vii participă activ în transformarea învelişurilor planetei noastre: formarea rocilor sedimentare, solul, atmosferei, modificând învelişurile Pământului.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 293. Megalopolis (or. Kiev)

Des. 294. Eroziunea solului: apariţia şi creşterea dimensiunilor râpelor, care face terenurile nepotrivite pentru agricultură

Des. 295. Defrişările din Carpaţii ameninţă să devină o catastrofă ecologică

Termeni şi noţiuni-cheie:

biosfera, materia vie a biosferei.

Verificaţi-vă cunoştinţele obţinute

1. Ce este biosfera şi care sunt limitele ei? 2. Care sunt trăsăturile principale ale materiei vii ale Pământului? 3. Care sunt funcţiile biogeochimice ale substanţei vii? Ce reprezintă ciclurile biogeochimice? 4. Care este rolul organismelor vii în transformarea învelişurilor Pământului?

Chibzuiţi

Argumentaţi, de ce biosfera nu constituie un înveliş aparte al Pământului.

§53. PROTECŢIA ŞI CONSERVAREA BIOSFEREI, PRINCIPALELE MĂSURI ALE OCROTIRII MEDIULUI AMBIANT

Amintiţi-vă, care sunt formele principale ale activităţii economice a omului.

În ce constă criza ecologică actuală? Omul la o anumită etapă de dezvoltare a societăţii şi tehnicii a început activ să transforme natura, iar influenta ei asupra mediului ambiant a crescut de la un secol la altul, până ce n-a devenit un factor ecologic principal – *antropogen*. Lista problemelor ecologice, apărute în urma activităţii omului, este foarte mare – creşterea populaţiei, insuficienţa de produse alimentare, energie, apă potabilă, poluarea mediului ambiant. Toate acestea au pus omenirea în faţa unei crize biosferic atotcuprinzătoare.

Creşterea numărului populaţiei. Potrivit calculelor savanţilor, în mileniul al VII-lea înaintea erei noastre populaţia Pământului era nu mai mult de 10 mln. oameni, la începutul erei noastre – circa 300 mln., la mijlocul secolului al XVII-lea circa 700 mil, în decursul secolului al XX-lea ea a crescut de patru ori, iar în anul 2030 ea poate atinge cifra de 9 mlrd. Numai în ultimii 50 de ani populaţia planetei noastre s-a dublat, ceea ce serveşte drept argument de a afirma despre o adevărată *explozie demografică,* urmările cărei pot fi neprevăzute.

Creşterea populaţiei Pământului şi dezvoltarea industriei sunt însoţite de dezvoltarea intensă a oraşelor *(urbanizarea),* în deosebi de apariţia oraşelor enorme – *megalopolisurilor* (des. 293). În prezent în oraşe trăieşte 40 % din numărul populaţiei, deşi ele ocupă o suprafaţă de 0,5 % din suprafaţa planetei noastre. Oraşele şi suburbiile lor sunt un exemplu de schimbări antropogene a mediului ambiant: distrugerea practic definitivă a ecosistemelor naturale, gradul înalt de poluare cu deşeuri menajere, circulaţie intensivă a transportului etc. În oraşe, din cauza aglomeraţiei, există permanent un pericol înalt de dezvoltare a epidemiei de gripă, SIDA-ei, holerei, salmonelozei, tuberculozei etc, contaminării cu viermi paraziţi, căpuşe, insecte.

Asigurarea populaţiei Pământului cu produse alimentare necesită o mărire anuală a suprafeţei terenurilor arabile. Însă influenta tehnicii şi metodelor de lucrare a solului, tăierea pădurilor, care apără apele subterane şi solul de acţiunea vântului, precum şi alţi factori, cauzează

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

eroziunea solului. ***Eroziunea solului*** înseamnă subțierea stratului superficial al solului, cel mai fertil, în rezultatul acțiunii vântului și apei (des. 294). În rezultatul eroziunii și a altor fenomene (salinizării etc.) rezervele de soluri fertile anual se reduc cu 24 mln. t, iar suprafața pustiului numai în ultimii 20 de ani s-a mărit cu 100 milioane ha.

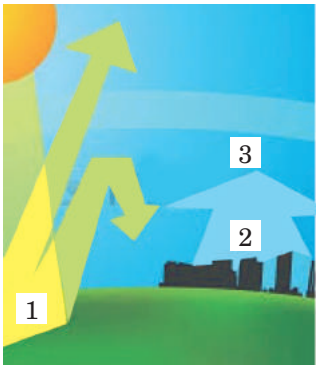
Distrugerea pădurilor. În decursul ultimilor 10 mii de ani sub influenta activității omului suprafața pădurilor de pe planeta noastră s-au redus cel puțin cu o treime (des. 295). În prezent fitocenozele copacilor anual se reduc cu 17 mln. ha în primul rând pe contul pădurilor tropicale, care joacă un rol principal în menținerea echilibrului ecologic pe planeta noastră. După cum se știe, reducerea suprafeței pădurilor este una din pricinile acumulării în atmosferă a dioxidului de carbon.

Problema suficienței resurselor energetice. Problema asigurării cu energie este strâns legată de starea ecologică a planetei: folosirea eficientă a resurselor energetice contribuie nu numai la reducerea a costurilor de producție, dar și a nivelului de extragere a minereurilor, iar prin aceasta a reduce nivelul de poluare a mediului ambiant. În special, mărirea consumului de energie electrică necesită construirea noilor centrale electrice, inclusiv a celor nucleare. Exploatarea centralelor nucleare, care funcționează în mai mult de 30 de țări ale lumii, este legată de soluționarea problemelor securității lor, poluarea mediului ambiant cu radionuclizi, utilizarea combustibilului nuclear folosit.

Nu sunt excluse și avariile la centralele nucleare, în rezultatul cărora teritorii mari devin inapte pentru traiul oamenilor și activitatea lor economică. Asemenea avarii au fost la centrala nucleară Three Mile Island (SUA), la uzina nucleară din Ural în apropiere Ekaterinburgului, în aprilie 1986 la centrala nucleară de la Cernobyl, în martie 2011 în Japonia la centrala nucleară „Fukushima-1” (des. 296).

Des. 296. Incendiul la centrala nucleară „Fukushima-1”

Schimbări climaterice. Activitatea omului este una din pricinile schimbării climei pe Pământ. În special, dezvoltarea intensivă a industriei și a complexului energetic sporește concentrația de dioxid de carbon în atmosferă, care la rândul ei cauzează așa-numitul *efect de seră* (des. 297): în ultimii două sute de ani conținutul de CO_2 s-a mărit cu 25 %, iar temperatura la suprafața Pământului a crescut cu 0,5 °C.



Des. 297. Schema efectului de seră: 1 – căldura, care pătrunde cu razele solare, se reflectă de la suprafața Pământului; 2 – activitatea industriei şi transportului determină o creştere a concentraţiei de CO_2 în atmosferă, care împiedică eliminării de căldură în straturile superioare ale atmosferei (3), rezultând creşterea temperaturii în apropierea suprafeţei Pământului

Influenta activității omului asupra stării atmosferei. Poluarea atmosferei cauzează emisii ale deșeurilor întreprinderilor industriale dăunătoare pentru sănătatea omului și alte organisme, precum și a gazelor de eșapament de la transportul auto (H_2S și SO_2, NH_3 și NO_2, CO, metale grele etc.). Întreprinderile de construcție și industriei cărbunelui (uzinele de ciment și ghips, carierele deschise de cărbune etc.) sunt surse de poluare a atmosferei cu praf. Un mare pericol pentru mediul ambiant constituie *ploile acide,* cauzate de poluarea atmosferei cu H_2S și NO_2. Combinându-se cu molecule de apă, ele formează acizi anorganici puternici – sulfatic H_2SO_4 și nitratic HNO_3. Ploile acide duc la urmări grave: se distrug ecosistemele pădurilor și a bazinelor cu apă dulce (des. 298).

Des. 298. Urmările ploilor acide

Un alt pericol pentru sănătatea omului poate deveni slăbirea ecranului de ozon. Aceasta are loc în rezultatul eliminării

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 299. Poluarea apei cu petrol

Memorizăm: noosfera este o formă calitativ nouă de organizare a biosferei, care se formează ca urmare a interacțiunii ei cu societatea umană, când se realizează coexistența armonioasă a naturii cu omul.

Des. 300. Exemple de utilizare a surselor alternative de energie: 1 – încărcarea unui automobil electric modern; 2 – panouri solare; 3 – centrale eoliene

în atmosferă al compușilor clorfluorcarburilor, care sunt folosite în agregate frigorifice, aparatele de aer condiționat, balonașe de aerosoli – pulverizatoarelor de lac, vopsea, parfum etc.

Influența activității omului asupra hidrosferei. Activitatea omului influențează negativ asupra ecosistemelor acvatice. Este vorba, în special, de poluarea cu deșeuri industriale și menajere, cu pesticide și îngrășăminte, care sunt aduse pe lanuri, crearea construcțiilor hidrotehnice, desecarea, vărsarea produselor petroliere etc. (des. 299). Înrăutățirea stării sanitare a bazinelor de apă, precum și epuizarea resurselor de apă (în primul rând a bazinelor cu apă dulce și a apelor din sol) fac și mai acută problema apei potabile. Chiar și apele rezidual purificate trebuie folosite limitat pentru necesitățile industriei, energeticii, irigării terenurilor arabile.

Dispariția speciilor. Influența intensivă a omului asupra biogeocenozelor naturale duce la dispariția unor anumite specii de animale și plante, în rezultatul distrugerii directe, distrugerii locurilor de existenta a lor, poluării mediului etc. Potrivit calculelor savanților, în ultimul mileniu de pe planeta noastră au dispărut mai mult de 130 de specii și subspecii de mamifere, circa 260 de specii și subspecii de păsări, iar numărul speciilor dispărute de animale nevertebrate, de plante și ciuperci este foarte greu de calculat.

Starea actuală a resurselor naturale ale Ucrainei. În rezultatul activității economice intensive a omului, în deosebi din a doua jumătate a secolului al XIX-lea, landșafturile naturale ale Ucrainei au cunoscut schimbări esențiale. S-a modificat mediul de existență a multor specii sălbatice de animale și plante. În prezent suprafața obiectivelor naturale constituie circa 29 % din teritoriul țării. În special, masivele silvice s-au redus până la 14,3 % în comparație cu 28 % în anul 1850 și cu 45 % la hotarul mileniilor I și II. Practic a fost distrusă complet stepa de țelină, a fost schimbat regimul hidrologic al multor teritorii din cauza construcției digurilor, rezervoarelor de apă, desecarea mlaștinilor din Polesia și irigării teritoriilor din zona de stepă. În special, în rezultatul creării „mărilor artificiale” în Nipru practic au dispărut peștii sturioni din cauza că li s-a închis accesul în Marea Neagră (nisetrii, morunii etc.). Poluarea antropogenă puternică a unor teritorii mari ale ecosistemelor naturale cu compuși chimici, radionuclizi creează un pericol pentru genofondul bogat și divers al lumii animale și vegetale a Ucrainei.

În Ucraina s-a redus numărul mamiferelor – obiectelor de vânătoare (elanului, căprioarelor etc.). Se reduce pescuitul în bazinele cu apă.

Care sunt căile posibile de învingere a crizei ecologice? Dezvoltarea științelor naturale a condiționat înțelegerea faptului, că omul trebuie să se supună legilor naturii fiind o parte componentă a ei, ci nu să încerce să le schimbe *(concepția oicumenă)*. V. I. Vernadski încă în prima jumătate a secolului XX a prevăzut că biosfera trece într-o stare nouă – noosferă, sub influenta gândirii științifice și muncii omului.

Pentru soluționarea oricărei probleme omul trebuie să acționeze de pe pozițiile ***gândirii ecologice***, adică subordonării activității practice cotidiene a omului legilor naturii și cerințelor protecției mediului ambiant.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Sursele alternative de energie sunt sursele regenerabile, la care aparţin energia razelor solare, vântului, mărilor, râurilor, biomasei, căldurii Pământului, precum şi resursele energetice secundare, care există permanent sau apar periodic în mediul ambiant.

Este importantă folosirea noilor surse de energie, în special al biocombustibilului. Spre deosebire de alte resurse energetice naturale (petrol, cărbune, combustibil nuclear), biocombustibilul este o sursă de energie regeneratoare; el este descompus complet de microorganisme şi de aceea nu este dăunătoare pentru mediul ambiant.

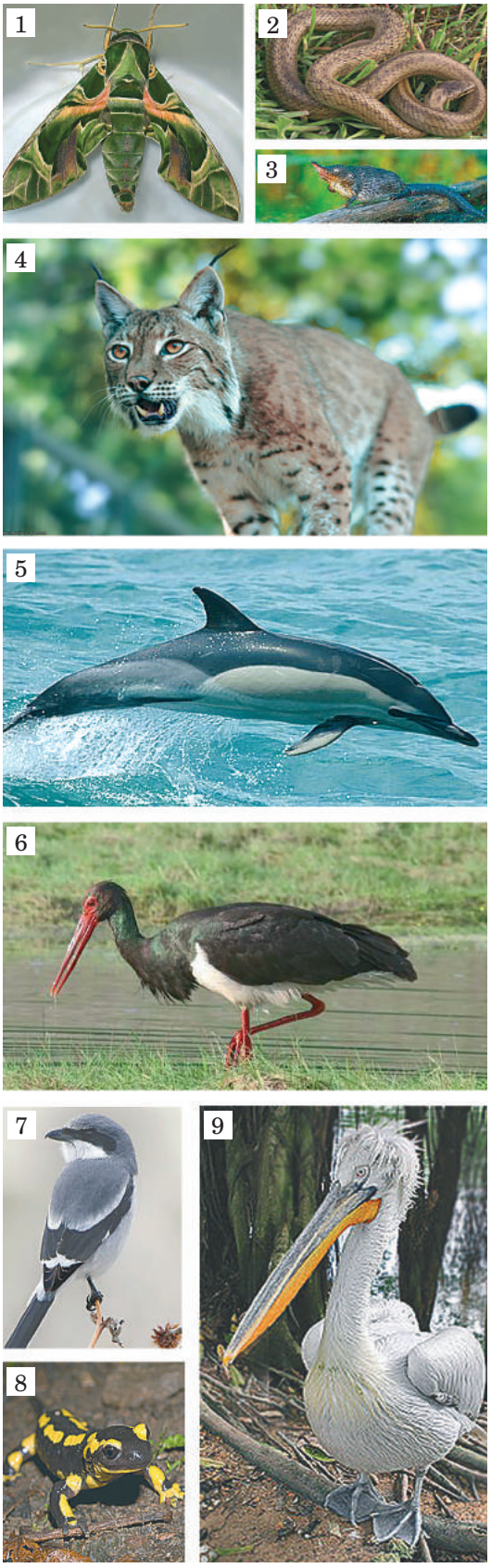
Protecţia naturii este o ramură aplicativă a cunoştinţelor despre conservarea stării biosferei, pentru care ecologia serveşte drept bază teoretică. Numai odată cu dezvoltarea ecologiei omenirea a început treptat să înţeleagă însemnătatea legăturilor reciproce între organisme şi mediul lor ambiant, să descopere legităţile, care coordonează funcţionarea biosferei.

Doar numai o influenţă neînsemnată a omului asupra mediului ambiant cauzează o reacţie în lanţ, care poate duce la urmări neprevăzute în scară globale. Pentru evitarea crizei ecologice globale este necesară unirea eforturilor tuturor ţărilor în domeniul ceea ce priveşte protecţia mediului ambiant.

Care sunt direcţiile principale ale conservării diversităţii organismelor? Conservarea şi îmbunătăţirea stării biosferei este imposibilă fără conservarea diversităţii biologice (biodiversităţii) a organismelor, care populează planeta noastră. Pentru conservarea diversităţii de specii multe ţări din lume (printre care şi Ucraina) s-au asociat la *Strategia internaţională pentru conservarea naturii* elaborată de Uniunea internaţională pentru conservarea naturii (IUCN).

Înţelegerea necesităţii a unei evidente stricte a speciilor rare şi celor ameninţate a condiţionat crearea în 1948 pe lângă IUCN a Comisiei permanente pentru speciile de plante şi animale, care se află pe cale de dispariţie. Rezultatul activităţii acestei comisii a fost crearea *Cărţii Roşii Internaţionale,* ediţii aparte ale căreia au început să fie editate din 1966. Totodată este dus lucrul de alcătuire a aşa-numitelor *Liste negre* ale speciilor, care au dispărut de pe fata Pământului începând din 1600. Motiv pentru includerea unei anumite specii în Lista neagră este lipsa datelor exacte de întâlnirea ei în decursul ultimilor 50 de ani. Sunt create listele speciilor, care necesită protecţie pe teritoriile unor state aparte, precum şi Cărţile Roşii Naţionale.

Cartea Roşie a Ucrainei este un document de stat despre starea actuală a speciilor de animale şi plante, care se află sub pericolul dispariţiei, precum şi despre măsurile privind păstrarea lor şi argumentarea ştiinţifică a reînnoirii lor. În ea sunt incluse speciile de animale şi plante, care permanent sau temporar (de exemplu, păsările migratoare) trăiesc în condiţiile naturale pe teritoriul Ucrainei sau în limitele apelor ei teritoriale. Pentru fiecare specie inclusă în Cartea Roşie a Ucrainei sunt prezentate date despre răspândirea ei, particularităţile structurii, funcţionării, ciclul vital, numărul în natură, precum şi despre măsurile de protecţie efectuate şi planificate. În prezent în Cartea Roşie a Ucrainei sunt incluse 826 de specii de plante şi ciuperci, precum şi 542 specii de animale (des. 301, 302, forzaţurile).



Des. 301. Animalele din Cartea Roşie: 1 – sfinxul oleandrului; 2 – şarpele de alun; 3 – desmanul obişnuiţi; 4 – râsul comun; 5 – delfinul comun; 6 – barza neagră; 7 – sfrânciocul mare; 8 – salamandra de foc; 9 – pelicanul comun

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 302. Plantele din Cartea Roşie: 1 – untul-vacii; 2 – ghiocelul nival; 3 – brânduşa de toamnă; 4 – papucul-doamnei; 5 – laleaua cu două flori; 6 – ruscuţă-primăvăratică; 7 – crinul de pădure; 8 – floarea-vântului; 9 – dediţelul mare; 10 – poroinicul

E interesant să ştim

În Ucraina sunt create asemenea parcuri naţionale naturale: Azov-Sivaş, „Biloberejjea Sveatoslava", Belozerski, „Buzki Gard", „Veliki Lug", Verhovina, Vijnița, Halici, Ghetmanski, Golosiivski, „Gomilşanski Lisy", „Huţulşcina", Dvoriceanski, Dermansko-Ostrozski, Desna-Starogutski, Djarilgaşki, „Zalissea", Ikaneansk, „Karmeliukove Podolia", Karatski, „Kremenețki Gory", Mezinski, Nijniosulski, Pripiat, „Podolia de Nord", „Podilski Tovtry", „Pripiat-Stohid", „Subazovia", „Sveati Gory", „Sinevir" şi „Siniogora", Siverski-Donețk, „Skolivski Beskidy", Slobojanski, „Limanul Tuzla", Ujanski, Hotin, „Ciarivna gavani", Cernomorski, Şaţki, Iavorivski.

Specialiștii din Ucraina pentru prima dată în lume au elaborat ***Cartea Verde***, în care sunt incluse comunităţi vegetale rare şi tipice pentru un anumit teritoriu, care necesită un regim special de folosire a lor.

Speciile, incluse în Cartea Roşie, sunt ocrotite şi reînnoite în ariile protejate. Crearea şi folosirea acestor teritorii, care reprezintă o bogăţie naţională, este înfăptuite în conformitate cu *Legea Ucrainei „Cu privire la fondul rezervaţiilor naturale"* (1992).

Rezervaţiile ştiinţifice prezintă instituţii de cercetări ştiinţifice de nivel de stat, care sunt create cu scopul păstrării în stare naturală a complexelor naturale unice sau tipice pentru zona respectivă, studierii proceselor şi fenomenelor naturii, care au loc pe teritoriul respectiv, elaborării principiilor ştiinţifice de protecţie a naturii. Pe teritoriul Ucrainei rezervaţiile ştiinţifice se află în toate zonele naturale. Astfel, în zona pădurilor amestecate se află rezervaţiile ştiinţifice Drevleanski, Polesia, Rivne, Ceremoş; în zona de silvostepă – Kaniv, „Roz-tocea", „Medobory"; de stepă – Lugansk, „Ucrainenă de stepă", Dniprovsko-Orilskiy, „Stepa Elaneţ", Opukskiy; în Crimeea – Kazantip, Karadag, Crymskiy, Ialtinskiy girskolisoviy, „Mis Martian"; în Carpaţii ucraineni – „Gorgany".

Parcurile naturale naţionale sunt instituţii de protecţie a naturii, de cercetări ştiinţifice şi de instruire culturală, chemate să păstreze complexele şi obiectivele naturale preţioase, istorice şi de cultură. Pe teritoriul lor, cu condiţia respectării regimului de rezervaţie este permis turismul şi anumite forme de odihnă.

Landşafturi protejate, sau *rezervaţii peisagistice* sunt instituţii de protecţie a naturii de însemnătate locală sau regională, sunt menite să realizeze aceleaşi sarcini pe care le au parcurile naţionale.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Rezervaţiile naturale sunt teritorii naturale, create cu scopul conservării şi regenerării complexelor naturale sau a unor specii aparte de organisme. Pe teritoriul lor sunt permise activitatea ştiinţifică, unele activităţi economice şi de instruire culturală numai cu respectarea cerinţelor protecţiei mediului ambiant.

Monumente ale naturii reprezintă obiecte unice ale naturii, care au însemnătate de protecţie a naturii, ştiinţifică, estetică şi cognitivă.

Un loc deosebit în realizarea măsurilor de protecţie a naturii le revin grădinilor botanice şi parcurilor zoologice, create cu scopul studierii, conservării, aclimatizării şi folosirii eficiente a speciilor florei şi faunei locale şi mondiale. Ele efectuează şi o activitate de istruire.

Termeni şi noţiuni-cheie:

eroziunea solului, ploi acide, noosfera, gândire ecologică, Cartea Roşie, Cartea Verde.

Pe scurt despre principalul

Creşterea rapidă a populaţiei planetei noastre şi activitatea economică intensivă a omului sunt capabile să provoace o criză ecologică globală. Lista problemelor ecologice generate de activitatea umană este destul de mare – creşterea populaţiei, lipsa alimentelor, energiei, apei potabile, poluarea mediului etc.

Pentru a rezolva orice problemă omul trebuie să acţioneze din punct de vedere al gândirii ecologice, adică subordonarea activităţilor practice de toate zilele a omului legilor naturii şi cerinţelor faţă de protecţia mediului.

Verificaţi-vă cunoştinţele obţinute

1. Care sunt cauzele actuale ale crizei ecologice? 2. Care este pericolul unei creşteri rapide a populaţiei Pământului? 3. Care sunt urmările urbanizării pentru biosferă şi sănătatea umană? 4. Care sunt cauzele eroziunii şi salinizării solului? 5. Ce pericol ecologic reprezintă centralele nucleare? 6. Cum înţeleg oamenii de ştiinţă conceptul de „noosferă” şi „gândire ecologică”? 7. Care sunt principiile de bază ale folosirii gestionării raţionale a naturii? 8. Ce ştiţi despre sursele alternative de energie? 9. Care sunt principalele domenii ale conservării naturii?

Chibzuiţi

1. Cum evaluaţi situaţia ecologică actuală din Ucraina? 2. Care sunt diferenţele în statusul de ocrotire la astfel de arii protejate, ca rezervaţiile a biosferei, rezervaţii ştiinţifice, parcuri naturale naţionale, landşafturi protejate (rezervaţii peisagistice), monumente ale naturii.

TEST DE CONSOLIDARE

Alegeţi din răspunsurile propuse cel corect

1. Indicaţi cum sunt numite toate tipurile posibile de coexistenţă a organismelor de diferite specii din ecosistem: a) parazitism; b) mutualism; c) comensalism; d) simbioză.

2. Indicaţi de ce sunt determinate limitele unei anumite biogeocenoze: a) de limitelea numitului grup de animale; b) de limitele anumitei comunităţi vegetale; c) arbitrar; d) limite clare nu există.

3. Determinaţi, cum se numeşte tipul de simbioză, la care organismele de diferite specii au folos reciproc: a) parazitism; b) comensalism; c) mutualism; d) concurenţă.

4. Indicaţi poziţia spaţială şi trofică a populaţiei unei anumite specii în ecosistem: a) localizare; b) nivel trofic; c) simbioza; d) nişă ecologică.

5. Indicaţi ce este noosfera: a) învelişul spiritual al Pământului; b) o parte a învelişurilor Pământului, locuite de fiinţe vii; c) o stare nouă a biosferei cauzată de activitatea raţională a omului; d) totalitatea tuturor ariilor protejate.

6. Numiţi tipurile de arii protejate, care funcţionează în Ucraina: a) numai rezervaţii ştiinţifice; b) numai rezervaţii naturale; c) numai parcurile naturale naţionale; d) rezervaţii ştiinţifice, parcuri naturale naţionale, rezervaţii naturale.

7. Determinaţi cum sunt numiţi factorii de naturii nevii: a) abiotici; b) biotici; c) antropogeni; d) antropici.

8. Indicaţi, cum se numeşte comunitatea de organisme, creat artificial de om cu scopul obţinerii producţiei agricole: a) ecosistem; b) o grădină botanică; c) populaţie; d) agrocenoză.

9. Determinaţi ce reprezintă eroziunea solului: a) depunerea sărurilor pe suprafaţa solului; b) reducerea grosimii stratului fertil; c) distrugerea locuitorilor folositori ai solului; d) tăierea pădurilor.

10. Numiţi cu ce scop a fost creată Cartea Verde: a) protecţia speciilor rare; b) protecţia anumitor specii pe cale de dispariţie; c) protecţia comunităţilor rare şi tipice de animale; d) protecţia comunităţilor rare şi tipice de plante.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Alcătuiți perechi logice

11. Stabilirea corespondența între tipurile de factori ecologici şi exemplele, care le ilustrează.

A abiotic	**1** interacțiune prădător – pradă
B biotic	**2** creşterea conținutului de radionuclizi în sol
C antropogeni	**3** conținut de gaze în sol

12. Stabiliți corespondența dintre formele de simbioză şi exemple, care le ilustrează.

A mutualism	**1** coexistența tigrului Amur şi a pisicii sălbatice
B comensalism	**2** existență ascaridei în intestinul omului
C parazitism	**3** popularea corpului balenelor de către crustaceele balanide
D neutralism	**4** existența animalelor unicelulare flagelate în intestinul gândacilor şi termitelor

13. Stabiliți corespondența între perechile de specii şi relațiile, care pot apărea între ele.

A pitărcuța – plopul tremurător	**1** comensal – gazdă
B orhideele – copaci tropicali	**2** parazit – gazdă
C țânțarul malaric – omul	**3** specie hematopoietică – gazdă
D plasmodiul malaric – omul	**4** prădător – pradă
	5 relații mutualistice

14. Stabilirea corespondenței dintre formele activității umane şi urmările ei:

A Emisia în atmosferă a compuşilor de clorfluorcarburi	**1** Formarea găurilor de ozon
B Irigarea nerațională a solurilor	**2** Efect de seră
C activitatea intensivă a industriei şi transportului	**3** Eroziunea solului
D Defrişări masive	**4** Salinizarea solului

Sarcini cu alegerea a trei răspunsuri corecte din trei grupuri de răspunsuri propuse

15. Determinați organismele, care aparțin anumitor grupuri ecologice.

Producători	Consumători	Reducători
1) cianobacteriile	1) clorela	1) bacteriile-saprotrofe
2) bacilul intestinal	2) coadă calului	2) bacterii purpurii
3) bacilul de ciumă	3) lăcusta călătoare	3) euglena verde

Întrebări cu răspuns deschis

16. Care niveluri de organizare a materiei viisunt studiate de ecologie? Ce compartimente ale ecologiei studiază anumite niveluri de organizare a materiei vii?

17. De ce stabilitatea ecosistemelor depinde de diversitatea lor de specii? Răspunsul argumentați-l.

18. La multespecii de plante cu flori şi insecte în ecosisteme a avut loc evoluția comună. Care adaptări comune s-au dezvoltat la ele şi prin ce ele depind una de alta?

19. De ce trebuie protejate nu speciile rare sau pe cale de dispariție, ci integrale ecosisteme, din care acestea fac parte? Răspunsul argumentați-l.

20. De ce catastrofă globală ecologică poate fi depăşită numai prin eforturile comune ale guvernelor şi ale organizațiilor publice din diferite țări? Răspunsul argumentați-l.

21. De ce activitatea omului, reprezintă un grup separat de factori ecologici?

22. Pe ce se bazează principiul unității organismelor şi a mediului lor de viață?

23. De ce concurența dintre speciile apropiate din punct de vedereal sistematicii este mai acută decât între cele îndepărtate? Răspunsul argumentați-l.

24. Ritmul schimbărilor compoziției de specii a organismelor pe câmpul părăsit de grâu cu timpulscade în mod semnificativ. Cum poate fi explicat acest lucru?

25. În procesul de schimbare a compoziției speciilor de organisme productivitatea ecosistemului creşte. Cum poate fi explicat acest lucru?

26. De ce biosfera nu poate fi considerată drept un înveliş separat a Pământului? Răspunsul argumentați-l.

27. De ce două specii cu aceleaşi cerințe ecologice nu pot exista într-un singur ecosistem? Răspunsul argumentați-l.

28. Ce ar trebui să se schimbe în atitudinea omului față de natură, pentru a evita o criză globală ecologică?

29. Cum omul influențează asupra circuitului de substanțe din biosferă?

30. De ce ecosistemele nu pot exista fără producători? Răspunsul argumentați-l.

31. Ce legături există între activitatea economică a omului şi schimbările climaterice de pe Pământ?

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

TEMA 9. BIOLOGIA CA BAZA BIOTEHNOLOGIEI ŞI MEDICINEI

În această temă veţi afla despre:

- sarcinile selecției moderne;
- direcțiile principale ale selecției moderne a plantelor, animalelor şi microorganismelor;
- sarcinile şi direcțiile principale ale biotehnologiei moderne;
- rolul ingineriei genetice în biotehnologia şi medicina modernă;
- organismele modificate genetic şi problemele, care sun asociate cu ele.

§54. SARCINILE SELECȚIEI MODERNE

Amintiţi-vă contribuţia lui Darwin în dezvoltarea biologiei. Ce reprezintă linia pură, genofond, hibridizare? Ce este încrucişarea de analiză? Pentru ce ea este utilizată? Care încrucişare se numeşte consangvină şi neconsangvină? Care sunt genele alele letale şi subletale?

Selecţia este ştiinţa despre bazele teoretice şi metodele de creare a noilor soiuri de plante, rase de animale şi tulpini de microorganisme, adaptate la cerinţele actuale ale agriculturii şi industriei, precum şi de ameliorarea celor existente.Drept bază teoretică a selecţiei servesc rezultatele cercetărilor genetice şi învăţătura despre selecţia artificială. Pentru atingerea unor rezultate eficiente selecţionerul trebuie să cunoască bine particularităţile înmulţirii, dezvoltării individuale şi proceselor vitale ale speciilor, cu care el lucrează.

Să ne amintim: ***rasă de animale*** sau ***soi de plante*** se numeşte totalitatea indivizilor a unei specii cu anumite caractere ereditare (particularităţi de structură, procese vitale, productivitate etc.), creată de om în rezultatul selecţiei artificiale (des. 303). ***Tulpina*** este o cultură pură (adică urmaşii unei singure celule) de microorganisme (des. 304). De la o singură celulă maternă în rezultatul selecţiei este posibilă obţinerea diferitelor tulpini, care se deosebesc după productivitate, sensibilitate fată de antibiotici etc.

Raselede animale, soiurile de plante şi tulpinile de microorganisme sunt un fel de populaţii artificiale, create de om. Fără susţinerea din partea omului soiurile de plante şi rasele de animale îşi pot pierde calităţile sale.

Selecţia joacă un rol însemnat în soluţionarea sarcinii principale a agriculturii – asigurarea volumului maxim de producere de produse alimentare de înaltă calitate cu alocarea de resurse financiare şi energetice minime. La ţara noastră munca de selecţie este efectuată ininstituţii de cercetări, gospodării pentru creşterea animalelor de prăsilă, la staţiunile de experimentare a soiurilor.

Sarcină: cu ajutorul profesorului numiți principalele instituții ştiințifice de selecție ale Ucrainei şi caracterizați principalele direcții ale cercetării lor.

Des. 303. Grupe de rase de câini: găsiţi în imagine forma iniţială – lupul, precum şi reprezentanţi ai raselor de serviciu, de vânătoare şi decorative

Des. 304. Tulpinile de microorganisme sunt cultivate pe medii nutritive, de exemplu pe agar, care este obţinut din algele roşii; de compoziţia mediului nutritiv adesea depinde productivitatea unei tulpini

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Memorizăm: ***Raionareaeste*** un complex de măsuri, orientate la verificarea corespunderii particularităților loranumitor rase sau soiri la anumite condiții-ale zonei climaterice. Ea este o condiție necesară pentru folosirea rațională a raselor şi soiurilor în limitele oricărei tari.

E interesant să ştim

Formarea raselor şi soiurilor a început odată cu domesticirea speciilor de animale sălbatice şi introducerea în cultură a speciilor sălbatice de plante de către om. Drept bază pentru diversitatea raselor şi soiurilor o constituie strămoşii sălbatici ai unei sau câtorva specii. De exemplu, strămoşul tuturor raselor de câini domestici (numărul cărora ajunge la 500) este considerat lupul (des. 303), iar a porumbelului domestic (peste 750) – porumbelul de stâncă (se presupune că în formarea unor rase au participat de asemenea porumbelul de munte, astfel diferite specii de strămoşi sălbatici ar putea participa la formarea raselor anumitului animal) (des. 305).

Fig. 305. Exemple de rase de porumbei: 1 – buclat; 2 – rasade Mikolaiv; 3 – king; 4 – călugărul german

Pentru desfăşurarea cu succes a muncii de selecţie este foarte importantă diversitatea genetică a materialului iniţial. De aceea savanţii permanent caută caracterele de care se interesează printre speciile sălbatice. Deci, aceste specii servesc drept rezervă de material ereditar pentru munca de selecţie. Iar genofondul speciilor sălbatice trebuie ocrotit. Sporirea diversităţii materialului iniţial este favorizată de utilizarea pentru selecţie a organismelor origine geografică diferită, de influenţa diferiţilor factori, în special mutageni (în selecţia plantelor şi a microorganismelor).

Rasele de animale şi soiurile de plante, care au o productivitate ridicată în unele zone geografice, nu sunt întotdeauna eficiente în alte zone. De aceea savanții ştiință cercetează temeinic proprietățile raselor şi soiurilor noi şi verifică dacă ele corespund cerințelor de utilizare într-o anumită zonă climaterică, adică efectuează zonarea.

Metodele selecţiei. Metodele clasice ale selecției sunt selecția artificială şi hibridizarea.

E interesant să ştim

La stadiile inițiale de creare a formelor de cultură a fost efectuată *selecția inconştientă*:lăsând pentru înmulțire anumiți indivizi, oamenii nu-şi puneau scopul de a obține noi rase şi soiuri şi nu aplicau diferite sisteme de încrucişare şi tipuri de selecție artificială. Ulterior, începând cu a doua jumătate a secolului al XVIII-lea selecția artificială inconştientă a fost înlocuită de *selecția planificată* (*metodologică*). Ea se bazează pe alegerea perechilor de părinți, aplicarea diferitor variante de încrucişare şi selecția planificată după caracteristici specifice printre descendenții obținuți, care permite să se creeze rase sau soiuri cu proprietăți planificate din timp.

Selecţia artificială reprezintă alegerea de către om a celor mai preţioase din punct de vedere economic animale, plante, microorganisme pentru obţinerea de la ei a urmaşilor cu caractere dorite. Aceasta este cel mai important element al oricărui lucru de selecţie, care este necesar pentru păstrarea şi îmbunătăţirea în continuare a rezultatelor obţinute.

Selectarea artificială este efectuată în câteva etape succesive. Printremulte animale sau plante de o anumită specie omul alege indivizii, care se deosebeşte de alţii prin variante interesante ale caracterului, pentru înmulţirea lor în ulterioară. Din generaţie în generaţie varianta dorită a caracterului se manifestă tot mai mult, deoarece sunt aleşi indivizii, la care caracterul respectiv se manifestă mai bine. În acelaşi timp, prin hibridizare omul poate combina la descendenţi diverse caractere utile pentru el ale formelor parentale. Selecţia artificială, de obicei, duce la schimbarea unor altor caractere, iar cu timpul – şi la o restructurare considerabilă a organismului, adică la crearea noului soi sau rasă (vezi des. 303).

Caracterele, pe care le alege omul, nu sunt întotdeauna utile pentru singure organisme: rasele sau soiurile create adeseanu sunt capabile existenţă de sine stătător şi necesită îngrijire permanentă din partea omului. De exemplu, este greu de-şi imaginat cum pot să scape de răpitori în condiţii naturale cucoşii unor rase cu coadă lungă (des. 306) sau indivizii de bovine de rase pentru carne cu corp masiv şi picioare scurte.

Sunt aplicate formele selecţiei artificiale în masă sau individuală. La *selecţia în masă* din materialul iniţial sunt aleşi

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

indivizii cu anumite particularităţi fenotipice. Deşi selecţia în masă este simplă în aplicare şi dă rezultate nu rele, ea are unele neajunsuri. Grupa indivizilor, care se aseamănă la exterior, din punct de vedere genetic poate fi diferită (de exemplu, homozigoţi sau heterozigoţi după alelele dominante), ce neapărat va influenta asupra eficienţei selecţiei. Astfel, la încrucişarea între ele a organismelor heterozigote la hibrizii de prima generaţie partea indivizilor cu caractere dorite pentru selecţioner va fi considerabilă. Însă, odată cu acumularea urmaşilor homozigoţi eficienta selectării va scădea în continuare.

La *selectarea individuală* fiecare individ este ales pe baza studierii detaliate a fenotipului şi genotipului. Informaţia despre genotipul acestor organisme poate fi obţinută, studiind genealogia lor cu ajutorul încrucişărilor analizatoare.

Eficienţa selecţiei depinde nu numai de forma selecţiei artificiale, dar şi de alegerea corectă a perechii de organisme de prăsilă parentale şi de aplicarea sistemului respectiv de încrucişare a organismelor – de **hibridizare**. Hibrizii apar în rezultatul procesului sexual sau pe calea combinării celulelor asexuale. Nucleele celulelor hibride se pot cupla (des. 307) sau rămâne separate. În urma hibridizării în fenotipul urmaşilor se combină stările caracterelor dorite pentru aplicarea practică şi este evitată apariţia urmărilor negative ale încrucişărilor înrudite.

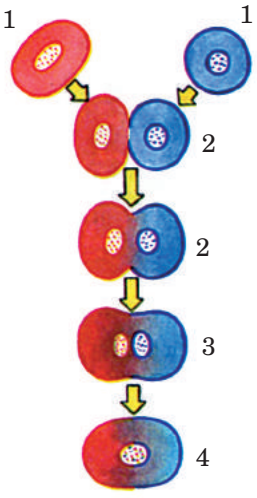
Hibridizarea este posibilă între indivizii unei *(în interiorul speciei)* şi a diferitor specii dintr-un gen sau din diferite genuri *(interspecifică* sau *îndepărtată)* de organisme. ***Hibridizarea intraspecifică*** poate fi înrudită şi neînrudită. Cele mai strânse forme de **încrucişa*re* înrudită**, sau de ***inbreeding***, sunt între plantele, autopolenizante şi între animalele hermafrodite autofecundante. La organismele cu fecundare încrucişată cele mai strânse forme ale încrucişării înrudite au loc în cazul împerecherii urmaşilor de la părinţi comuni sau de la părinţi cu proprii urmaşi.În rezultatul încrucişărilor înrudite succesive în fiecare următoare generaţie creşte gradul de homozigoţie.

Drept urmare biologică a încrucişării înrudite este slăbirea sau degradarea urmaşului în rezultatul manifestării fenotipice a alelelor recesive letale şi subletale, care au trecut în stare homozigotă. Deci, inbreedingul pronunţat deseori duce la apariţia organismelor cu diverse anomalii ereditare. În selecţie încrucişarea înrudită este folosită pentru obţinerea*liniilor pure*: inbreedingul dă posibilitatea de a obţine caractere valoroase într-o stare homozigotă şi fixarea lor la descendenţi. Pe de o parte, obţinerea liniilor pure de organisme cu proprietăţi dorite poate fi rezultatul final al selecţiei. Pe de altă parte, liniile pure pot fi folosite pentru hibridizarea ulterioară (*amintiţi-vă* experimentele lui G. Mendel) şi selecţia următoare.

Încrucişa*rea neînrudită*, sau ***autbreedingul***, este hibridizarea reprezentanţilor diferitelor linii, soiurilor sau raselor de o singură specie. *Amintiţi-vă*: neînrudite sunt consideraţi indivizii, care nu au strămoşi comuni cel puţin în ultimele şase generaţii.

Încrucişarea neînrudită este efectuată pentru a combina la descendenţi proprietăţile valoroase, caracteristice pentru diferitelinii, rase sau soiuri. După urmările sale genetice autbreedingul este diametral opusă încrucişării înrudite: în cazul

Des. 306. Cucoşii de rasa Phoenix au o coadă lungă, care poate creşte până la 90 cm pe an



Des. 307. Hibridizarea celulelor somatice: 1 – celulele parentale; 2 – etapele primare de fuziune a citoplasmei; 3 – formarea unei celule unice cu două nuclee; 4 – fuziunea nucleelor celulei hibride

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 308. BroilerRedbro: masa găinilor ajunge la 4 kg, cocoşilor – la 7 kg; găinile încep să producă ouă de la vârsta de 4 luni, într-un an găina dă până la 300 de ouă

încrucişării neînrudite la fiecare următoarea generaţie creşte heterozigoţia urmaşilor. La urmaşii, obţinuţi în rezultatul încrucişării neînrudite, deseori se manifestă fenomenul vigorii hibride, sau **heterozisului**.

La indivizii heterozici alelele recesive letale şi subletale trec în stare heterozigotă, datorită cărui fapt influenţa lor nefavorabilă nu se manifestă în fenotip. Afară de aceasta, în genotipul indivizilor hibrizi se pot combina alelele dominante favorabile ale ambilor părinţi. (*Amintiţi-vă*: uneori pentru manifestarea în fenotip a unei anumite variante a caracterului, uneori este necesară interacţiunea alelelor dominante adouă sau mai multe gene nealele).

Un exemplu al fenomenului de heterozis sunt găinile broiler – hibrizii precoci de animale domestice (pui, raţe, iepuri etc.), obţinuţi prin încrucişarea între ei a reprezentanţilor de diferite rase (des. 308).

Heterozisul se manifestă cel mai pronunţat în prima generaţie de hibrizi, iar în următoarele generaţii, în rezultatul segregării caracterelor şi trecerii unor gene în stare homozigotă, efectul vigorii hibrizilor slăbeşteşi până la generaţia a opta se reduce complet. La plante schimbările heterozice ale fenotipului sunt transmise urmaşilor în timpul înmulţirii vegetative şi partenogenetice.

Fenomenul heterozisului este aplicat pe larg în agricultură, deoarece el garantează o sporire considerabilă a recoltei de porumb (cu 20–25 %), ceapă, tomate, castraveţi, vinete, sfeclă de zahăr etc. În zootehnie încrucişarea reprezentanţilor de diferite rase duce la sporirea creşteriişi maturizării sexuale, îmbunătăţeşte calitatea cărnii, laptelui ş. a. În cazul încrucişării raselor de găini ouătoare între ele (de exemplu leghorn cu australorn), productivitatea hibrizilor creşte cu 20–25 ouă pe an.

Hibridizarea îndepărtată – încrucişarea indivizilor de diferite specii, este realizată cu scopul obţinerii unor hibrizi de înaltă productivitate. Cu ajutorul hibridizării îndepărtate sunt obţinuţi hibrizii grâului cu pirul (des. 309, 1) de înaltă productivitate (până la 300–450 c/ha de masă verde) şi curezistenţăla culcare, grâului cu secara, trestiei de zahăr chinezească cu specii sălbatice, ce a dat posibilitatea de a ridica productivitatea de zahăr.

Sunt cunoscuţi hibrizi interspecifici a culturilor fructifere (zmeurei şi murelor, prunelor şi porumbarului, scoruşului şi păducelului siberian etc.). Hibrizii iepei şi asinului (catârii, des. 309, 2) sau a cămilei dromader şi cămilei bactriane se caracterizează printr-olongevitate, forţă şi rezistenţă mai mare.

Memorizăm: ***heterozisul*** este fenomenul, în urma cărui prima generație de hibrizi, obținuți în rezultatul încrucișării neînrudite, are o capacitate vitală și o productivitate sporită în comparație cu părinții.

*Des. 309. Exemple de hibrizi interspecifici la animale şi plante: 1 – hibridul de grâu şi pir; 2 – catârul – hibridul femelei de cal şi masculului de asin; 3 – bester – hibridul, obţinut prin metoda hibridiz*ării îndepărtate*: ajunge până la 170 cm lungime, masa corpului* – până la 30 kg. Acest hibrid *interspecific este fertil: femelele depun până la 300 mii de ouă*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Hibridul morunului şi cegii se caracterizează prin creştere rapidă şi calităţi gustative înalte ale cărnii.

Însă selecţionatorii deseori se confruntă cu problema sterilităţii hibrizilor interspecifici, gameţii cărora, de obicei, nu se maturizează. Astfel mulii nu sunt capabili să se înmulţească; iar la hibrizii iacului (animalului rumegător, care provine din Tibet) şi vitelor cornute mari masculii sunt sterili, iar femelele – fertile.

Termeni şi noțiuni-cheie:

soi, rasă, tulpină, selecție, selecție artificială, hibridizare, heterozis.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Ce este selecția? Care sunt sarcinile selecției contemporane? 2. Ce este raionarea? Pentru ce ea este efectuată? 3. Ce este selecția artificială? Cine este autorul selecției artificiale? 4. De ce depinde efi-ciența selecției artificiale? 5. Ce este hibridizarea? 6. Ce înseamnă hib-ridizare înrudită şi neînrudită şi care sunt urmările lor? 7. Ce înseamnă hibridizarea îndepărtată? Pentru ce ea este aplicată? 7. De ce hibrizii interspecifici deseori sunt sterili?

Chibzuiți

1. Ce este comun şi prin ce diferă mecanismele selecției naturale şi artificiale? 2. De ce pentru să-şi justifice concepția sa selecție naturală, C. Darwin a apelat la practica agricolă şi zootehnică?

§55. PARTICULARITĂȚILE SELECȚIEI ANIMALELOR, PLANTELOR ŞI MICROORGANISMELOR

Amintiţi-vă: ce este poliploidia. Cum ea influenţează asupra fenotipului organismelor? Ce este o altoirea plantelor?

Cercetările arheologice și paleontologice au dat posibilitatea să se descopere faptul, că primele încercări cu succes de a introduce cultura plantele și de domesticire a animalelor au fost efectuate cu 20–30 de mii de ani în urmă. Se crede, că principalele centre de origine a agriculturii au fost cinci regiuni ale lumii: Asia de Sud-Est (Orientul Mijlociu – Valea râurilor Tigru și Eufrat – zonacea mai veche a producție a alimentelor, unde au fost introduse în cultură cel mai mare număr de plante și și domesticite cel mai multe animale); China (valea râurilor Yangtze și Huanghe); America Centrală (teritoriul Mexicului modern și regiunilor vecineei din America Centrală); America de Sud (Anzii din America de Sud); estul Americii de Nord. Majoritatea acestor regiuni se deosebeau prin cea mai mare varietate de plante și animale sălbatice, potrivite pentru utilizare în agricultură.

Particularităţile selecţiei plantelor? ***Centrele de origine şi de diversitate a plantelor de cultură*** au fost cercetate de M. I. Vavilov (fig. 310). Sub conducerea lui, în anii 20–30 ai secolului al XX-lea au fost organizate numeroase expediţii în diferite colţuri ale planetei noastre. Ele au constatat, că pentru fiecare specie de plante de cultură există centrul ei de diversitate, unde au fost înregistrate cele mai multe forme de soiuri şi forme ale lor.

Pe scurt despre principalul

Selecția este ştiința despre bazele teoretice şi metodele de creare a noilor soiuri de plante, rase de animale şi tulpini de microorganisme, adaptate la cerințele moderne ale agriculturii şi industriei, precum şi îmbunătățirea celor existente. Baza teoretică a selecției reprezintă rezultatele cercetărilor genetice şi învățătura despre selecția artificială.

Selecția artificială este alegerea de către om a celor mai valoroase din punct de vedere economic animale, plante, microorganisme pentru a obține de la ele descendenți cu trăsături dorite.Selecția artificială poate fi în masă şi individuală.

În selecție sunt aplicate diferite forme de hibridizare: intraspecific (care poate fi înrudită şi neînrudită) şi interspecifică (numită şi îndepărtată). Drept urmare a hibridizării neînrudite sau îndepărtate poate fi fenomenul vigorii hibride – heterozisul.

Des. 310. ***Mikola Ivanovici Vavilov*** *(1887–1943) – celebru genetician şi selecţionator*

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

E interesant să știm

Datorită expedițiilor M. I. Vavilov a adunat o colecție de semințe unică de aproximativ 1600 de specii de plante, care au fost folosite pentru lucrul de selecție. Legăturile de rudenie ale plantelor de cultură de ecartament şi speciilor sălbatice sunt determinate pe baza analizei trăsăturilor cariotipului şi a altor caracterelor, în primul rând datorită cercetărilor molecular-genetice, biochimice si fiziologice.

Des. 311. Laleaua Schrenkeste una dintre cele mai frumoase specii de lalele. În Ucraina ea se întâlneşte în regiunile de sud-est, mai des în Crimeea. Este inclusă în Cartea Roşie a Ucrainei

Savantul a ajuns la concluzia: centrele de diversitate a plantelor de cultură sunt totodată şi regiunile originii lor (tabelul 8).

Plantele de cultură aparţin la mai mult de 25 mii de specii. Savanţii consideră, că printre primii au fost introduşi în cultură porumbul, dovleacul, palmierul de cocos, ceapa, mazărea de grădină, orzul, grâul, orezul. N-au fost găsiţi în natură strămoşii sălbatici a unor plante de cultură (de exemplu, a cepii), alţii până în prezent sunt răspândiţi în ecosistemele naturale (de exemplu, varza şi morcovul sălbatici). Unele plante de cultură au fost obţinute datorită hibridizării îndepărtate (de exemplu, rapiţa – hibridul obţinut de la încrucişarea verzei şi crucăţelei).

Deşi agricultura pe teritoriul Ucrainei se dezvoltă pe parcurs de peste 5 mii de ani, practic toate plantele de cultură cultivate aici, sunt aduse din alte ţări. Numai o singură specie de pe teritoriul Ucrainei actualea fost domesticit de tătari pe vremurile hanatului Crimeii, aceasta este tipică pentru zo-na de stepă laleaua Schrenk (des. 311). Prin Turcia, ea a ajuns în Europa şi, începând de la sfârşitul secolului al XVI-lea drepte lider în selecţia soiurilor decorative de lalele a devenit Olanda.

În Ucraina funcţionează multe centre de selecţie a plantelor. Unul dintre cele mai renumite din lume este Institutul de Grâu Mironovskiy (Regiunea Kiev), care mult timp a fost condus de proeminentul selecţioner academician ucrainean V. M. Remeslo (des. 312). Acum acest institut poartă numele lui.

În selecţia plantelor se pot folosi diferite forme de selecţie artificială (atât în masă, cât și individuală). Pentru a ridica di-

Tabelul 8

Centrele de diversitate şi de origine a plantelor de cultură, după M. I. Vavilov
(nu pentru memorizare)

Denumirea centrului	Localizarea	Care specii provin
Sud-Asiatic tropical	India, Indochina, China de Sud, insulele din Asia de Sud-Est	Castraveți, câteva specii de citrice şi banane, orez, trestia de zahăr
Est-Asiatic	China Centrală şi de Est, Japonia, Coreea, Taiwan	Soia, hrişcă, ridiche, mere, pere, prune, dude, câteva specii de mălai
Sud-Vest Asiatic	Asia Mică şi Mijlocie, Caucazul, Iranul, Afganistan, India de Nord-Vest	Mazăre, linte, morcov, ceapă, bumbac, in, struguri, zarzări, migdal, nuc, câteva specii de grâu moale, secară, orz şi ovăs
Mediteraneean	Țărmul Mării Mediteraneene	Sfeclă de zahăr, varză, măslin, trifoi, lupin
Abisinian	Podişul Abisinian, sudul peninsulei Arabe	Grâu dur, sorgul, specie deosebită de banane
Central-American	Mexicul de Sud şi insulele Mării Caraibelor	Porumb, ardei roşu, dovleac, tutun, cacao, bumbac cu fibre lungi, floarea-soarelui
Sud-American	Parteamunților Anzi de-a lungul țărmului Americii de Sud	Cartofi, roşii, arahide, ananas, arbore de chinină

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

versitatea materialului inițial pentru selecţia plantelor sunt aplicate diferite forme de hibridizare împreună cu utilizarea mutagenelor artificiali.

Hibrizii interspecifici a plantelor sunt adesea sterili, dar ei pot fi înmulţiţi vegetativ sau este depăşită sterilitatea prin dublarea numărului de cromozomi la hibrizi. S-au creat soiuri poliploide de înaltă productivitate de diferite plante de cultură: cartofi, căpşuni, sfeclă de zahar, hrişcă, in, pepene verde, grâu moale, secara, porumb, mei si altele.

În selecţie pe larg este aplicată ***altoirea*** (des. 313) – o metodă deosebită de unire artificială a pârţilor diferitor indivizi. Partea plantei, cu care este altoită, se numeşte *altoi,* iar planta, pe care se aplică altoiul – *portaltoi.*

Altoirea se deosebeşte de hibridizarea adevărată prin faptul, că duce numai la schimbări modificative ale fenotipului-individului altoit, fără să schimbe genotipul ambelor plante. Altoirea este efectuată cu scopul intensificării schimbărilor dorite ale fenotipului prin unirea proprietăţilor altoiului şi portaltoiului, precumşi pentru extinderea lor pe tot organismul nou-creat. De exemplu, altoirea pe un copac sălbatic a lăstarilor de pomi fructiferi de înaltă productivitate asigură combinarea calităţilor gustative înalte ale altoiului cu rezistenţa la ger a portaltoiului).

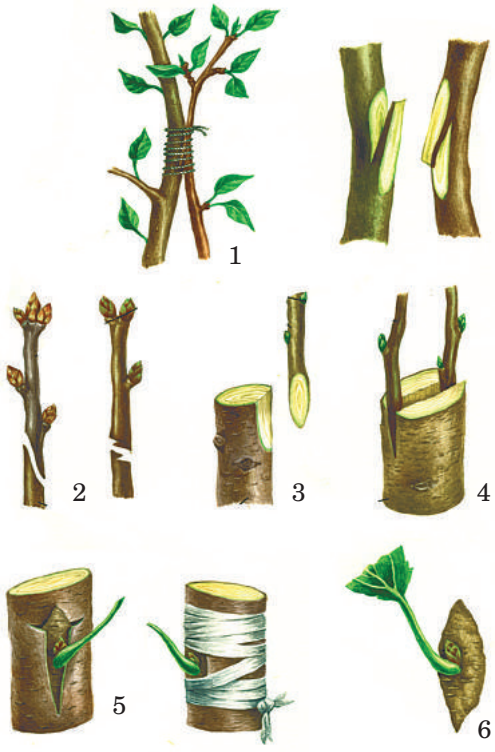
Particularităţile selecţiei animalelor. ***Raioanele de domesticire şi origine ale raselor de animale domestice*** de obicei sunt legate de centrele vechi ale agricultură (vezi tab. 9), dar de stabilit exact aceste locuri este cu mult mai complicat, decât în cazul plantelor de cultură. Aceasta se explică prin faptul, că animalele sunt capabile la deplasare activăşi că arealul lor în decursul dezvoltării istorice se schimbă. La animalele domestice au avut loc schimbări considerabile în structura, funcţiile vitale, dezvoltarea individuală, comportare. De aceea majoritatea din ele nu pot exista fără de susţinerea omului.

Tabelul 9

Strămoşii unor animale domestice

Animale domestice	Strămoşii lor
Câinele	Lupul
Pisică domestică	Pisica sălbatică
Oaia	Muflonul
Calul	Tarpanul
Vitele cornute mari	Bou sălbatic – bourul
Porcul	Mistreţul
Găinile domestice	Găina bankivă sălbatică
Rață domestică	Rață mare sălbatică
Gâşte domestice	Gâscă de vară sălbatică
Curcă domestică	Curcă americană sălbatică
Crapul	Craul sălbatic

Des. 312. ***Vasyli Remeslo*** *(1907–1983). Sub conducerea lui au fost create 20 de soiuri de grâu, care sunt cultivaţi în multe ţări. Cel mai faimos este soiul „Myronivska-808”, care este considerat o capodoperă a selecţiei mondiale*



Des. 313. Formele de altoire: 1 – prinapropiere; 2 – prin copulaţie; 3 – în despicătură; 4 – prin lipire, 5 – oculaţia, (6 – ochi)

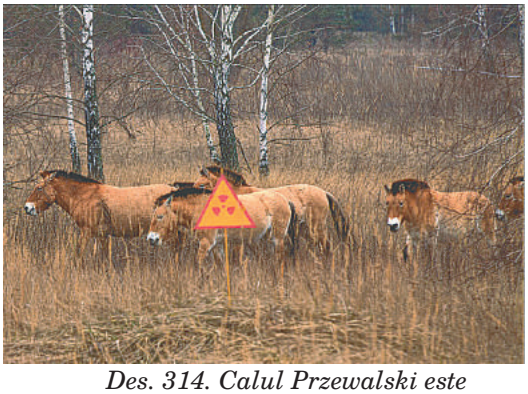
Memorizăm: descoperirea centrelor de diversitate a plantelor de cultură l-ea demonstrat savanţilor să afle, unde trebuie de căutat material genetic diversificat inițial pentru munca de selecție.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Memorizăm: hibrizi obținuți prin altoire trebui permanent să fie menținute, efectuând altoiri periodic repetate, în caz contrar degenerarea (revenire la formele sălbatice originare) a soiuluieste inevitabilă.

E interesant să știm

Calul sălbatic lui Przewalski (des. 314), care s-a păstrat aproape exclusiv pe teritoriile fondului natural de rezervă, nu este strămoşul direct al calului: ei un set diferit de cromozomi (respectiv 66 şi 64). Tarpanul şi calul lui Przewalski sunt considerați de majoritatea cercetătorilor ca subspecii diferite ale calului sălbatic. Din 1998, caii lui Przewalski au fost aduşi în zona de alienație a centralei nucleare de la Cernobîl. Acolo, aceste animale s-au adaptat, numărul lor se apropie de o sută. Aceasta este una dintre cele mai mari populații ale calului lui Przewalski din lume.



Des. 314. Calul Przewalski este în prezent unica specie existentă de cai sălbatici

Printre primele, cu 10–15 mii de ani în urmă, în câteva raioane din Eurasia a fost domesticit câinele domestic, care la început era folosit pentru apărare şi ca ajutor la vânătoare.

Aproximativ cu 6 mii de ani în urmă pe teritoriul Egiptului pentru apărarea de rozătoare a rezervelor de cereale a fost domesticită pisica domestică.

Unele din primele animale domesticite, îmblânzite cu circa 8-10 mii de ani în urmă, au fost oile şi caprele. Oieritul a apărut în zonele muntoase ale Orientului Apropiat, Greciei, Caucazului, Asiei Mici şi Mijlocii. La cele mai vechi obiecte de creştere a animalelor se asemenea aparţine şi porcul (porcul sălbatic – mistreţul – a fost domesticit acum 10 mii de ani) şi vitele cornute mari (acum 8 mii de ani). Drepte strămoş al vitelor a fost bourul sălbatic, care a trăit pe teritoriul zonelor de silvostepă şi stepă din Eurasia şi Africa de Nord (ultimul animal din această specie a fost omorât în 1627 în Polonia). Se consideră, că el a fost domesticit în Asia de Sud-Vest şi Africa de Nord.

La cele mai importante animale domestice aparţine şi calul. Strămoşul lui a fost calul sălbatic – tarpanul, care a fost domesticit acum de 6 mii de ani în zona de stepă a teritoriului Ucrainei actuale. Calul, care a fost iniţial domesticit pentru piele, carne şi lapte, a devenit ulterior principalul mijloc de transport.

Iepurele de casă, care este acum crescut în întreaga lume pentru carne şi blană, a fost domesticit cu mai mult de 2 mii de ani în urmă în regiunile sudice ale Europei. Strămoşul lui este iepurele de vizuină – el şi acum se întâlneşte în regiunile sudice ale Ucrainei (a fost adus încolo în secolul al XIX-lea). Au fost domesticite şi sunt crescute de om şi astfel de animale pentru blană, canurca, sobolul, vulpea, vulpea polară, nutria, ondatra.

O ramură importantă a zootehniei în Ucraina este creşterea porcilor. Strămoşul porcului este mistreţul, care şi în prezent este comun în natură (des. 315, 1). Se consideră, că domesticirea porcilor a început cu aproximativ 13 mii de ani în urmă în Orientul Mijlociu, de unde ei au ajuns pe teritoriul Europei. Astăzi numărul de porci domestici de pe planeta noastră este aproximativ de 1 mld de indivizi, aparţinând la mai mult de 100 de rase diferite. În Ucraina sunt răspândite astfel de rase, ca mare albă, de stepa ucraineană albă, Mirgorod, ucraineană de stepă pestriţă etc. (des. 315, 2–4).

Omul a domesticit şi multe specii de păsări. Astfel, găinile domestice provin de la găinile bankive sălbatice, domesticite cu 5–6 mii de ani în urmă, pe teritoriul Asiei de Sudşi de Sud-Est. Triburile indiene din America Centrală au domesticit aproximativ 5 mii de ani în urmă alţi reprezentanţi ai familiei Galiformelor: curca (strămoşul – curca sălbatică), care sunt crescute, la fel ca şi găinile, pentru carne, ouă şi puf. Raţa domestică provine de la raţă mare sălbatică, răspândită în emisfera nordică. Diferitele rase de rapiţe domestice (ucraineană, de Moscova etc.) sunt crescute pentru carne şi ouă. Aproximativ simultan cu raţa (aproximativ cu 4 mii de ani în urmă) cu acelaşi scop omul a domesticit gâsca de vară sălbatică. Porumbelul a fost domesticit pentru carne, şi un anumit timp el a fost folosit pentru a transporta corespondenţă („porumbel voiajor”). Acest lucru a fost condiţionat de capacitatea porumbeilor de a găsi casa sa: ei erau luaţi în călătorie, şi dacă apărea necesitatea, de piciorul porumbelului era legată scrisoarea, cu care el se întorcea acasă. Numeroase rase de porumbei (decorative, poştale şi de carne) provin de la porum-

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Fig. 315. Mistreţul (1) şi rasele de porci domestici: 2 – durocjersey; 3 – berkshire; 4 – ucraineană destepa albă

belul de stângă, care locuieşte în zonele muntoase temperate ale Eurasiei şi Africii de Nord.

În prezent sunt artificial înmulţite şi alte specii de păsări – prepeliţe, potârnichile, fazanii etc.

Multe rase de peşti de aur decorativi au fost obţinute în China de la carasul argintiu cu aproximativ 5 mii de ani în urmă. Strămoşul diferitor rase de crap (oglindă, ucrainean, ropşinsky etc.) a fost crapul sălbatic, care astăzi trăieşte în apele dulcicole ale Eurasiei.

Cu circa 5 mii de ani în urmă în China a apărut o nouă ramură de producţie – creşterea viermilor de mătase, iar în regiunile tropicale şi subtropicale ale Eurasiei – apicultura (des. 316). Viermele de mătase şi albina-meliferă în stare sălbatică nu sunt cunoscuţi, însă albinele deseori sălbătăcesc. Introducerea în cultură a noilor specii de plante sălbatice şi domesticirea animalelor este un proces care durează până în prezent.

O particularitate a selecţiei animalelor este faptul, că animalele domestice se înmulţesc numaipe cale sexuată, iar înmulţirea vegetativă a hibrizilor interspecifici sterili este imposibilă. În selecţia animalelor aproape că nu se aplică selecţia în masă, deoarece numărul urmaşilor este neînsemnat şi de aceea fiecare individ are o mare valoare.

În selecţia animalelor este aplicată hibridizarea înrudită (pentru obţinerea unor anumite gene în starea homozigotă), precum şi hibridizarea neînrudităşi îndepărtată (pentru obţinerea noilor rase). Pelarg este folositşi fenomenul heterozisului. De exemplu, încrucişând porci de rasele durocjerseyşi berkshire, se obţin urmaşi precoci, care în mai puţin de un an ating o masă considerabilă (până la 300 kg) (vezi des. 315, 2, 3).

Practic caracterele ereditare preţioase pot să nu se manifeste în fenotipul indivizilor unui anumit sex. De exemplu, la masculii vitelor cornute mari nu se manifestă astfel de caractere, ca productivitatea de lapte şi cantitatea de grăsime în lapte, iar la cocoşi – productivitatea de ouă. De aceea pentru evidenţierea unor asemenea proprietăţi se aplică ***metoda determinării calităţilor reproducătorului după proprietăţile urmaşilor***. În cazul dat este comparată productivitatea urmaşilor de sex opus a reproducătorului (de exemplu, vacilefiice de la acelaşi taur) cu caracterele medii pentru rasă. De la sfârşitul sec. XX în selecţia animalelor tot mai des este aplicată clonarea (mai detaliat această metodă va fi examinată în §58).

Selecţia microorganismelor. Microorganismele (procariotele şi unele eucariote microscopice, de exemplu, drojdiile) sunt folosite pe larg în industria alimentară, microbiologică, vinificaţieşi în alte ramuri, pentru combaterea biologice a dăunătorilor. Ele au mai multe particularităţi, de care trebuie să se tina cont în munca de selecţie. Înprimul rând, hibridizarea pentru majoritatea speciilor de microorganisme este

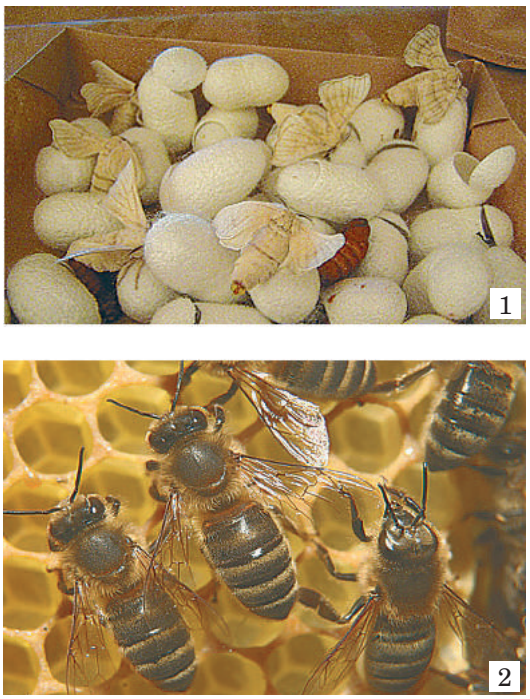


Fig. 316. Coconii şi fluturii viermilor de mătase (1) şi albina meliferă (2) – nevertebrate domestice; omul a produs multe rase a acestor insecte

E interesant să ştim

Unul dintre selecționatorii renumiți, a cărui activitate era legată cu Ucraina, a fost academicianul Mihail Ivanov (1871–1935). După inițiativa lui în 1925 a fost înființată o stația de selecție Askania-Nova (regiunea Herson), în prezent – Institutulde creştere a animalelor din regiunile de stepă numite în cinstea lui M. F. Ivanov – Centrul ştiințific național de genetică şi selecție al oviculturii. M. F. Ivanov a obținutastfel de rase, ca rasa ascaniană de oi de lână subțire şi rasa ucraineană de stepă albă de porci.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Pe scurt despre principalul

Selecția diferitelor grupuri de ființe vii (animalelor, plantelor, microorganismelor) are anumite diferențe legate cu particularitățile lor biologice.

V. I. Vavilov a stabilit centrele de origine şi de diversitatea plantelor de cultură, care sunt, în acelaşi timp, şi regiuni de origine. Regiunile de domesticire şi originea raselor de animale domestice sunt legate de centrele vechi ale agriculturii.

E interesant să știm

Pentru prima dată, termenul „biotehnologia” a fost folosit de inginerul ungar Karoly Ereky în 1917 pentru a descrie procesul de creştere a porcilor. K. Ereky a propus să fie utilizată sfeclă de zahăr (***materie primă***) ca hrană pentru porci (***biotransformare***) pentru obținerea cărnii lor ieftină (***produsul final***).

imposibilă din cauza lipsei procesului sexual. De aceea pentru a ridica diversitatea materialului inițial este efectuată mutageneza artificială, iar apoi sunt aleşi cei mai productivi urmaşi, folosiţi mai departe în munca de selecţie; de asemenea, sunt aplicate metodele ingineriei genetice şi celulare.

Multe procariote au un set haploid de gene – o singura moleculă inelară de ADN, deci mutaţiile se manifestă în prima generaţie de descendenţi. Datorită nivelului ridicatde reproducere se poate obţine rapid o cantitate potrivită de „mutanţi” cu anumite proprietăţi. Cu ajutorul viruşilor-bacteriofagi este posibil de a transfera informaţia ereditară dintr-o celulă bacteriană în alta, combinând în mod artificial materialul ereditar al celulelor din diferite tulpini sau specii (despre metodele de inginerie genetică veţi afla din § 58).

Termeni şi noțiuni-cheie:

altoirea plantelor, metoda determinării calităților reproducătorului după proprietățile urmaşilor.

Verificați-vă cunoştințele obținute

1. Ce metode sunt aplicate în selecția plantelor? Care sunt particularitățile lor? 2. Pentru ce este efectuată altoirea plantelor? 3. Cum se poate de ridicat nivelul de diversitate a materialului inițial în selecția plantelor? 4. Care sunt particularitățile selecției animalelor comparativ cu selecția plantelor? 5. Ce reprezintă determinarea calităților reproducătorului după proprietățile urmaşilor? 6. Pentru ce este efectuată selecția microorganismelor şi care sunt particularitățile ei?

Chibzuiți

Prin ce poate fi lămurit faptul, că regiunile de domesticire şi origine a animalelor domestice de obicei coincid cu centrele vechi de origine ale plantelor de cultură?

§ 56. REVIZUIREA BIOTEHNOLOGIILOR TRADIȚIONALE

Amintiţi-vă, ce sunt enzimele, interferonul, vitaminele, antibioticele. Care este rolul râmelor în procesele de formare a solului? Care sunt metodele biologice de combatere a speciilor dăunătoare?

Biotehnologia (din greacă *bios* – viaţă, *tehne* – artă, şi logos – învăţătură) este o totalitate de metode industriale, în care sunt folosite organisme vii sau procese biologice. Biotehnologia a apărut la interacţiunea ştiinţelor biologice, chimice şi ingineriei. Sarcina acestei ştiinţe este rezolvarea problemelor actuale ale omenirii: asigurareaei cu produse alimentare, cu surse de energie, cu medicamente, conservarea şi îmbunătăţirea mediului înconjurător.

Procesele biochimice din cele mai vechi timpuri sunt utilizate pentru obţinerea diverselor substanţe şi produse alimentare (brânzeturi, produse lactate, produse de patiserie, berii etc.), dar termenul „biotehnologia”, în sensul curent a fost propus doar în anii 70 ai secolului al XX-lea.

Utilizarea unor procese biotehnologice în care microorganismele sunt implicate în scară industrială poate fi ilustrată schematic (des. 317).

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Este dificil de supraestimat rolul biotehnologiei pentru păstrarea sănătăţii. Datorită biotehnologiei au fost create multe preparate medicale eficiente (antibiotice, vitamine, aminoacizi, hormoni etc.) şi compuşi biologic activi, preparate pentru diagnosticarea precoce a bolilor.

Sunt utilizatetulpini de înaltă eficienţă de microorganisme, care permit să se mărească producţia de alimente de înaltă calitate (lapte, brânză, bere) şi hrana pentru animale (siloz, drojdie furajeră) şi altele. Selecţionatorii au creat tulpini de ciuperci capabile să sintetizeze proteine din deşeuri agricole, produse petroliere, precum şi tulpini de bacterii, care pot elimina compuşii de metale rare şi preţioase din minereuri şi deşeuri industriale. Bacteriile le consumă din mediu şi le acumulează în celulele lor. Microorganismele produc majoritatea acidului citric alimentar.

În ultimii anibiotehnologia este tot mai larg utilizată pentru a produce biocombustibil. ***Biocombustibilul*** reprezintă materiale organice, pe care oamenii le folosesc pentru obţinerea energiei (lemn, produse agricole, alcooli etc.).

Avantajele biocombustibilului faţă de sursele tradiţionale de energie (petrol, gaz natural, cărbune etc.) constau în faptul, că el este un exemplu de sursă regenerabilă de energie. Biocombustibilul este complet biodegradabil şi, prin urmare, nu poluează mediul înconjurător. În ultimul timpdrept materie primă pentru utilizarea biocombustibilului sunt astfel de culturi agricole ca porumbul şi soia (în SUA), inul şi rapiţa (în Europa), trestia de zahăr (în America de Sud), uleiul de palmier (Asia de Sud-Est). Cu ajutorul microorganismelor deşeurile menajere şi industriale pot fi transformate în biogaz.

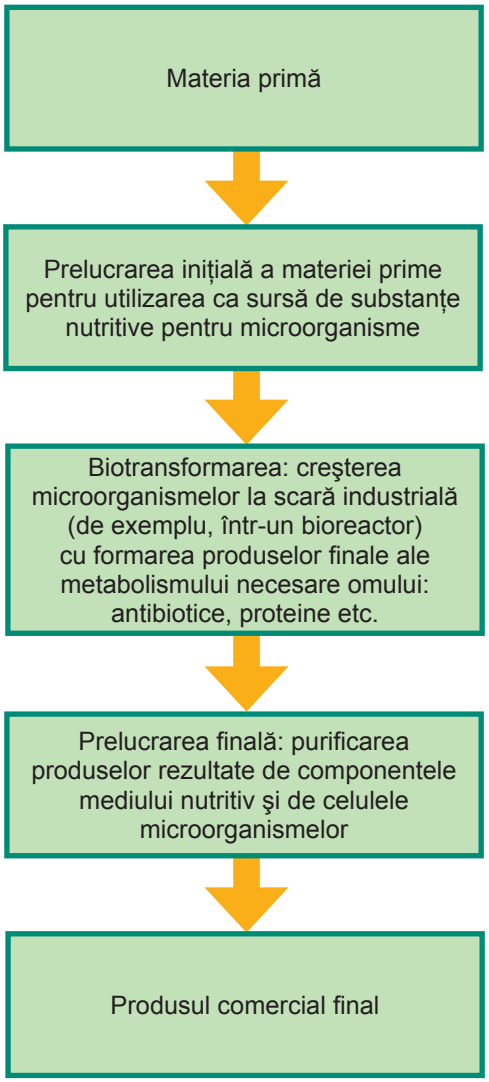
Metodele biotehnologice sunt folosite pentru purificarea mediului, inclusiv a apelor şi solurilor de poluarea menajeră şi industrială. Ele se bazează pe capacitatea bacteriilor heterotrofe şi ciupercilor să descompună substanţe organice. Tulpinile create artificial descompun substanţele rezistente la distrugerea de către microorganisme naturale.

Pentru purificarea apelor uzate şi bazinelor naturale este utilizată capacitatea anumitor specii de bacterii, alge, animale unicelulare să acumuleze anumiţi compuşi în celulele sale.

Cu ajutorul diferitor grupe de microorganisme pot fi purificate solul, apele uzate de diferiţi poluanţi, inclusiv şi de pesticide. *Amintiţi-vă*: ***pesticide*** sunt compuşi chimici utilizaţi pentru combaterea speciilor dăunătoare de organisme (speciilor parazitare, buruienilor, speciilor capabile să dăuneze depozitelor de produse alimentare, materialelor de construcţie, diverselor mărfuri, transmiţătorilor agenţilor patogeni a bolilor periculoase a omului, animalelor domestice şi plantelor de cultură etc.).

În deşeurile industriei alimentară şi resturile de produse alimentare rămâne o mulţime de compuşi utili pentru om. Să le dobândească de asemenea ajută metodele biotehnologice.

Tulpinile de microorganisme, precum şi populaţiile artificiale de anumite specii de nematode parazitare, acarieni şi insectesunt utilizate în ***metoda biologică de combatere*** a dăunătorilor în agricultură şi silvicultură, a artropodelor, care sunt paraziţi a animalelor domestice şi a oamenilor, precum şi a speciilor de animale hematofage.



Des. 317. Etapele principale ale procesului biotehnologic: de la prelucrarea iniţială a materiei prime până la obţinerea produsului final purificat

E interesant să știm

Biocombustibil este considerat orice combustibil, în care conținutul de produse obținute de la organismele vii nu este mai mic de 80% din volumul lui.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 318. Este utilizat pe scară largă pentru reciclarea compostului (1) (amestecului de resturi de plante şi gunoi de grajd) un reprezentant al râmelor – esenia mirositoare (denumire industrială este viermele roşu de California) (2). Rezultatul activităţii eseniei este producţia de îngrăşăminte foarte eficiente – biohumusului (3).

O condiţie necesară pentru utilizarea organismelor în metoda biologică de combatere a speciilor dăunătoare pentru omeste siguranţa lor pentru alte organisme. Aplicarea acestor metode reduce nivelul de poluare a mediului cucompuşi dăunători pentru sănătatea omului şi animalele domestice.

La fermele mari şi fabricile avicole larvele diferitor specii de muşte, datorită tehnologiilor speciale, sunt folosite la prelucrarea rapidă a baligii animalelor.

Aceste produse de prelucrare sunt utilizate ca îngrăşăminte; iar larvele bogate în proteine sunt omorâte cu abur de apă fierbinte şi adăugate la furaje în stare proaspătă sau uscată şi măcinată; acest fapt considerabil sporeşte creşterea biomasei animalelor domestice. În mod similar, pentru prelucrarea resturilor organice, se folosesc câteva specii de râme, de exemplu **viermele roşu de Californian** (denumirea ştiinţifică este **eisenia mirositoare**). Rezultatul activităţii eseniei este crearea unui îngrăşământ foarte eficient – biohumusului. Cu ajutorul selecţiei sunt obţinute forme foarte productive poliploide ale acestor animale (des. 318).

Domeniile industriei, în care sunt utilizate procesele biotehnologice, sunt prezentate în tabelul 10.

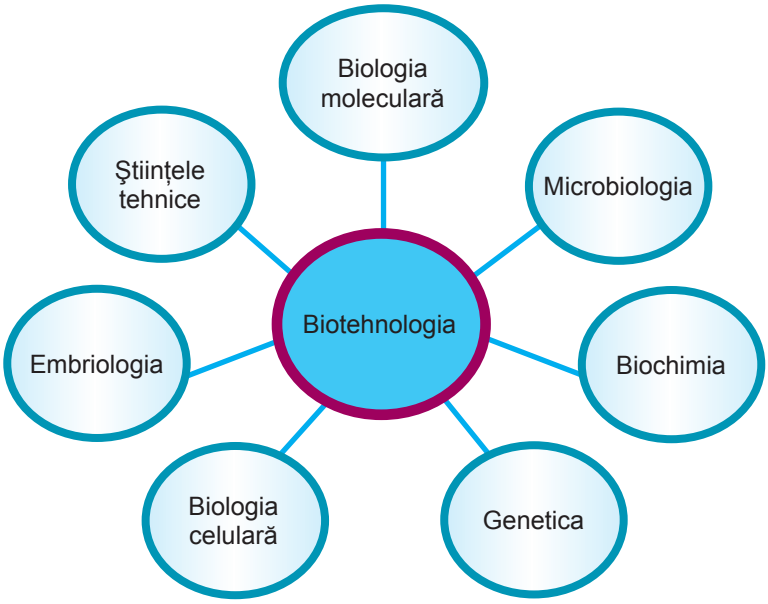
Astfel, în cercetările sale, biotehnologia interacţionează cu diferite ştiinţe (des. 319).

Tabelul 10

Aplicarea biotehnologiilor în gospodăria oamenilor

Tehnologia	Ramura economiei				
	Ocrotirea sănătății	Industria alimentară	Agricultura	Energetica	Industria chimică
Fermentația	Fermenți, vitamine, aminoacizi, preparate de diagnosticare	Acidul citric, fermenți, biopolimeri, vinificație, fabricarea berii	Preparate biologice pentru lupta cu speciile de dăunători	Compuşi energetici (etanol, biogaz etc.)	Etilenă, acetonă, butanol etc.
Ingineria genetică	Interferoni, hormoni, vaccinuri		Preparate biologice pentru lupta cu speciile dăunătoare		
Ingineria celulară (cultura de celule şi țesuturi)	Interferoni, vaccinuri, anticorpi	Proteine furajere	Clonarea animalelor domestice		

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 319. Biotehnologii folosesc rezultatele cercetărilor diferitor ştiinţe

În activitatea sa biotehnologii folosesc diferite tipuri de sisteme biologice: viruşi, microorganisme, organisme multicelulare, liniile lor celulare etc. Destul de des aceste sisteme biologice sunt supuse modificărilor genetice: materialul lor ereditar este schimbat (despre acest lucru se va vorbi în § 58). Obiectul clasic utilizat în biotehnologie este bacteria bacilul intestinal. Această bacterie intră în compoziţia microflorei normale a intestinului omului, dar se întâlneşte şi în afara lui – în sol şi în bazinele de apă.

În procesele biotehnologice se utilizează ***culturi celulare*** – grupuri de celule genetic omogene, care sunt întreţinute în anumite condiţii pe mediul nutritiv artificial. Datorită culturilor celulare omul poate obţine astfel de substanţe biologic active preţioase ca hormonii, antibioticele, interferonii, vitaminele.

Principalele direcţii de cercetare în biotehnologia modernă sunt: dezvoltarea principiilor ştiinţifice pentru crearea biotehnologiilor noi, folosind metodele biologiei moleculare, ingineriei genetice şi celulare; obţinerea şi utilizarea biomasei de microorganisme şi produselor de sinteză microbiologică.

Termeni şi noţiuni-cheie:

biotehnologia, culturile celulare, pesticidele, metodele biologice de combatere, biocombustibil.

Verificaţi-vă cunoştinţele obţinute

1. Ce este biotehnologia? 2. Care sunt sarcinile biotehnologiei? 3. Cu care ştiinţe biologice interacţionează biotehnologia? 4. Care sunt etapele principale ale procesului biotehnologic? 5. Ce legătură are biotehnologia cu conservarea şi îmbunătăţirea stării mediului?

Chibzuiţi

Ce perspective în viitor le deschide pentru omenire aplicarea biotehnologiilor?

E interesant să ştim

Calculând numărul celulelor de bacil intestinal într-un anumit volum de apă, este determinată puritatea ei: cu cât numărul lor este mai mare, cu atât conţinutul substanţelor organice în apă este mai ridicat şi cu atât ea este mai poluată.

Memorizăm: biotehnologia este un complex al diferitor ştiinţe şi mijloace tehnice, orientate la utilizarea diferitor sisteme biologice (virusurilor, bacteriilor, eucariotelor unicelulare şi pluricelulare) pentru obţinerea unui produs comercial, care poate să prezinte atât organisme, cât şi produsele lor metabolice (enzime, interferoni, antibiotice, vitamine etc.).

Pe scurt despre principalul

Biotehnologia este un set de metode industriale, în care sunt utilizate organismele vii sau procese biologice. A apărut ca rezultat al interacţiunii ştiinţelor biologice, chimice şi tehnice. Biotehnologia trebuie să rezolve problemele actuale ale omenirii moderne: asigurarea ei cu alimente, surse de energie, păstrarea sănătăţii, conservarea şi îmbunătăţirea stării mediului ambiant.

În activitatea sa biotehnologii folosesc diferite tipuri de sisteme biologice: virusuri, microorganisme, organisme pluricelulare, liniile lor celulare etc. Destul de des aceste sisteme biologice sunt supuse modificărilor genetice: materialul lor ereditar este schimbat. În procesele biotehnologice adesea sunt utilizate culturile celulare – grupuri de celule genetic omogene, care sunt întreţinute pe mediul nutritiv artificial în anumite condiţii.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Memorizăm: metodica ADN-ului recombinant este legată de transferul materialului genetic (moleculei de acid nucleic) de la un organism la altul.

.

E interesant să știm

În celulele eucariotelor, de exemplu, ale plantelor, moleculele de ADN pot fi introduse şi fără transmiţători, de exemplu, cu ajutorul unui ac din sticlă (microinjecție de ADN). Moleculele de ADN şi cromozomi întregi, de asemenea, sunt introduşi cu ajutorul *lipozomilor.* Acestea sunt nişte sfere cu diametrul de circa 100 nm, înconjurate cu un strat dublu de lipide. Molecula de ADN este situată în interiorul lipozomului, iar acesta este introdus în celulă. Sfera lipidică apără ADN-ul de descompunerea de către fermenții celulei.

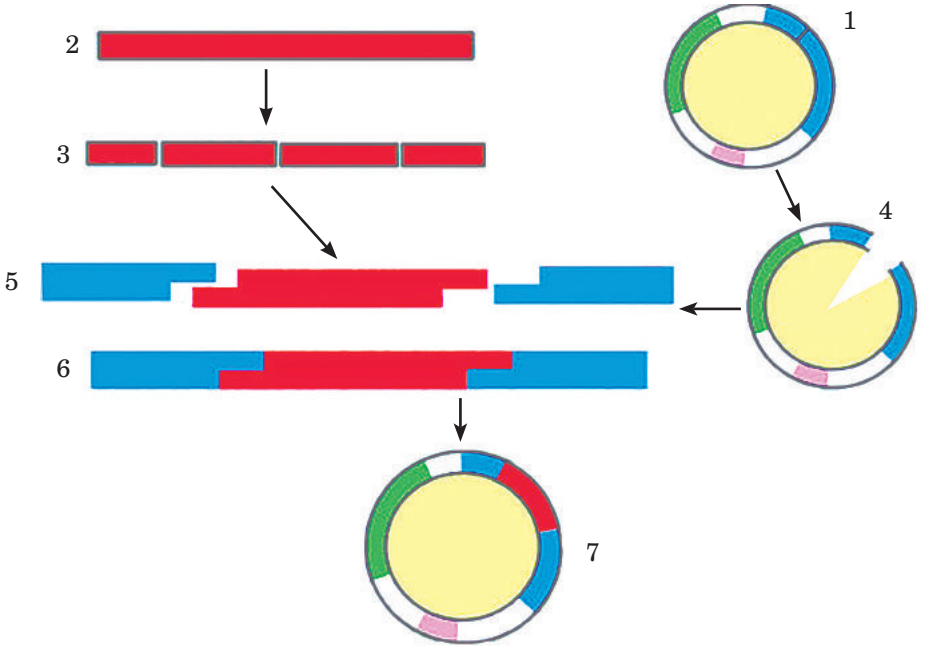
§57. INGINERIA GENETICĂ (GENICĂ). ORGANISMELE MODIFICATE GENETIC

Amintiţi-vă metodele de intervenţie în materialul ereditar al diferitor organisme. Ce reprezintă materialul ereditar al bacteriilor? Ce sunt recombinaţiile? Care sunt sursele lor? Ce este genomul, plasmida, codonul şi anticodonul? Ce este terapia genică şi diagnosticarea moleculară a bolilor ereditare?

Sarcinile ***ingineriei genice (genetice)*** sunt dezvoltarea şi îmbunătăţirea metodelor de reconstruire a genomului organismelor prin eliminarea sau introducerea unor gene aparte sau a grupurilor de gene. Procesele biotehnologice moderne se bazează adesea pe metodele ingineriei genetice – obţinerea ADN-ului recombinant. Drept molecule ***recombinante*** de ADN se subînţeleg molecule formate prin combinarea a două sau mai multe fragmente de ADN, izolate din diferite surse (des. 320).

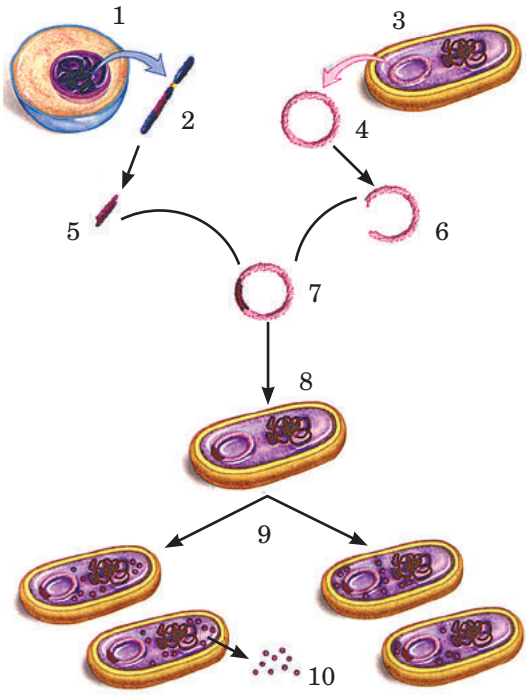
În calitate de transmiţători (vectori) ai genelor sintetizate sau eliminate sunt folosite virusurile şi plasmidele (moleculele inelare sau liniare de ADN, situate în citoplasmă în afara zonei nucleare a celulei bacteriene). Din genomul, care conţine o anumită genă, este izolată o moleculă de ARN-m, pe care se sintetizează catena complementară de ADN. Astfel apare complexul ADN-ARN, din care ARN-m este eliminată, iar pe catena de ADN, ce rămâne, după principiul complementarităţii este sintetizată a doua catenă. Ea este incorporată în molecula de ADN a plasmidei, care serveşte drept transmiţător.

După o altă metodică molecula de ADN este împărţită în fragmente separate. Apoi aceste fragmente sunt combinate cu molecula vectorială de ADN transformată din timp în moleculă liniară. În acest mod fragmentele nimeresc în interiorul celulei, se desprind de transmiţător şi se fixează pe molecula de ADN a organismului gazdă. În timpul transferului dintr-o celulă eucariotă în alta a cromozomilor metafazici, ei de obicei se împart în fragmente, unele din care dispar, iar altele se încorporează în cromozomul celulei-gazde.



Des. 320. Tehnologia formării moleculei recombinante de ADN: 1 – plasmida izolată din celula bacteriei; 2 – moleculă de ADN, fragmentul căreia reprezintă interes pentru cercetători; 3 – cercetătorii cu ajutorul enzimei împătresc molecula de ADN în fragmente; 4 – cu ajutorul enzimei corespunzătoare este tăiată plasmidă; 5 – din molecula de ADN cu ajutorul enzimelor este izolat fragmentul; 6 – fragmentul moleculei de ADN este introdus în plasmidă (atrageți atenţia, că în timpul introducerii a fragmentului de ADN sunt folosite capetele complementare ale acestei molecule şi ale plasmidei; găsiţi-le în imagine); 7 – plasmida cu un fragment încorporat al moleculei de ADN

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 321. Transferul genelor în celula bacteriană: 1 – celula omului; 2 – molecula de ADN al celulei omului; 3 – celula bacteriei; 4 – plasmida bacteriană; 5 – gena, care codifică hormonul insulina; 6 – cu ajutorul enzimei plasmida bacteriană este „tăiată”; 7 – cu ajutorul altei enzime în plasmida bacteriană este încorporată gena hormonului insulina, obţinând molecula de ADN recombinant; 8 – plasmida-vector este introdusă în celula bacteriană; 9 – la înmulţirea celulei bacteriene are loc clonarea genei insulinei; 10 – moleculele insulinei sintetizate

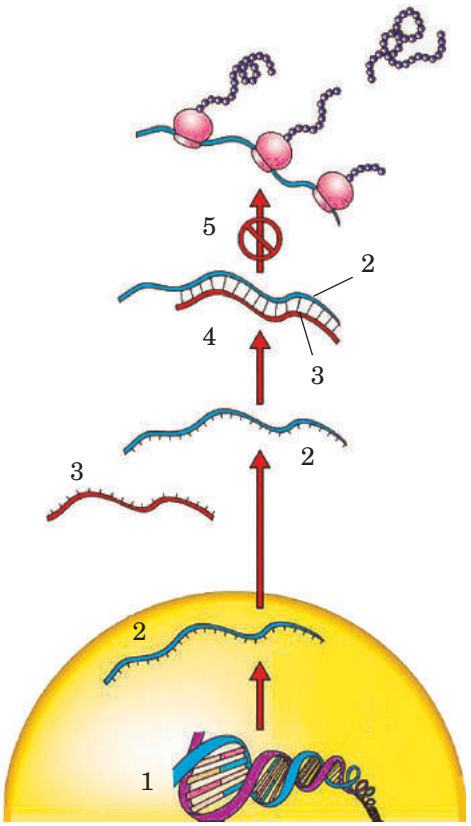
Iniţial drept obiecte de cercetare pentru ingineria genetică erau, în principal, procariotele. De exemplu, în genomul bacteriilor au fost introduse genele şobolanului şi omului, care răspund de sinteza hormonului insulina, necesar pentru bolnavii de diabet zaharat (des. 321). Dacă genele eucariote pur şi simplu de le introdus în celula procariotă, este destul de greu să facem, ca ele să „lucreze”. Pentru aceasta este necesar, ca aceste gene să nimerească sub controlul elementelor de reglare ale celulei gazdă.

Mecanismele de reglare a activităţii genelor în celulele procariote şi eucariote diferă. De aceea în cazul transferului genelor eucariote în celule procariote este necesar să se ia în consideraţie faptul, că în fiecare celulă eucariotă, fiecare gena structurală are un set propriu de elemente de reglare, care sunt activate de semnalele specifice în diferite perioade ale ciclului celular. În schimb, genele structurale ale celulelor procariote sunt adunate în grupuri cu elemente de reglare comune.

În ingineria genetică se utilizează, de asemenea, metoda de ***interferenţă a ARN-ului*** – sistemul de control al activităţii genelor celulelor eucariote, care este efectuat cu ajutorul moleculelor scurte (20-25 nucleotide) de ARN. Aceste molecule pot interacţiona cu secvenţele complementare ale ARN-m şi pot spori sau, dimpotrivă, pot inhiba activitatea lor. Fenomenul interferenţei ARN-ului este caracteristic pentru majoritatea eucariotelor, el este un fel de mecanism de protecţie de gene străine (de exemplu, de genele virusurilor), care pot nimeri în genomul lor. O moleculă mică de ARN (micro ARN) poate interacţiona cu porţiunea complementară a ARN-m corespunzător atât în nucleu (în timpul transcripţiei), cât şi în citoplasmă. În orice caz, este inhibată activitatea unei anumite gene.

Aplicarea practică a rezultatelor ingineriei genetice. Interferenţa ARN-ului poate fi utilizată în practica medicală şi selecţie. Pentru aceasta sunt create aşa-numitele ***molecule de ARN antisens*** (fig. 322). După compoziţie ele corespund secvenţei de nucleotide a unei molecule de ARNm a anumitei celule (ARN sens). Să presupunem că astfel de ARN sens codifică proteine dăunătoare pentru organism sau nedorite pentru selecţioner. Atunci savanţii sintetizează şi introduc în celulă o moleculă de ARN antisens. Nucleotidele ei se combină cu nucleotidele ARN sens. Aceasta blochează biosinteza proteinelor codificate în molecula de ARN sens. De exemplu, aplicând tehnologiile antisens, pot fi reduse simptomele infecţiei cu HIV, când moleculele antisens ARN se fixează de ARN-m complementar al virusului, ceea ce inhibă reproducerea acestuia.

Utilizarea tehnologiei antisens are deja unele rezultate practice în selecţia plantelor. De exemplu, tomatele au enzime, care asigură coacerea lor rapidă.



Des. 322. Metodica aplicării a ARN-ului antisens: 1 – porţiunea moleculei de ADN, care codifică proteine nedorite pentru organism; 2 – moleculă de ARN-m, care este sintetizată în această porţiune a moleculei de ADN; 3 – molecula de ARN antisens; 4 – conform principiului complementarităţii molecula antisens a ARN-ului se combină cu molecula sens; 5 – aceasta blochează biosinteza proteinelor nedorite în organism

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Des. 323. ***Har Gobind Khorana*** *(1922–2011) – savant renumit în domeniul biologiei moleculare, laureat al Premiul Nobel pentru Fiziologie şi Medicină în 1968 pentru descifrarea codului genetic (împreună cu Robert Holley şi Marshall Nirenberg)*

E interesant să ştim

În prezent se află la etapa de dezvoltare (şi chiar de studii clinice) câteva sute de proiecte orientate la tratamentul bolilor oncologice, infecţioase (SIDA, hepatita, tuberculoza) şi bolilor ereditare.

Dar fermierilor le trebuie, ca aceste legume să se maturizeze lent, deoarece este dificil de realizat volume mari de produs într-un timp scurt. În afară de aceasta, una din enzime sporeşte viteza scindării polizaharidei pectinei din pereţii celulelor, rezultând stricarea rapidă a fructelor. Datorită introducerii în genomul tomatelor moleculelor de ARN antisens sinteza enzimei corespunzătoare este inhibată.

Metoda interferenţei ARN-ului este folosită pentru clarificarea anumitor aspecte teoretice în timpul cercetărilor cu utilizarea culturilor de celule sau organismelor vii. Cu ajutorul moleculelor mici bicatenare de ARN, care influenţează selectiv asupra activităţii anumitor gene, poate fi determinată funcţia acestor gene. Moleculă microARN-ului după introducere inhibă activitatea anumitei gene specifice, şi pe baza acestui proces savanţii fac concluzii despre funcţiile ei.

Datorită metodelor ingineriei genetice de la celulele bacteriene modificate genetic sunt obţinute proteinele interferoni (protejează organismele oamenilor şi animalelor de astfel de boli virale ca gripa, inhibând reproducerea virusului), hormonul de creştere (face posibilă tratarea unor forme de nanism), vaccinuri împotriva agenţilor patogeni ai difteriei, hepatitei B, etc. (vezi des. 320). Lista produselor medicale, obţinute prin utilizarea metodelor de inginerie genetică, creşte anual. De exemplu, folosind diferite tulpini de ciuperci, actinomicete, bacterii se obţin peste 4500 tipuri de diferite antibiotice.

Trebuie remarcat faptul, că orice genă (fragment corespunzător de ADN), poate fi sintetizată pe cale chimică. Pentru prima dată, acest lucru a fost făcut de savantul american H. G. Khorana (des. 323), care în 1970 a sintetizat gena ARNt-ului al drojdiilor.

Rezultatele ingineriei genetice sunt importante pentru dezvoltarea biologiei teoretice. Datorită lor au fost făcute descoperiri importante despre structura şi funcţionarea genelor, structura genomului şi altele. Pentru ingineria genetică este important să se creeze ***bancuri de gene***, adică colecţii de gene şi de genomuri ale diferitor organisme.

Aplicarea metodelor de inginerie genetică în medicină. *Amintiţi-vă*: o tendinţa promiţătoare în genetica medicala este *terapia genică* – o procedură medicală, în timpul căreia de la pacient sunt izolate anumite tipuri de celule (sangvine, epiteliului pielii sau intestinal etc.), înlocuite genele lor alele defectate cu gene normale, iar apoi introduse în organism. Datorită acestui fapt în organismul omului bolnav pot fi sintetizate proteinele, care până în acest moment erau insuficiente (vezi. des. 189).

În cazul anumitor tipuri de cancer şi boli infecţioase prin terapia genetică poate fi inhibată activitatea genelor, care nu este caracteristică celulelor normale, sau intensificată activitatea lor (de exemplu, pentru a mări sinteza hemoglobinei la pacienţii cu anemia falciformă; *amintiţi-vă*, ce reprezintă această boală).

O altă direcţie a terapiei genice, care se bazează pe metodica determinării alelelor, care provoacă unele boli ereditare sau predispoziţie la ele, este diagnosticul molecular al bolilor ereditare, pe care aţi învăţat în §37. Metodele de diagnosticare moleculară fac posibilă stabilirea diagnozei cu mult înainte

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

apariţiei simptomelor bolii şi, respectiv, de început profilaxia sau tratamentul.

Organisme modificate genetic. În prezent o mare atenţie este acordată ***organismelor modificate genetic*** sau ***transgenice*** (***organisme modificate genetic – OMG***). De exemplu, în genomul plantelor modificate genetic sunt introduse anumite gene, care asigură rezistenţă la pesticide, dăunători, agenţii patogeni şi alţi factori dăunători ai mediului. În special, în genomul anumitor soiuri de cartof au fost încorporate gene bacteriene, ce face planta necomestibilă pentru gândacul de Colorado. Organismele modificate genetic adesea au rate mai ridicate de productivitate şi fertilitate, ce este important pentru rezolvarea problemei aprovizionării omenirii cu alimente.

Din 1996 în SUA, Canada, Argentina şi alte ţări au început în masă să cultive plante modificate genetic. Dar astfel de organisme, până când ele nut trec testarea corespunzătoare, trebuie să fie folosite cu prudenţă. Există dovezi, că consumul de plante modificate genetic poate provoca la om alergii alimentare şi intoxicaţii, dăunând sănătăţii etc. De asemenea, este necunoscut, o să afecteze sau nu genotipul oamenilor consumul acestor organisme şi cum ele o să afecteze ecosistemele naturale, biodiversitatea lor.

Discuţii despre organismele transgenice în Ucraina a dus la adoptarea legii „Cu privire la sistemul de stat de biosecuritate în timpul efectuării activităţii de inginerie genetică”. El prevede o evaluare ştiinţifică obligatorie a riscului utilizării organismelor modificate genetic. În Ucraina, cultivarea pe scară largă a plantelor modificate genetic nu a avut loc, dar în diferite instituţii de cercetare au fost testate soiurile rezistente la gândacul de Colorado, precum şi rezistenţa rapiţei de toamnă şi sfeclei de zahăr la erbicide. Nu se ştie, care este aria terenurilor ucrainene, pe care se cultivă culturi transgenice, aduse în ţara noastră în mod ilegal, fără cercetări sau testări.

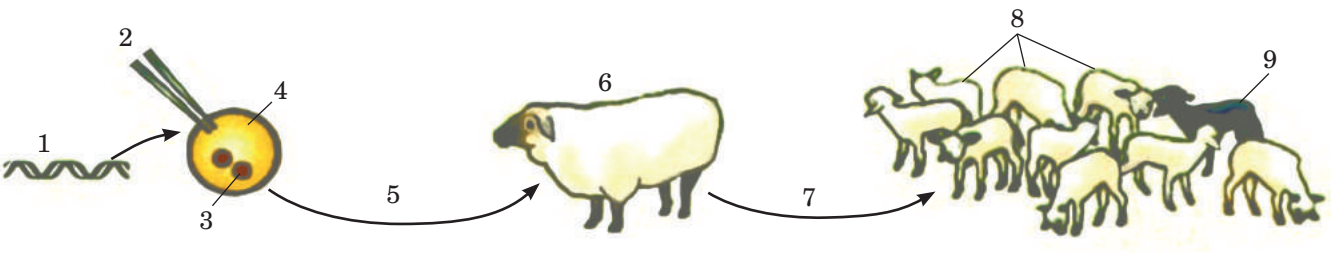
Procesul de creare a animalelor transgenice este mai complicat, decât a plantelor (des. 324). Fragmentul moleculei de ADN de la altă specie este introdus într-un ovul fecundat, care se divide în condiţii artificiale. Astfel este crescut embrionul până la stadiul de blastulă. Acest embrion apoi este implantat în organismul aşa-numitei mame surogat. După naşterea puilor de către o mamă surogat, se verifică prezenţa la ei a genelor introduse, analizând ADN-ul prin metode molecular-genetice.

În cazul confirmării prezenţei genelor introduse la descendenţi ei sunt încrucişaţi între ei pentru a obţine linii trans-

Memorizăm: siguranța biologică (securitatea biologică) este conservarea naturii biologice a organismele vii, proprietăților biologice ale lor şi prevenirea pierderii pe scară largă a integrității biologice sub influența ingineriei genice sau celulare asupra organelor, țesuturilor şi organismelor; pătrunderea în ecosisteme a speciilor nespecifice pentru ele; poluarea resurselor naturale (solului, apei şi resurselor alimentare) etc.

E interesant să ştim

Dezvoltarea rapidă a ştiinţei, a cercetărilor noi înalt tehnologice generează adesea la oamenii insuficient informați o panică sau atitudini alarmiste. Exemplu de dispoziții alarmiste la oameni din diferite țări poate servi atitudinea față de OMG-uri, terapia genetică (genică) etc. Atitudinile alarmiste în societate adesea sunt incendiate de mass-media, care răspândesc date ştiințific neverificate sau chiar schimonosite. Omul modern trebuie să înțeleagă, că progresul uman în continuare nu este posibil fără dezvoltarea rapidă a noilor tehnologii înalt ştiințifice.



Des. 324. Metoda de obţinere a animalelor transgenice: 1 – construcţia ADN-ului; 2 – reacţie extranucleară; 3 – prenucleu; 4 – ovulul fecundat; 5 – implantarea; 6 – femelă-recipient (mamă surogat); 7 – sarcina; 8 – descendenţii netransgenici; 9 – fondatorul transgenic

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

genice pure. O astfel de selecţie este destul de rapidă; de exemplu, crearea unui mic grup de capre transgenice durează doar 1,5–2 ani. Unul dintre primele animale transgenice a fost şoarecele, în genomul căruia a fost încorporată gena hormonului de creştere a şobolanului. Unii şoareci au crescut rapid şi au atins dimensiuni gigantice comparativ cu indivizii de control.

Intervenţia artificială în genom, pe lângă dificultăţile tehnice, atinge şi probleme de plan etic. Modificarea genotipurilor organismelor, în special a oamenilor, poate duce la urmări neprevăzute indiferent de intenţiile experimentatorilor.

Pe scurt despre principalul

Sarcina ingineriei genice (genetice) este dezvoltarea şi îmbunătăţirea metodelor de reconstruire a genomurilor organismelor prin separarea sau introducerea genelor sau grupurilor de gene. Procesele biotehnologice moderne sunt adesea bazate pe metodele ingineriei genetice – producţia ADN-ului recombinant.

În ingineria genetică se utilizează, de asemenea, metoda interferenţei ARN-ului – sistemului de control al activităţii genelor celulelor eucariote, care este efectuat prin utilizarea moleculelor scurte (20–25 nucleotide) de ARN.

Datorită metodelor ingineriei genetice sunt obţinute organisme modificate genetic (OMG). Astfel de organisme oferă perspective largi de obţinere a soiurilor înalt productive a plantelor de cultură şi raselor de animale domestice. Dar utilizarea lor pe scară largă necesită o cercetare atentă.

Termeni şi noţiuni-cheie:

Ingineria genetică (genică), ADN recombinant, banca de gene, organismele modificate genetic (OMG).

Verificaţi-vă cunoştinţele obţinute

1. Care sunt sarcinile ingineriei genetice? 2. Ce metodici sunt utilizate în cercetările ingineriei genetice? 3. Ce reprezintă moleculele recombinante de ADN? Cum ele pot fi obţinute? 4. Cu ce scop se utilizează metoda interferenţei ARN-ului? 5. Ce reprezintă organismele modificate genetic? 6. Care sunt perspectivele utilizării ingineriei genetice în medicină? 7. Ce sunt bancurile de gene? Cu ce scop ele sunt create?

Chibzuiţi

Care este rolul ingineriei genetice în dezvoltarea biologiei teoretice.

§58. INGINERIA CELULARĂ (TISULARĂ)

Amintiţi-vă ce sunt culturile celulare. Care celule se numesc celule stem?

Ingineria celulară (tisulară) este o ramură a biotehnologiei, care utilizează metode de izolare a celulelor din organism, de restructurare a lor şi de creştere pe medii nutritive (crearea culturii celulare; aşa numitei ***citotehnologii***). *Amintiţi-vă*: aceste culturi dau posibilitatea să se obţină compuşi importanţi: vitamine, hormoni, fitohormoni, preparate medicale (de exemplu, de panax) în cantităţi necesare, ce reduce considerabil preţul lor. Ele servesc pentru diverse experimente, de exemplu studiul acţiunii medicamentelor şi a altor substanţe etc. Culturile celulare sunt utilizate pentru cultivarea virusurilor, care apoi pot fi utilizaţi ca vectori în ingineria genetică, pentru diagnosticul bolilor virale sau obţinerea vaccinurilor. Încă o direcţie importantă a citotehnologiei este diagnosticarea patologiilor diferitelor organe prin studiul celulelor izolate.

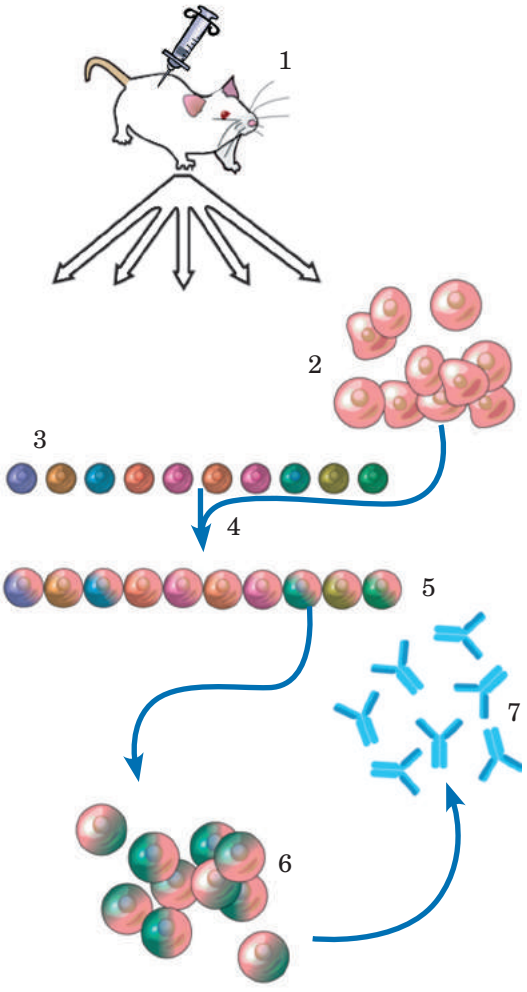
Prin metodele de ingineriei celulare este realizată ***hibridizarea îndepărtată a celulelor somatice*** pentru organismele, care nu poate fi efectuată altfel (a omului şi şoarecelui,

Memorizăm: ingineria celulară, sau citotehnologiile reprezintă o direcţie a biologiei, care se specializează în cultivarea celulelor şi ţesuturilor vegetale şi animale în afara corpului pentru obţinerea compuşilor şi organismelor necesare omului.

Savanţii de asemenea pot combina celulele, chiar şi de la diferite specii. De exemplu, încrucişează limfocitele şi celulele tumorale, capabile la diviziune rapidă cu scopul obţinerii anticorpilor. Astfel, ingineria celulară poate crea un nou tip de celule pe baza hibridizării şi cultivării lor pe medii nutritive în afara organismelor vii.

Memorizăm: **patologia** (din greacă pathos – suferinţă şi logos – ştiinţă) este ştiinţa despre modificările structurale, biochimice şi funcţionale în celule, ţesuturi şi organe cauzate de boli.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 325. Tehnologia obţinerii hibridomelor: 1 – imunizarea şoarecelui: introducerea antigenei, sub influenţa cărei sunt activate B-limfocitele (2), ce produc anticorpi; 3 – cultura celulară a mielomului (aşa-numitului cancer, care are ca rezultat diviziunea celulară necontrolată); 4 – combinarea celulelor B-limfocitelor şi celulelor mielomului, rezultând hibridome (5); 6 – obţinerea culturii de hibridome; 7 – obţinerea anticorpilor înalt specifici, care sunt folosiţi pentru distrugerea tumorilor maligne

omului şi morcovului, găinii şi drojdiei etc.). Prin această metodă este posibilă combinarea în una a mai multor celulele somatice prelucrate preventiv (în special, în culturile celulare trebuie distruse învelişurile celulare), care aparţin la organisme sistematic îndepărtate.

La plante, această procedură poate duce la apariţia unui soi cu proprietăţi noi. Hibridarea celulelor somatice a mamiferelor (de exemplu, a hârciogului chinezesc şi a omului) este utilizată pe scară largă în scopuri de cercetare: celulă hibridă de multe ori pierde toţi cromozomii umani cu excepţia unuia, datorită cărui fapt se poate determina, care gene se conţin în el.

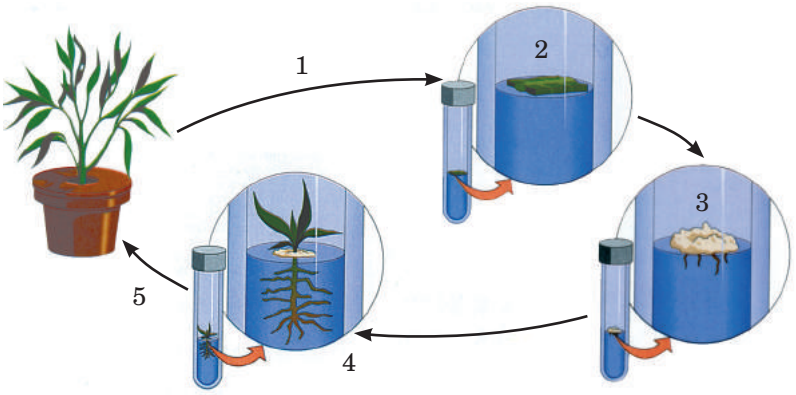
Prin hibridizarea limfocitelor (capabil să producă anticorpi de anumit tip) şi celulelor tumorale (capabile la reproducere nelimitată în cultură) se obţin aşa-numitele hibridome – celule, care produc anticorpi înalt specifici (des. 325.). Ei distrug celulele tumorilor maligne, fără să acţioneze asupra celor sănătoase. De asemenea, prin hibridizare se efectuează fecundarea artificială: contopirea celulelor sexuale, care este imposibilă în mod natural; transferul celulelor din cultură în organism etc. Celulele embrionare modificate genetic (după reproducerea lor în cultură) sunt transferate în embrion la stadiu de blastulă şi un astfel de embrion este introdus într-o mamă surogat.

Una din direcţiile ale ingineriei celulare este ***utilizarea celulelor stem*** pentru a restabili ţesuturile şi organele afectate. În condiţii de laborator este posibilă reproducerea şi specializarea ulterioară a celulelor stem. Acest lucru face posibila creşterea artificiala a ţesuturilor şi a unor organe a omului şi animalelor cu scopul transplantării lor ulterioare în organisme. O proprietate a celulelor stem este capacitatea lor să se deplaseze împreună cu sângele la locul leziunii şi să restabilească organele şi ţesuturile deteriorate. În condiţii de laborator celulele stem pot fi stimulate la reproducere şi la specializarea lor ulterioară. Aceasta deschide perspective de a obţine ţesuturi şi organe al omului şi animalelor în afara organismului cu scopul introducerii lor ulterioară în organism. Drept sursă de celule stem umane sunt aplicate, de exemplu, celulele cordonului ombilical, care leagă embrionul cu corpul mamei.

O problemă etică importantă rămâne modul obţinerii celulelor stem din materialul, care rămâne după întreruperea graviditătii. De aceea o sursă alternativă, după cum sa constat deja, pot fi celulele stem conţinute din sângele ombilical.

Pe lângă problemele etice, pentru introducerea pe scară largă a metodelor de transplantare a celulelor stem sau ţesuturilor şi organelor derivate din aceste celule, există multe probleme ştiinţifice nerezolvate. În special, este dificil de realizat recunoaşterea ca „ale lui” de către organism a

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua



Des. 326. Clonarea plantelor: 1 – obţinerea materialului celular de la planta-donatoare; 2 – cultivarea celulelor în mediu nutritiv artificial; 3 – obţinerea culturilor de celule nediferenţiate; 4 – datorită diferenţierii celulelor apar ţesuturi şi organe ale plantei clonate; 5 – planta clonată plantată în sol

E interesant să ştim

Aproape jumătate dintre animalele clonate au tulburări semnificative în structura şi funcţionarea organelor, care pot fi transmise generaţiilor următoare (de exemplu, oaia Dolly, cunoscute în toată lumea, clonată în 1996, a murit din cauza bolilor deja în 2003). De asemenea, trebuie avut în vedere faptul că organismul clonat, născut cu anumite defecte, este o creatură vie care nu poate fi aruncată la gunoi, ca un aparat stricat.

E interesant să ştim

În miturile greceşti Himera este o fiinţă cu capul unui leu, trunchiul caprei şi coada dragonului (des. 327).

Des. 327. Himera este o fiinţă menţionată în miturile Greciei antice

Memorizăm: un organism himer este organismul, format din celule genetic diverse.

ţesuturilor sau organelor introduse şi să se evite lupta cu ele. De aceea în prezent celulele stem sunt folosite pentru tratarea doar a unui număr mic de boli.În special, animalele experimentale au arătat, că după administrarea propriilor celule stem, derivate din măduva osoasă roşie, muşchiul inimii afectat după atac de cord, a fost aproape complet restabilit.

Încă o direcţie a ingineriei celulare este ***clonarea organismelor***. **Clonul** (din greacă *clon* – ramură, urmaş) reprezintă totalitatea de celule sau de indivizi, obţinuţi de la strămoş comun pe cale asexuată. Clonul este alcătuit din celule sau organisme genetic omogene. Clonarea organismelor se bazează pe faptul, că fiecare celulă somatică conţine informaţia genetică completă, caracteristică pentru întregul organism. De aceea din această celulă în anumite condiţii este teoretic posibil să fie crescut un organism întreg. Pentru plante, care pot să se înmulţească pe cale vegetativă (adică anume din celule somatice), o astfel de procedură este obişnuită pentru biotehnologia modernă (des. 326).

Metoda de clonare a animalelor începe cu procesul înlăturării nucleului ovulului nefecundat şi transplantarea nucleului unei celule somatice de la alt individ. Apoi un astfel de zigot artificial este implantat în uterul femelei, unde are loc dezvoltarea embrionului. Această tehnică a fost creată cu scopul de a obţine de la reproducători de înaltă calitate a cât mai multor descendenţi, care reprezintă copia lor genetică exactă. Dar, din cauză, că în fiecare celulă animală somatică specializată anumite grupuri specifice de gene sunt blocate, pentru organismele clonate (obţinute deja pentru multe animale vertebrate), este caracteristic un nivel înalt de mortalitate, durată scurtă a vieţii şi apariţia diferitelor anomalii. Astfel, deşi lucrările privind clonarea animalelor, are un interes ştiinţific semnificativ, valoarea ei practică este încă mică. În principiu, poate fi clonat şi omul, însă în multe ţări ea este interzisă prin lege, în primul rând din motive etice.

Amintiţi-vă: prin studierea cariotipului celulelor embrionare, izolate din lichidul amniotic, pot fi determinate anumite boli ereditare, asociate cu modificările numărului sau structurii anumitor cromozomi (numiţi aceste boli).

Histotehnologiile reprezintă o direcţie ale cercetărilor, care elaborează metode de păstrare îndelungată (conservare) a ţesuturilor în afara organismului şi producerea preparatelor histologice şi celulare pentru cercetarea lor şi aplicarea practică. De exemplu, probele de ţesuturi sunt îngheţate şi apoi prin aplicarea diferitor metode ale tehnicei microscopice, ele

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

sunt tăiate în plăci subţiri, deshidratate, colorate cu diferiţi compuşi etc.

Metodele histotehnologice permit determinarea din timp a modificărilor patologice în ţesuturi, care mărturisesc despre dezvoltarea anumitor boli, în special tumorilor maligne.

În Ucraina orice intervenţie chirurgicală, precum şi orice întrerupere a conştiinţei pacientului la acţiunea anumitor compuşi (***anestezia***) este interzisă fără rezultatele anterioare ale analizei structurii şi funcţionării ţesuturilor umane, organelor şi sistemelor de organe.

Ar trebui să menţionăm şi crearea unor ***organisme himere***. Acestea sunt fiinţe create artificial, care au celule, ce aparţin diferitelor specii biologice. Savanţii, care creează organisme himere, consideră, că aceasta va ajuta la dezvoltarea noilor metode de tratare a cancerului sau diabetului. Organismele himere sunt utilizate pentru cercetarea aparatului genetic al celulelor lor, legităţilor compatibilităţii tisulare în timpul transplantării organelor. Practic himerice sunt plantele, obţinute prin altoire, când altoiul şi portaltoiul aparţin la diferite specii sau chiar genuri. Însă experimentele privind crearea animalelor himere, fără îndoială, provoacă o atitudine negativă nu numai a oamenilor de rând, ci şi a multor oameni de ştiinţă.

Pe scurt despre principalul

Ingineria celulară (tisulară) este o ramură a biotehnologiei, care foloseşte metodele pentru izolarea celulelor din organism, reconstruirea şi cultivarea lor pe medii nutritive. Prin intermediul ingineriei celulare se efectuează hibridizarea la distanţă a celulelor somatice ale organismelor, care nu poate fi realizată pe alte căi. Unul dintre domeniile ingineriei celulare este utilizarea celulelor stem pentru a restabili ţesuturile şi organele afectate, precum şi pentru clonarea organismelor.

Histotehnologiile este direcţia cercetării, care dezvoltă tehnici de conservare îndelungată (conservare) a ţesuturilor în afara organismului şi fabricarea preparatelor celulare şi tisulare pentru cercetările lor ulterioare şi aplicarea practică.

Termeni şi noţiuni-cheie:

ingineria celulară (tisulară), hibridizarea celulelor somatice, clonarea organismelor, hibridome, histotehnologii, organisme himere.

Verificaţi-vă cunoştinţele obţinute

1. Care sunt sarcinile ingineriei celulare (tisulare)? 2. Ce este clonarea organismelor? Care este metodica acestui proces? 3. Cu ce probleme se confruntă cercetătorii în timpul clonării organismelor? 4. Cu ce scop se obţin hibridomele? Care este metodica acestui proces? 5. Ce este histotehnologiile? Care este aplicarea lor practică? 6. Ce sunt organismele himere? Cu ce scop ele sunt create?

Chibzuiţi

Ce problemele etice pot să apară în timpul clonării omului.

Test de consolidare

Alegeţi din răspunsurile propuse cel corect

1. Numiţi savantul, care a propus batele teoretice ale selecţiei artificiale: a) G. Mendel; b) T. Schwann; c) M. Vavilov; d) C. Darwin.

2. Indicaţi care comunitate de organisme în natură corespunde rasei de animale sau soiului de plante: a) specia; b) turma; c) familia; d) populaţia.

3. Indicaţi de ce este însoţită încrucişarea înrudită a organismelor: a) creşterea homozigoţiei descendenţilor; b) creşterea heterozigoţiei descendenţilor; c) heterozis; d) nu acţionează asupra genotipului descendenţilor.

4. Numiţi savantul, care a stabilit centrele de origine şi diversitate a plantelor de cultură: a) M. Vavilov; b) G. Mendel; c) C. Darwin; d) G. Karpechenko.

5. Indicaţi generaţia de hibrizi, în care heterozisul este exprimată cel mai complet: a) prima; b) a patra; c) a cincea; g) a opta.

6. Indicaţi ce este biotehnologia: a) ramura geneticii; b) ramura citologiei; c) ramura biochimiei; d) un set de metode industriale, în care se utilizează organisme vii sau procese biologice.

7. Identificaţi organismele, în urma selecţiei cărora deseori se primesc forme poliploide: a) animalele; b) plantele; c) procariotele; d) virusurile.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

8. Indicați organismele, în selecția cărora este aplicată metoda de determinare a calității reproducătorului după proprietățile descendenților lui: a) plantele; b) ciupercile; c) animalele; g) bacteriile.

9. Determinați denumirea descendenților unei celule: a) rasă; b) soi; c) tulpină; d) grup de gene.

10. Indicați forma selecției artificiale, care este cel mai des utilizată în creşterea animalelor: a) în masă; b) disruptivă; c) stabilizatoare; d) individuală.

11. Indicați numărul minim de generații, pe parcursul căror indivizii nu trebuie să se împerecheze cu rudele sale apropiate, pentru ca încrucişarea să se considere neînrudită: a) două; b) trei; c) patru; d) şase.

Alcătuiți perechi logice

12. Determinați corespondența între diferite tipuri de încrucişare şi caracterele organismelor.

1 înrudită
2 neînrudită
3 hibridizare la distanță

A se desfăşoară între indivizi din aceeaşi specie, care nu au strămoşi comuni pe parcursul ultimelor şase generații
B se desfăşoară între indivizi din aceeaşi specie, care au strămoşi comuni pe parcursul ultimelor şase generații
C se desfăşoară între reprezentanți diferitor specii a unei clase

13. Determinați corespondența între formele de selecție artificială şi trăsăturile lor caracteristice.

1 în masă
2 individuală

A se aleg indivizi aparte după rezultatele studierii fenotipului şi genotipului; este aplicată în selecția plantelor şi a animalelor
B se alege un grup de indivizi după rezultatele studierii fenotipului; de obicei nu se aplică în selecția animalelor
C se alege un grup de indivizi după rezultatele studierii atât fenotipului, cât şi genotipului; se aplică în selecția plantelor şi animalelor

14. Determinați din care centre de diversitate provin anumite plante de cultură.

1 Central-American
2 Sud-American
3 Sud-Asiatic
4 Sud-Vest Asiatic

A porumbul
B cartoful
C grâul dur
D trestia de zahăr
E strugurele

15. Determinați strămoşii animalelor domestice:

1 calul
2 găinile domestice
3 rațele domestice
4 carpii

A crapul sălbatic
B şalăul
C tarpanul
D rata mare
E găinile bankive

16. Stabiliți corespondența între diferite ramuri şi metode biologice.

1 selecție
2 inginerie genetică
3 ingineria celulară
4 biotehnologie

A clonarea organismelor
B selecția artificială
C selecția stabilizatoare
D terapia genică
E aplicarea în industrie organismelor vii sau a proceselor biologice

Sarcini cu alegerea a trei răspunsuri corecte din trei grupuri de răspunsuri propuse

17. Denumiți metodele utilizate în selecția microorganismelor, plantelor şi animalelor.

Selectarea microorganismelor	Selectarea plantelor	Selectarea animalelor
1) mutageneză artificială	1) determinarea calităților reproducătorilor după proprietățile descendenților	1) altoirea
2) histotehnologia	2) obținerea hibridomelor	2) determinarea calităților reproducătorilor după proprietățile descendenților
3) încrucişarea neînrudită	3) altoirea	3) mutageneză artificială

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

18. Descrieți metodele utilizate în biotehnologie.

Metoda de obținere a hibridomelor	Metoda terapiei genice	Metoda de obținere a organismelor himere
1) crearea organismelor, care au celule, ce aparțin diferitelor specii biologice	1) procedura, în timpul căreia de la pacient sunt izolate anumite tipuri de celule, înlocuite genele alele defectate cu gene normale şi apoi injectarea lor în organism	1) hibridizarea limfocitelor şi a celulelor tumorale
2) hibridizarea limfocitelor şi a celulelor tumorale	2) crearea organismelor, care au celule, ce aparțin diferitelor specii biologice	2) procedura, în timpul căreia de la pacient sunt izolate anumite tipuri de celule, înlocuite genele alele defectate cu gene normale şi apoi injectarea lor în organism
3) procedura, în timpul căreia de la pacient sunt izolate anumite tipuri de celule, înlocuite genele alele defectate cu gene normale şi apoi injectarea lor în organism	3) hibridizarea limfocitelor şi a celulelor tumorale	3) crearea organismelor, care au celule, ce aparțin diferitelor specii biologice

19. Descrieți organismele clonate, modificate genetic şi bizare.

Organisme clonate	Organisme modificate genetic	Organisme himere
1) organismele, în genomul cărora sunt introduse anumite gene	1) organismele, care au celule, ce aparțin diferitor specii biologice	1) organismele genetic omogene, obținute de la un strămoş comun pe cale asexuată
2) organismele, care au celule, ce aparțin diferitor specii biologice	2) organismele genetic omogene, obținute de la un strămoş comun pe cale asexuată	2) organismele, în genomul cărora sunt introduse anumite gene
3) organismele genetic omogene, obținute de la un strămoş comun pe cale asexuată	3) organismele, în genomul cărora sunt introduse anumite gene	3) organismele, care au celule, ce aparțin diferitor specii biologice

Întrebări cu răspuns deschis

20. De ce centrele de agricultură antică şi origine a plantelor de cultură, de obicei, se află pe terenuri montane?
21. În ce constă complexitatea transferului genelor eucariotelor în celula procariotă?
22. Care sunt efectele negative posibilele ale creării organismelor himere?
23. Trebuie oare de încetat în viitor cercetările în domeniul creării organismelor transgenice?
24. Care este importanța creării bancurilor de gene pentru dezvoltarea geneticii, selecției şi biotehnologiei?
25. Cu ce scopul în reproducerea organismelor se pot aplica mutațiile, care sunt însoțite de reducerea multiplă a numărului seturilor de cromozomi?
26. De ce eficiența selecției depinde de diversitatea materialului inițial?
27. Ce este comun şi prin ce diferă selecția animalelor, plantelor şi microorganismelor?
28. În ce moduri moleculă de ADN modificată poate fi introdusă în celulă?
29. Care sunt posibilitățile utilizării plantelor şi animalelor modificate genetic?
30. Cum poate terapia genetică să ajute la tratarea anumitor boli ale omului?
31. Chibzuiți, de ce sterilitatea hibrizilor interspecifici la animale nu poate fi depăşită infertilitatea prin crearea formelor poliploide.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

PRINCIPALELE TRĂSĂTURI GENERALE ALE SISTEMELOR VII

Întrebarea despre apariția şi esența vieții din cele mai vechi timpuri îi preocupau pe savanți, filozofi şi pe oameni obișnuiți; şi aceasta este bine înțeles, deoarece noi de asemenea suntem ființe vii. Cu toate că științele biologice au cunoscut o dezvoltare intensă, au fost aplicate metodele fizico-chimice de cercetare, metodele ingineriei genice şi celulare, folosite microscoapele electronice şi calculatoare complexe, esența vieții şi până în prezent a rămas o enigmă pentru omenire. Știința contemporană nu este aptă să creeze în mod artificial nici cel mai simplu organism viu, nu sunt cunoscute cauzele îmbătrânirii şi morții, cauzele apariției vieții pe planeta noastră. De aceea până în prezent determinarea vieții are un caracter descriptiv și include o enumerare a formelor și a particularităților ei principale:

1. ***Organismele vii sunt alcătuite din aceleași elemente chimice ca şi corpurile nevii.*** Spre deosebire de natura nevie, raportul procentual al elementelor chimice în toate organismele vii practic este egal. Patru ***elemente organogene*** (Carbon, Oxigen, Hidrogen, Nitrogen) constituie 98 % din biomasă; circa 1,9 % revine la 8 ***microelemente*** (Fosfor, Sulf, Clor, Potasiu, Natriu, Calciu, Magneziu, Fier), iar 0,1 % – la mai mult de 30 de ***microelemente*** (Aluminiu, Cupru, Zinc, Molibden, Cobalt, Nichel, Stronțiu, Iod, Seleniu, Fluor, Brom, Bor etc.).

2. ***Ființele vii sunt alcătuite din compuși organici speciali, în principal din compuşi organici macromoleari, apă şi din unele substanțe anorganice.*** La substanțele organice principale aparțin proteinele, acizii nucleici, glucidele și lipidele. Din substanțele anorganice o însemnătate excepțională o are apa, care constituie 60–99% din biomasa diferitor organisme, precum şi sărurile şi acizii anorganici.

3. ***Schimbul de substanțe şi energie cu mediul ambiant este condiția necesară pentru existenta a sistemelor vii.*** Două laturi ale lui – asimilarea și dezasimilarea, echilibrându-se reciproc, asigură stabilitatea dinamică a structurii şi particularităților mediului intern al sistemelor biologice (***homeostaza),*** care constituie baza capacității lor la ***autoreglare.***

4. ***Materiei vie este caracterizată prin diferite relații reciproce între nivelurile de organizare:*** molecular, celular, de organism, al populației și speciei, de ecosistem sau biogeocenotic şi biosferic. Integrarea interacțiunilor unor componente aparte ale fiecărui nivel se reduce de la cel inferior la cel superior.

5. ***Pentru materia vie îi este caracteristică discreția.*** Aceasta înseamnă că la orice nivel de organizare neapărat există unități de structură și funcționare – molecule, celule, organisme, populații, biocenoze.

6. ***Ființele vii au capacitatea de înmulțire, creştere şi de dezvoltare individuală.*** Continuitatea vieții este asigurată de **ciclurile vitale.** Toate celulele şi organismele noi sunt create, în pofida diferitelor metode de înmulțire, excepțional din celulele materne.

7. ***Informația genetică este codificată sub formă de o succesiune a nucleotidelor acizilor nucleici (ADN-ului sau ARN-ului virotic).*** În timpul diviziunii celulelor ea complet (diviziunea mitotică) sau parțial (diviziunea meiotică) este transmisă fiecărei celule-fiice.

8. ***Genotipul este realizat în fenotip*** în timpul sintezei matrice***ale a proteinelor şi se poate*** să se schimbe ***datorită mutațiilor și recombinațiilor. Fenotipul*** se formează pe contul interacțiunii genotipului organismului cu factorii mediului ambiant.

9. ***Procesul activității vitale a celulelor este asigurat de organite, iar a organismelor multicelulare – și de țesuturi și organe***. Pentru toate ființele vii este caracteristică excitabilitatea; funcțiile majorității animalelor pluricelulare sunt reglate de sistemul nervos (pe calea reflexă), endocrin (cu ajutorul hormonilor şi a altor substanțe biologic active) şi imun.

10. ***Evoluția este procesul de adaptare a organismelor la schimbările mediului ambiant pe parcursul mai multor generații succesive.*** Capacitatea ființelor vii şi a sistemelor vii supraorganismice de a se adapta la condițiile mediului este un caracter al ***plasticității lor ecologice***. Procesul de adaptare are loc în unitățile evoluționiste elementare (populații) în mediul biogeocenozelor. Ritmul evoluției depinde de viteza schimbărilor condițiilor mediului.

11. ***Progresul biologic al oricărei specii depinde de capacitatea ei de a menține o densitate optimă (homeostazie) a unor anumite populații.*** Pieirea sau supraviețuirea speciei depinde de capacitatea ei de a se adapta la schimbările mediului ***(plasticitatea evoluționistă)***. De aceea timpul istoric de existenta atât pentru o specie aparte, cât şi pentru grupele supraspecifice (genurilor etc.) nu depinde de gradul complicării morfologice sau de frecvența schimbării generațiilor.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

12. ***Sistemele vii de toate nivelurile de organizare pot funcționa normal numai cu condițiile menținerii homeostaziei lor***. Încălcarea homeostaziei măcar la un singur nivel duce la schimbări structurale și funcționale la toate celelalte niveluri.

13. ***Mai puțin integrate şi, respectiv, mai sensibile la influențele externe sunt nivelurile de populație*** *şi specie, de ecosistem sau* ***biogeocenotic și de nivel biosferic.*** Reducerea diversității biologice cauzează destabilizarea biocenozelor, distrugerea lanțurilor trofice. Cea mai nocivă influenţă asupra stabilităţii sistemelor biologice supraorganismice o au factorii, intensitatea acțiunii cărora se schimbă neperiodic și iese din limitele rezistenței sistemelor biologice, în primul rând, factorii ***antropogeni***.

Posibilitățile şi perspectivele aplicării realizărilor biologiei în asigurarea existenței omenirii. Cercetările biologice sunt necesare pentru crearea bazelor științifice de pronosticare şi planificare a dezvoltării echilibrate și îndestulate a societăţii umane în viitor. Pentru aceasta este necesar să fie prevenit pericolul crizei biosferice, numită deseori „ecologică”. Specificul pericolului crizei ecologice contemporane, precum şi tuturor celor viitoare, constă în schimbarea biosferei din cauza activității economice a omului.

Una din sarcinile principale ale biologiei constă în studierea diversității biologice a ființelor vii de pe planeta noastră. Ea nici pe departe n-a fost încheiată: savanții-taxonomiști consideră că cel puțin un milion de specii de organisme de pe planeta noastră rămân încă nestudiate de ştiinţă.

Selecționatorii folosesc pe larg mutațiile artificiale pentru obținerea unor soiuri de culturi agricole de înaltă productivitate şi a tulpinilor de microorganisme industriale. Mutațiile artificiale, de asemenea, sunt necesare pentru elaborarea metodelor genetice de control asupra numărului populațiilor de organisme dăunătoare, care în viitor va face să fie inadmisibilă înmulțirea în masă a acestor specii în agrocenoze şi în localităţile umane.

Mari perspective are ***ingineria genetică (genică).*** În afară de direcțiile practice (sporirea productivității sosiilor microorganismelor, transferul în celulele procariotelor a genelor eucariotelor, care răspund de sinteza unor compuși importanți – vitamine, hormoni, enzime etc.), în viitor ea poate soluționa probleme globale. Astfel, în lupta cu bolile ereditare vor fi găsite metode de eliminare din cromozomi a genelor – purtătorilor de informație despre aceste boli, cu înlocuirea lor cu alele nepericuloase, precum și mijloace antimutaționale artificiale pentru reducerea frecvenței mutațiilor, în primul rând celor dăunătoare. Transferul genelor bacteriilor fixatoare de azot în cariotipul plantelor superioare ar crea posibilitatea de a economisi considerabil bani, care sunt folosiți pentru producerea şi introducerea în sol a îngrăşămintelor de azot, precum și ar reduce pericolul poluării mediului ambiant cu nitraţi. Pentru dezvoltarea în continuare a ingineriei genice sunt create bănci de gene – colecții de gene ale diferitelor organisme, incorporate în plasmide.

În viitor vor fi folosite pe larg aşa numitele organisme ***transgenice***, sau ***organismele modificate genetic***. Ele deseori se deosebesc prin rezistența la acțiunile factorilor nefavorabili, printr-o productivitate și fertilitate înaltă, ce ar putea soluționa problema asigurării omenirii cu produse alimentare.

Multe se aşteaptă în viitor şi de la ***ingineria celulară.*** În rezultatul combinării artificiale a celulelor somatice a organismelor de diferite specii, care pot aparține la diferite familii și ordine, vor fi obținuți mulți hibrizi de înaltă productivitate. Hibridizarea celulelor somatice oferă posibilitatea obținerii preparatelor, care sporesc rezistența organismelor la diverse infecții, raselor, soiurilor şi tulpinilor de organisme industriale şi agricole de înaltă productivitate.

Datorită izolării celulelor somatice din organism şi transferului lor pe un mediu nutritiv, se va putea obține culturi celulare (tisulare) pentru producerea substanțelor prețioase, care vor reduce prețul lor și va înceta colectarea plantelor medicinale şi altor organisme din natură. Deoarece celulele somatice conțin întreaga informație genetică a individului respectiv, există posibilitatea creşterii din ele a unui număr mare de urmași cu particularități ereditare identice, adică posibilitatea clonării.

Folosirea ***celulelor stem*** în medicină va da posibilitatea să fie tratate diferite boli, inclusiv oncologice, să fie restabilite organele afectate, să fie întinerit întregul organism.

În final, autorii acestei cărți vă doresc succese la studierea şi păstrarea diversității şi frumuseții naturii vii.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Scurt dicționar terminologic

A

Abiogeneză (din gr. *a* – particulă de negație, *bios* – viață şi *genesis* – origine) denumirea generală a ipotezelor despre apariția vieții din materie fără viață.
Acrozom (din gr. *acron* – înălțime, sfârşit şi *soma* – corp) – organit deosebit la capătul capului spermatozoidului, format din elementele aparatului Golgi, care asi gură pătrunderea spermatozoidului în ovul.
Adaptații (din lat. *adapto* – adaptare) adaptarea organismelor la condițiile mediului ambiant.
Albinoşi (din lat. *albus* – alb) – indivizi, în învelişurile căror nu se formează pigmenți.
Alela dominantă (din lat. *dominantis* – care domină) – alela, care codifică starea caracterelor, ce se manifestă în fenotipurile indivizilor heterozigoți după această genă (este însemnată convențional cu literele mari ale alfabetului latin – A, B, C, D etc.)
Alelă letală (din lat. leta – denumirea râului în împărăția mitică a morților) alelă, manifestarea cărei în fenotip, duce la pieirea organismului.
Alelă recesivă (din lat. *recesus* – retragere) – alela, care codifică starea caracterului, ce nu se manifestă în fenotipul heterozigoților după această genă a individului (însemnate convențional cu litere mici ale alfabetului latin – a, b, c, d etc.).
Alternarea generațiilor – fenomenul, când în ciclul vital se schimbă două sau mai multe generații diferite după structură şi modul de înmulțire.
Altoire – o metodă specială de unire a părților diferitor plante, ce duce la schimbări neereditare ale fenotipului.
Analiza hibridologică – cercetarea naturii moştenirii a stărilor caracterului cu ajutorul sistemului de încrucişări.
Analogii (din gr. *analogia* – asemănare) – asemănarea organelor după structură, care au origine diferită, însă îndeplinesc funcții asemănătoare la speciile neînrudite.
Aromorfoză (din lat. *airo* – ridicare şi *morfosis* – formă, model) – transformare evoluționistă, care ridică complexitatea organizării întregului organismului şi contribuie la adaptarea la diferite condiții de existență.
Areal (din lat. *area* – teren, spațiu) – o parte a biosferei, populată de indivizii unei anumite specii sau grupei sistematice.
Atavisme (din lat. *atavis* – strămoş) – manifestare la unii reprezentanți de anumită specie a caracterelor, caracteristice pentru strămoşii acestora.
Autbreeding (din engl. *aut* – exterior şi *breeding* – creştere) – vezi *încrucişare neînrudită.*
Autozomi (din gr. *autos* – singur şi *soma*) – toți cromozomii cariotipului în afară de cei sexuali.

B

Biogeneză (din gr. *bios* şi *genesis)* – denumirea generală a ipotezelor despre viață ca a formei speciale de materie, care se reproduce pe sine însuşi şi nu poate să apară din elemente lipsite de viață.
Biomasă – masa indivizilor populației, la o unitate a suprafeței sau volumului.
Biopolimeri – moleculare mari ale substanțelor organice, alcătuite din secvențe de moleculele simple amplasate într – o anumită ordine (monomerilor).
Bioproductivitate – biomasa creată într – o anumită biocenoză într – o unitate de timp.
Biosferă (din gr. *bios* şi *sfera)* – o parte a învelişurilor geologice ale globului pământesc (atmosferei, hidrosferei, litosferei), populată cu organisme vii.
Biotehnologia (din gr. *bios, tehne* – artă, măiestrie şi *logos)* – totalitatea metodelor industriale, care sunt aplicate pentru producerea diferitor substanțe cu folosirea organismelor şi proceselor sau fenomenelor biologice.
Blastomer (din gr. *blastos* şi *meros* – parte) – celula, care se formează în rezultatul fragmentării.
Blastula (din gr. *blastos)* – stadiul embriogenezei animalelor pluricelulare, care se formează în rezultatul fragmentării; are forma unei formațiuni cave, pereții căreia sunt formați dint – un strat de blastomeri.

C

Caracterul intermediar al eredității se manifestă în cazurile, când nici una din alele nu domină asupra alteia; de aceea fenotipul individului heterozigot va fi mijlociu în comparație cu fenotipurile homozigoților după ambele alele.
Cariotip (din gr. *carion* şi *tipos* – formă, model) – setul de cromozomi a nucleului, specific pentru fiecare specie.
Cartea Roşie Internațională – ediție a Uniunii Internaționale pentru Conservarea Naturii şi Resurselor Naturale, în care sunt incluse speciile amenințate cu dispariție.
Celule somatice (asexuale) (din gr. *soma*) – celule, ce îndeplinesc funcții vegetative şi la majoritatea organismelor pluricelulare au un set diploid de cromozomi.
Celule stem sunt capabile să producă diferite celule; să producă celule de diferite tipuri; determină capacitatea la regenerare.
Chemosintetici, sau **chemotrofi** (din gr. *chemeia* – chimia şi *trofe* – nutriție, hrană) – organisme autotrofe, care pentru sinteza compuşilor organici folosesc energia reacțiilor chimice de oxidare a substanțelor neorganice.
Ciclu vital – totalitatea tuturor fazelor de dezvoltare sau diferitor după structură şi manifestări ale activității vitale generații de organisme ale unei anumite specii; se manifestă între fazele asemănătoare ale dezvoltării a două sau mai multe generații succesive.
Circuitul biogen al substanțelor (din gr. *bios* şi *genesis)* – schimbul de substanțe între părțile abiotică (nevie) şi biotică (vie) ale ecosistemelor.
Clon (din gr. clon – ramură, urmaş) – totalitatea celulelor sau indivizilor, care au apărut de la un singur strămoş pe cale asexuată.
Codul genetic – sistem unic de păstrare a informației genetice în moleculele acizilor nucleici, caracteristic pentru toate organismele vii sub formă de succesiune a nucleotidelor, care determină ordinea acizilor nucleici în lanțul polipeptidic în timpul sintezei lui.
Codominare (din lat. *co* – împreună şi *dominantis*) – fenomen, când ambele alele ale unei anumite gene se manifestă simultan în fenotipurile indivizilor hibrizi.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Codon de stop – triplete speciale (UAA, UAG, UGA), fiecare din ele determină încetarea sintezei catenei polipeptidice.
Comensalism (din lat. *com* şi *mensa*) – tip de legături reciproce între diferite specii, unul dintre care (comensalul) se foloseşte de hrana sau adăpostul celuilalt (gazdă), fără să – i cauzeze vreo daună.
Conjugare (din lat. *coniugatio* – combinare) – denumirea generală a câtorva forme de proces sexual: în timpul conjugării (cuplării temporare) două celule procariote fac schimb cu o parte din moleculele de ADN prin puntea citoplasmatică; la unele alge şi ciuperci conjugarea se desfăşoară pe calea contopirii conținutului a două celule vegetative; la infuzorii conjugarea înseamnă schimbul de nuclee generative la două celule.
Consumători (din lat. *consumo* – consum) – organisme heterotrofe, care consumă alte organisme sau resturile lor.
Copulare (din lat. *copulație* – unire) proces de contopire a doi gameți, precum şi procesul de împerechere a indivizilor de sex opus.
Creaționism (din lat. *creatio* – creare) – sistem de opinii, potrivit căruia natura vie nu s – a schimbat de când a apărut.
Cromozomi omologi – cromozomii unei perechi, care au dimensiuni, structură şi set de gene egale.
Crossing over (conjugarea cromozomilor) (din engl. crossing over – răscruce) – schimbul cu porțiuni identice între cromozomii omologi în timpul conjugării lor.

E

Ecosistem (din gr. *oikos* şi *sistem* – combinare) – totalitatea populațiilor de diferite specii, care interacționează între ele şi cu mediul ambiant astfel, încât apare fluxul de energie, ce formează anumite lanțuri trofice şi asigură circuitul biogen al substanței.
Ereditate înlănțuită – moştenirea caracterelor, codificați în genele unui cromozom.
Etajere – localizarea spațială a populațiilor de diferite specii de plante în biocenoză.

F

Factor limitativ – factor ecologic, intensitatea căruia iese în afara limitelor de rezistență (toleranței).
Factori ai evoluției – factorii, care provoacă schimbările ireversibile adaptive ale organismelor, populațiilor şi speciilor pe parcursul existenței biosferei.
Factori elementari ai evoluției – conform teoriei sintetice a evoluției sunt factorii evoluției, care acționează în populații: variabilitatea ereditară, oscilațiile populațiilor, izolarea, deriva genelor.
Fen (din gr. *faino* – a constitui, a găsi) – un anumită stare a caracterului
Fenotip (din gr. *faino* – a constitui şi *tipos* – amprentă) – totalitatea tuturor caracterelor şi proprietăților organismului.
Filogeneză (din gr. *filon* – gen, trib şi *genesis*) – dezvoltarea istorică a anumitului grup sistematic.
Filogenie – (din gr. *filon* – gen, trib şi *genesis*) – ştiința biologică despre căile dezvoltării istorice (filogenezei) a anumitor grupuri taxonomice.
Fitocenoză (din gr. *fiton* – plantă şi *koinos* – comun) – comunitatea populațiilor de diferite specii de plante (vegetației), care cresc împreună pe un teritoriu.
Fototrofi (din gr. *fotos* – lumină şi *trofos* – nutriție, hrană) – organisme autotrofe, car pentru procesul de sinteză consumă energia luminii.
Fragmentare – o serie de diviziuni mitotice succesive a zigotului sau a ovulului partenogenetic, în rezultatul cărora celule formate (blastomerii) în interfaze nu cresc.

G

Gameții (celulele sexuale) (din gr. *gamete* – soție sau *gametes* – soț) – celule, care participă la copulare şi au în comparație cu celulele somatice ale organismului respectiv un set înjumătățit de cromozomi.
Gametogeneza (din gr. *gamete* sau *gametes* şi *genisis*) – proces de formare a celulelor sexuale (gameți), care trece stadii succesive de înmulțire, creştere, maturizare şi formare.
Genă (din greacă *genos* – neam) – o porțiune a moleculei de ADN (la unele virusuri – ARN), care conține informație despre structura primară a moleculelor de polipeptide, proteine, anumitor tipuri de ARN sau interacționează cu proteinele regulatoare, adică este agentul elementar al informației ereditare.
Gene alele (din greacă *alelion* – unul pe altul, reciproc şi *genos* – gen) – diferite stări ale unei anumite *gene,* care ocupă un loc *(locus)* asemănător în cromozomii omologi şi determină diferite stări ale anumitului caracter.
Genom – totalitatea moleculelor de ADN caracteristică pentru setul haploid de cromozomi a organismului de anumită specie.
Genotip (din gr. *genos* şi *tipos* – amprentă) – totalitatea informației genetice, codificată în genele celulei sau în întregul organism.
Genofond (din gr. *gen* şi franceză *fond* – baza) – totalitatea tuturor genelor şi alelelor genelor a indivizilor anumitei populații, grupelor de populații sau speciei.
Grila lui Punnett – rețea, cu ajutorul căreia se poate demonstra rezultatele încrucişărilor.
Grup de înlănțuire – totalitatea genelor a anumitului cromozom.

D

Darwinism – ipoteza lui C. Darwin, potrivit căreia evoluția organismelor are loc pe baza variabilității ereditare sub acțiunea luptei pentru existență, rezultatul căreia este selecția naturală.
Degenerarea generală (din lat. *degenero* – degradare) – fenomen de simplificare a structurii organismului în rezultatul evoluției, în principal caracteristică pentru paraziți şi speciile puțin mobile.
Deriva genelor (din olandeză *driven* – a pluti) – schimbarea neorientată a frecvenței întâlnirilor unor anumite alele în populații sub influența unor cauze întâmplătoare.
Dimorfism sexual (din gr. *di* – dublu şi *morfa* – formă) – fenomen, când indivizii de diferite sexe se deosebesc după structură, culoare sau alte caractere unul de altul.
Divergența (din lat. *divergo* – a se îndepărta) – fenomenul de diversificare a caracterelor la urmaşi drept rezultat al adaptării indivizilor de speciei ancestre la diferite condiții ale mediului.
Diversitatea de specii – totalitatea populațiilor de diferite specii, care intră în componența unei anumite biocenoze, oricărui teritoriu a Pământului sau a întregii biosfere.
Dominanță (din lat. *dominantis*) – fenomen de suprimare a manifestării unei alele de către alta.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

H

Heterozis (din gr. *geteroiosis* – schimbare, transformare) – fenomen, datorită căruia prima generație de hibrizi, obținuți pe calea încrucişării neînrudite, are capacități vitale şi productive mai mari decât la părinți.
Hibridizarea îndepărtată – încrucişarea indivizilor, care aparțin la diferite specii sau genuri.
Hibrizi (din gr. *hibrida* – amestec) – urmaşii de la încrucişarea părinților, care se deosebesc între ei după una sau mai multe stări ale caracterelor.
Hibridizarea – vezi *încrucişarea*.
Hidrosfera (din gr. *hidor* şi *sfera*) – învelişul acvatic al Pământului, deci totalitatea tuturor bazinelor cu apă (oceane, mări, râuri, lacuri etc.)
Homozigot (din greacă *gomos* – egal, asemănător şi *zigotos*) – celulă (individ) diploidă sau poliploidă, cromozomii omologi a căreia conțin alele identice ale anumitei gene.

I

Idioadaptarea (din gr. *idios* – deosebit şi din lat. *adaptatio* – adaptare) – schimbarea structurii organismului, care are caracter de adaptare la anumite condiții, fără să – i schimbe nivelul de organizare.
Inbreeding (din engl. *in* – în mijloc şi *breeding* – cultivare) – vezi încrucişare înrudită.
Ingineria celulară (tisulară) – o ramură a biotehnologiei, în care se aplică metodele de izolare a celulelor din organism şi introducerii lor într – un mediu nutritiv artificial; cu ajutorul ei pot fi combinate părțile celulelor somatice din diferite specii, genuri etc.
Ingineria genetică – ramură a geneticii şi biochimiei, care elaborează metodele de restructurare a genomului organismului prin eliminarea sau includerea anumitor gene sau a grupelor de gene, sintezei artificiale a genelor etc.
Interacțiunea genelor – fenomen, când câteva gene (alele sau nealele) determină împreună o manifestare fenotipică a anumitului caracter.
Izolarea (din fr. *izolasion* – separare) – imposibilitatea de a se încrucişa între indivizii unei specii în condiții naturale.

Î

Încrucişare (hibridizare) – obținerea urmaşilor de la perechile de organisme, care se deosebesc între ele după unul sau mai multe caracter ale stărilor moştenite.
Încrucişare analizatoare este efectuată între indivizii, care au caracter recesiv şi dominant cu scopul stabilirii genotipului ultimului.
Încrucişare înrudită (inbreeding) (din engl. *in* – în, în interior şi *breeding* – creştere) – hibridizarea organismelor, care au strămoşi comuni pe parcursul ultimelor şase generații.
Încrucişare neînrudită (autbreeding) (din engl. *aut* în afară şi breeding) – hibridizarea organismelor, care nu au legături de rudenie, adică a reprezentanților liniilor pure, soiurilor sau raselor a unei specii.

L

Lanțuri trofice – succesiunile, în care organismele unei singure specii, resturile lor sau produsele activității vitale servesc drept hrană pentru organismele altei specii.
Legături biotice – orice interacțiuni între diferite obiecte biologice, care influențează asupra activității lor vitale.
Legături trofice (din gr. *trofe* – nutriție, hrană) – formă de relații trofice, la care organismele unei specii nemijlocit sau produsele activității lor vitale este drept obiect de nutriție pentru indivizii altei specii.
Legea combinării independente a stărilor caracterelor constă în faptul, că la încrucişarea dihibridă şi polihibridă segregarea stărilor după fiecare caracter la urmaşi are loc independent unul de altul.
Legea segregării a stărilor caracterelor constă în faptul, că la încrucişarea reciprocă a hibrizilor primei generații, la urmaşii lor se observă fenomenul segregării stărilor caracterelor: în fenotipul unui sfert de indivizi se manifestă starea recesivă, iar la trei sferturi de indivizi – starea dominată a caracterului.
Legea seriilor omoloage ale variabilității ereditare constă în faptul, că speciile şi genurile înrudite se caracterizează prin serii asemănătoare ale variabilității ereditare cu o astfel de legitate, că cercetând o serie de forme în cadrul unei singure specii sau gen, poate fi s prevăzută găsirea unor forme cu combinare asemănătoare a caracterelor la speciile şi genurile înrudite.
Legea uniformității hibrizilor primei generații (legea dominării) constă în faptul, că la hibrizii primei generații în fenotip apar excluziv stările dominante ale caracterelor.
Limitele rezistenței (superioară şi inferioară) – valorarea intensității acțiunilor factorului ecologic, în afara căreia existența organismelor de o anumită specie este imposibilă.
Linii pure – urmaşi identici genotipic, obținuți de la un individ prin autopolenizare, homozigote după majoritatea genelor.
Liste negre – listele de specii, care au dispărut de pe Pământ începând cu anul 1600.
Litosfera (din gr. *litos* – piatră şi *sfera*) – stratul exterior dur al învelişului Pământului cu o adâncime de 50–200 km.
Locus (din lat. *locus* – loc) – o anumită porțiune a cromozomilor omologi, unde se află alelele unei anumite gene.

M

Macroevoluția (din gr. *macros* – lung şi *evolutia*) – procese evoluționiste, care duc la apariția taxonilor supraorganismice (gen, familie ş. a. m. d. până la regn).
Mezoderm (din greacă *mesos* – mediu, intermediar şi *derma*) – foița embrionară medie la majoritatea animalelor pluricelulare.
Metabolismul energetic – totalitatea reacțiilor de descompunere a substanțelor complexe în organism sau într – o celulă aparte, care este însoțită de degajarea energiei.
Metoda gemenilor *a cercetărilor genetice* – studierea şi compararea *fenotipuri – lor gemenilor din acelaşi sac embrion.*
Metodă genealogică de cercetări genetice – stabilirea naturii moştenirii caracterului cu ajutorul studierii genealogiei organismelor.
Metoda hibridologică în genetică constă în încrucişarea (hibridizarea) organismelor, care se deosebesc după anumite stări ale unei sau mai multor caractere.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Metodele ingineriei genice – metode, cu ajutorul cărora din organisme sunt izolate sau sintetizate artificial anumite gene, reconstruite şi introduse în genomul altor celule sau organisme.
Microevoluția (din greacă *micros* – mic şi *evolutia*) – totalitatea proceselor evoluționiste, care au loc în interiorul populațiilor unei specii.
Modelare (din lat. *modulus* – model) metodă de cercetare şi demonstrare a structurilor, funcțiilor, proceselor cu ajutorul reproducerii lor simplificate (imitație).
Monofilie (din gr. *monos* şi *filon* – specie, gen, familie, trib) – originea oricărei grupe sistematice de la un strămoş comun.
Moştenirea caracterelor, înlănțuită cu sexul – fenomenul, când unele caractere sunt codificate în genele heterocromozomilor.
Mutageni (din lat. *mutacio* – schimbare şi *genos*) – factorii mediului de diferită natură (fizici, chimici, biologici), apți să cauzeze mutații.
Mutație (din lat. *mutatio* – schimbare) – schimbările stabile ale genelor sau cromozomilor, care apar brusc şi cauzează schimbări a unor sau a altor caractere ereditare a organismului.
Mutualism (din lat. *mutuius* – reciproc) – formă a simbiozei, potrivit căreia fiecare specie coexistentă primeşte un anumit folos de la altul.

N

Neocatastrofism (din gr. *neos* – nou şi catastrofe – răsturnare) – sistem de opinii evoluționiste, care se bazează pe faptul dezvoltării pe etape a vieții pe Pământ.
Neutralism (din lat. *neuter* – al nimănui) – formă de coexistență a populațiilor de două specii, la care nici una dintre ele nu simte influența nemijlocită a celeilalte.
Nişa ecologică – o poziție unică caracteristică fiecărei specii în biogeocenoză, care este o urmare a interacțiunii ei cu totalitatea factorilor ecologici.
Nivel trofic – (din gr. *trofe* – nutriție, hrană) – locul populației de anumită specie în lanțul trofic.
Noosfera (din gr. *noos* – rațiune şi *sferă*) – o stare nouă a biosferei, potrivit căreia activitatea rațională a omului devine un factor al dezvoltării ei.
Norma de reacție – limitele variabilității modificative, care sunt determinate de genotipul organismului.
Numărul populației – numărul indivizilor, care fac parte dintr – o populație.

O

Omologie (din greacă *gomologia* – corespundere) – asemănarea planului general de structură a organelor diferitor specii, condiționată de originea lor comună, deşi în rezultatul adaptării la unele sau altele condiții de existență asemenea organe la exterior se deosebesc foarte mult între ele.
Ontogeneza (dezvoltarea individuală) (din gr. *ontos* ființă şi *genesis*) – dezvoltarea organismelor pluricelulare, care începe de la o celulă (zigot, spor) sau de la un embrion multicelular (la înmulțirea vegetativă) şi se termină cu moartea.
Oogeneza (din lat. *ovo* şi *genesis*) – procesul de formare a ovulului.
Oscilațiile populației – oscilarea periodică a numărului indivizilor în populații.

P

Partenogeneza (din gr. *partenos* – fată şi *genesis*) – dezvoltarea organismului din ovul nefecundat.
Perioada embrionară a ontogenezei – timpul, în care organismul nou (embrionul) se dezvoltă în interiorul organismului mamei sau în ou, în sămânță etc.; se termină cu naşterea (ecloziune, germinare).
Perioadă postembrionară (din lat. *post* – după, mai târziu şi din gr. *embrion*) – perioada ontogenezei, care durează de la naştere până la apariția capacității de a se înmulți.
Piramida ecologică – reprezentarea grafică a structurii lanțului trofic
Ploidicitate (din gr. *ploos* – multiplu şi *eidos* – tip) – numărul de seturi de cromozomi a organismului.
Poliembrionie (din gr. *polis* şi *embrion*) – dezvoltarea a câtorva embrioni dintr – un singur ovul fecundat.
Poliformism (din gr. *polis* şi *morfe* – aspect) – existența a câtorva forme ale fenotipului în populații.
Populația (din lat. *populus* – popor, populație) – totalitatea indivizilor speciei, care un timp îndelungat trăiesc într – un anumit loc al arealului ei, parțial sau total izolați de alți indivizi ai speciei.
Progres biologic – dezvoltarea evoluționistă a unui anumit grup sistematic, care este însoțită de creşterea numărului populației, extinderea arealelor şi de crearea anumitor subspecii şi specii în limitele unui anumit grupe.
Producători (din lat. *producentis* – acel ce produce) – populație de organisme autotrofe, capabile să sintetizeze compuşi organici din anorganici.

R

Rasă – populația de animale create artificial în rezultatul selecției cu caractere utile pentru om.
Recombinare (din lat. *recombinatio* – reunire) – unirea alelelor ale diferitor gene în gameții indivizilor hibrizi, care se deosebesc de asemenea combinații în gameții părinților.
Regres biologic – urmările incapacității unui anumit grup să se adapteze la schimbările mediului; se manifestă în reducerea numărului populației, reducerea arealelor şi poate duce la dispariție.
Regula piramidei ecologice constă în faptul, că la fiecare nivel trofic al lanțului trofic cantitatea de biomasă şi energie, acumulată de organisme într – o unitate de timp, este cu mult mai mare decât la cele ulterioare.
Regula (legea) purității gameților afirmă, că la organismul hibrid (heterozigot) diploid fiecare gamet conține numai o singură genă alelă din totalitatea lor.
Reducători (din lat. *reducentis* – acel ce întoarce) – populații de organisme heterotrofe, care se hrănesc cu resturi de organisme sau cu produsele activității lor vitale, descompunându – le până la compuşi anorganici.
Rețea trofică – intersectarea lanțurilor trofice în biogeocenoze ca urmare a faptului, că una şi aceeaşi specie poate fi simultan o parte componentă a diferitor lanțuri trofice.
Rudimente (din lat. *rudimentum* – primordiu) – organe nedezvoltate sau simplificate la anumite specii, în comparație cu asemenea formații ale formelor ancestre, ca rezultat al pierderilor funcțiilor sale pe parcursul filogenezei.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

S

Saltaționism (din lat. *salto* – a sări) ipoteza despre schimbărilor evoluționiste săltătorii, cauzate de creşterea ritmului evoluției, pieirea în masă a grupelor sistematice vechi şi apariția noilor grupe sistematice (specii, genuri ş. a. m. d.) în timpul crizelor biocenotice.
Segregarea caracterelor – apariția a ambelor stări ale caracterelor (recesiv şi dominant) în fenotipurile urmaşilor indivizilor hibrizi.
Selecția (din lat. *selectio* – adunare) ştiința despre bazele teoretice şi metodelor de creare a noilor specii şi ameliorarea a celor existente soiuri de plante, rase de animale şi tulpini de microorganisme.
Selecție artificială – selecția, care este efectuată de către om cu scopul de a obține soiuri, rase sau tulpini cu caractere utile pentru om.
Selecția naturală, după **C. Darwin**, este rezultatul luptei pentru existență, care se manifestă în supraviețuirea şi înmulțirea animalelor de o anumită specie, care cel mai bine s – au adaptat la condițiile mediului.
Selecția disruptivă (din lat. *disruptus* – rupt) direcționează variabilitatea în două, rareori în mai multe direcții, însă nu contribuie la menținerea valorilor medii de manifestare a caracterului.
Selecție sexuală – fenomen de concurență între indivizii de acelaşi sex pentru împerecherea cu indivizi de sex opus la multe animale, mai frecventă la vertebrate.
Selecția stabilizatoare se manifestă în condiții constante ale mediului; menține stabilitatea unui anumit fenotip, care cel bine corespunde condițiilor mediul respectiv; ea exclude orice schimbări, fiind mai puțin adaptate şi într – un astfel mod reducând norma de reacție.
Serie filogenetică – succesiunea schimbărilor istorice ale întregului organism sau a unor organe ale lui în limitele anumitului grup taxonomic.
Set diploid de cromozomi (convențional este însemnat prin 2n, unde n – numărul de cromozomi în setul haploid) – setul de cromozomi ai nucleului, în care sunt câte doi cromozomi omologi, care aparțin fiecărei perechi.
Set haploid de cromozomi (din gr. *gaploos* – singuratic) – set de cromozomi al nucleului, în care toți cromozomii se deosebesc între ei (se înseamnă convențional 1n, unde n este numărul cromozomilor).
Set poliploid de cromozomi (din gr. *polis*, *ploos* – de câteva ori şi *eidos* – tip) – set de cromozomi a nucleului, în care fiecare cromozom este reprezentat de trei sau un număr mai mare de omologi.
Simbioză (din gr. *sim* şi *bios*) – orice forme de coexistență a diferitelor specii.
Speciația – procesul evoluționist de apariție a noilor specii.
Soi – populația plantelor, creată în rezultatul selecției cu caractere utile pentru om.
Specia – totalitatea populațiilor indivizilor, care se aseamănă între ei după structură, funcții, locul în biogeocenoză (nişa ecologică), populează anumită parte a biosferei (arealul), în natură se încrucişează liber între ei, dau urmaşi fecunzi şi nu se hibridizează cu alte specii.
Specii dominante (din lat. *dominantis*) – specii, populațiile cărora sunt cele mai numeroase în biocenoza respectivă.
Spermatogeneză (din gr. *spermatos* – sămânță) procesul formării spermatozoizilor (spermatiilor).
Spermatozoid (din gr. *spermatos* – sămânță şi *zoon* – ființă vie) – gamet masculin, care se mişcă cu ajutorul unui flagel.
Subspecie – totalitatea populațiilor, care se deosebesc de alte populații ale aceleiaşi specii printr – o stare sau câteva stări ale caracterelor.
Succesiuni (din lat. *succesio* – succesiune, continuitate) – schimbări succesive direcționate ale comunităților de organisme, care duc la transformarea boigeocenozei.

T

Teoria sintetică a evoluției – complex de opinii despre procesul evoluționist în anii 20–30 ai secolului al XX-lea în rezultatul combinării concepțiilor despre mutații ca unica sursă a variabilității ereditare, despre populații ca principala unitate a evoluției şi a concepției darwiniste despre lupta pentru existentă şi selecția naturală.
Tulpină – cultură de microorganisme, obținute de la o celulă.

U

Uniunea internațională pentru conservarea naturii (IUCN) – organizație neguvernamentală, care coordonează eforturile guvernelor diferitor țări, organizațiilor ştiințifice, de învățământ şi publice în domeniul ocrotirii naturii, editează Cartea Roşie Internațională.

V

Variabilitate – capacitatea organismelor de a dobândi caracter noi şi stări ale acestora în procesul ontogenezei.
Variabilitatea combinativă – variabilitatea ereditară, cauzată de recombinarea genelor alele.
Variabilitatea ereditară apare în rezultatul schimbării genotipului (combinativă şi mutațională).
Variabilitate modificativă (neereditară) (din lat. *modus* – măsură, şi *facio* – a face) – schimbări ale fenotipului, cauzate de diferiți factori ecologici şi ale genotipului.
Variabilitate mutațională – variabilitatea ereditară, cauzată de mutații.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

Cuprins

Dragi elevi ai clasei a zecea! . . . 3

Introducere

§1. Biologia – ştiinţă complexă despre natura vie. Nivelurile de organizare a sistemelor biologice. Metodele principale de cercetări biologice . . . 4

TEMA 1. Componenţa chimică a celulei

§2. Apa, particularităţile şi funcţiile ei în componenţa sistemelor biologice. Alţi compuşi anorganici . . . 11
§3. Noţiuni despre substanţele organice. Lipidele şi glucidele . . . 15
§4. Proteinele: structura şi particularităţile . . . 19
§5. Funcţiile proteinelor . . . 22
§6. Acizii nucleici. Particularităţile şi funcţiile ARN. . . . 25
§7. Structura, particularităţile şi funcţiile ADN . . . 27
§8. Noţiunea despre transformarea energiei în sistemele biologice. ATP . . . 30
LUCRARE PRACTICĂ 1. Rezolvarea exerciţiilor elementare de structură ale proteinelor şi acizilor nucleici . . . 33

TEMA 2. Structura celulei

§9. Metodele de cercetare ale celulelor. Tipurile de microscopie . . . 36
§10. Structura celulei eucariote: aparatul exterior . . . 39
§11. Structura celulei eucariote: citoplasma, ribozomii, organitele mişcării, centrul celular . . . 43
§12. Structura celulei eucariote: reticulul endoplasmatic, complexul Golgi, lizozomii, vacuolele . . . 47
§13. Structura celulei eucariote: mitocondrii şi plastidele . . . 51
§14. Nucleul: structura şi funcţiile . . . 53
§15. Tipul celulelor şi caracteristica lor comparativă. Structura celulei procariote . . . 57
LUCRARE DE LABORATOR. Studierea diversităţii de structură şi funcţionale ale celulelor . . . 61

TEMA 3. Principiile de funcţionare a celulelor

§16. Schimbul de substanţe şi transformarea energiei în celulă. Mecanismele biochimice ale respiraţiei . . . 63
§17. Schimbul energetic. Etapa cu oxigen (aerobă) . . . 67
§18. Particularităţile proceselor schimbului plastic. Fotosinteza: faza de lumină . . . 71
§19. Fotosinteza: faza de întuneric . . . 74

TEMA 4. Păstrarea şi realizarea informaţiei ereditare

§20. Particularităţile organizării genelor şi genomilor la organismele procariote şi eucariote . . . 79
§21. Rolul diferitor tipuri de molecule de RN în codarea şi realizarea informaţiei ereditare. Codul genetic . . . 82
§22. Biosinteza proteinelor . . . 85
LUCRAREA PRACTICĂ 2. Rezolvarea exerciţiilor elementare de replicare, transcriere şi translare . . . 89
§23. Ciclul celular. Mitoza . . . 90
§24. Meioza . . . 93
§25. Tipurile de înmulţire a organismelor. Celulele sexuale . . . 96
§26. Procesele fecundaţiei . . . 100
§27. Etapele dezvoltării individuale a organismelor. Dezvoltarea embrionară a animalelor . . . 105
§28. Dezvoltarea post-embrionară şi creşterea organismelor. . . . 108

TEMA 5. Legităîţile moştenirii caracterelor

§29. Genetica este ştiinţa despre particularităţile eredităţii şi variabilităţii organismelor . . . 113
§30. Metodele de cercetare genetică . . . 116
§31. Legităţile eredităţii, care au fost stabilite de G. Mendel. Caracterul statistic al legităţilor genetice şi bazele lor citologice . . . 120
LUCRAREA PRACTICĂ 3. Alcătuirea schemelor de încrucişare . . . 124
§32. Fenomenul moştenirii înlănţuite. Teoria cromozomială a eredităţii . . . 126
§33. Genetica sexului. Moştenirea înlănţuită cu sexul . . . 130
§34. Genotipul organismului ca sistem integru . . . 133
§35. Formele variabilităţii. Variabilitatea modificativă reprezintă rezultatul interacţiunii genotipului şi condiţiilor mediului . . . 136
§36. Tipurile mutaţiilor şi cauzele mutaţiilor . . . 139
§37. Bolile ereditare ale omului. Consultarea genetică . . . 144

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua

TEMA 6. Evoluția lumii organice

§38. Procesul evoluției ca particularitate universală a sistemelor biologice . . . 152
§39. Opiniile evoluționiste ale lui J.-B. Lamarck. Teoria evoluției a lui C. Darwin . . . 156
§40. Principiile de bază ale teoriei contemporane a evoluției. Populația ca unitate elementară a evoluției . . . 160
§41. Crearea speciilor. Direcțiile principale ale procesului evoluționist . . . 164
§42. Rolul diferitor ştiințe la argumentarea teoriei evoluției . . . 169
§43. Opiniile despre lume şi ştiințifice privind originea şi dezvoltarea istorică a vieții . . . 173
§44. Etapele evoluției omului . . . 178

TEMA 7. Diversitatea biologică

§45. Bazele filogeniei evoluționiste şi sistematicii . . . 186
§46. Formele acelulare de viață - viruşii. Procariotele . . . 190
§47. Eucariotele: ciupercile, plantele, animalele . . . 195
LUCRARE PRACTICĂ 4. Compararea structurii şi procesul de înmulțire a formelor celulare şi acelulare de viață . . . 200

TEMA 8. Sistemele biologice supraorganismice

§48. Ecologia. Ecosistemul şi caracteristica lui . . . 202
§49. Relațiile trofice. Fluxurile de energie în ecosisteme. Productivitatea ecosistemelor . . . 204
§50. Factorii ecologici biotici, biotici şi antropogen . . . 208
§51. Stabilitatea ecosistemelor şi cauzele încălcării ei . . . 211
§52. Biosfera ca un sistem integru . . . 213
§53. Protecția şi conservarea biosferei, principalele măsuri ale ocrotirii mediului ambiant . . . 218

TEMA 9. Biologia ca baza biotehnologiei şi medicinei

§54. Sarcinile selecției moderne . . . 225
§55. Particularitățile selecției animalelor, plantelor şi microorganismelor . . . 229
§56. Revizuirea biotehnologiilor tradiționale . . . 234
§57. Ingineria genetică (genică). Organismele modificate genetic . . . 238
§58. Ingineria celulară (tisulară) . . . 242
Principalele trăsături generale ale sistemelor vii . . . 248
Scurt dicționar terminologic . . . 251

Навчальне видання

ОСТАПЧЕНКО Людмила Іванівна, БАЛАН Павло Георгійович,
ПОЛІЩУК Валерій Петрович

БІОЛОГІЯ

Підручник для 9 класу загальноосвітніх навчальних закладів
з навчанням молдовською мовою

Рекомендовано Міністерством освіти і науки України

Видано за рахунок державних коштів. Продаж заборонено

Переклад з української
Перекладачі *Василь Поліщук, Андрій Волуца*

Молдовською мовою

Редактор *Тетяна Соколова.* Обкладинка *Тетяни Кущ*
Художнє оформлення *Людмили Кузнецової*
Технічний редактор *Сергій Максимець*
Комп'ютерна верстка *Мирослави Токарюк*

Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 29,76. Обл.-вид. арк. 25,37.
Тираж 308 пр. Зам. № 1227

Видавець і виготовлювач видавничий дім „Букрек"
вул. Радищева, 10, м. Чернівці, 58000
www.bukrek.net
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єкта видавничої справи ЧЦ № 1 від 10.07.2000 р.

Право для безоплатного розміщення підручника в мережі Інтернет має
Міністерство освіти і науки України http://mon.gov.ua/ та Інститут модернізації змісту освіти https://imzo.gov.ua