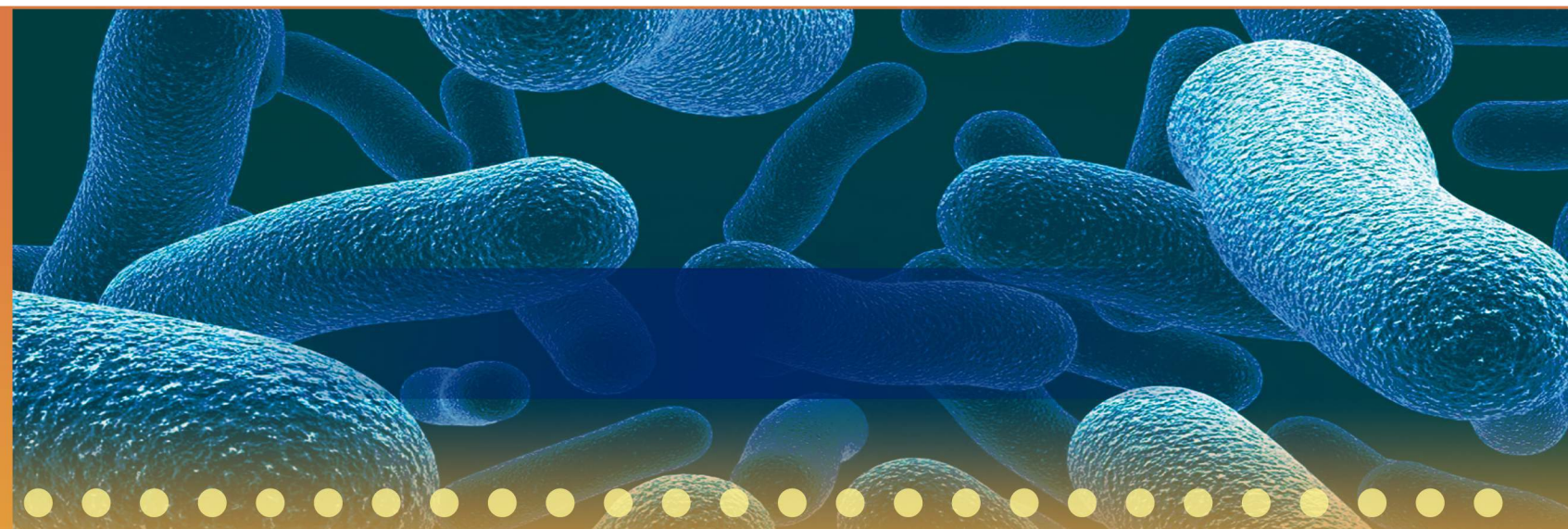
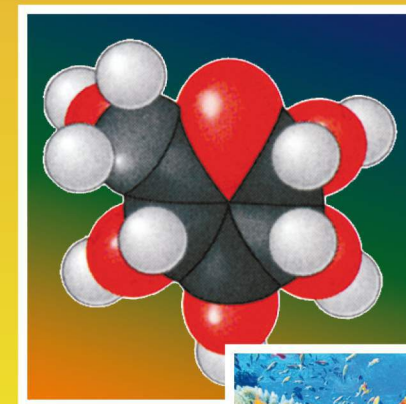


2017

BIOLOGIE

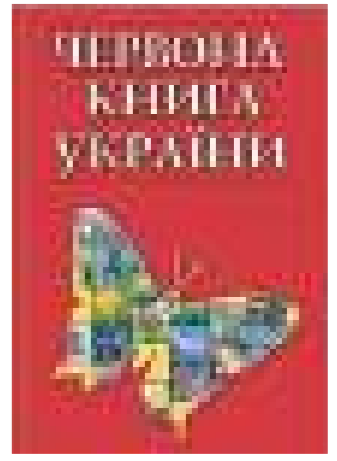


BIOLOGIE



9





Ochiul boului de munte
Aster alpinus



Floarea-reginei
Leontopodium alpinum



Iarba pene
Stipa dasyphylla



Nemțșorii de câmp
Delphinium cuneatum



Aldrovanda
Aldrovanda vesiculosa



Marsilea quadrifolia
Marsilea quadrifolia



Coeloglossum viride
Coeloglossum viride



Pinul Stankewicz *Pinus stankewiczii*



Laleaua scită
Tulipa scythica



Șofranul Pallas
Crocus pallasii



Părul Maicii Domnului
Adiantum capillus-veneris



Bujorul de stepă
Paeonia tenuifolia

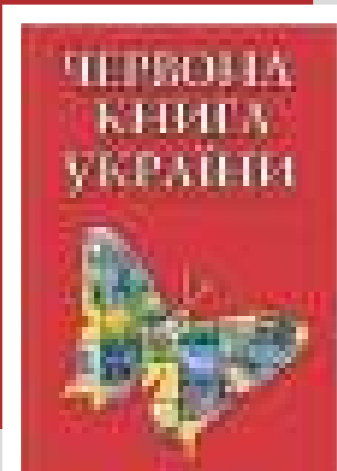


Brăduțul
Lycopodium annotinum



Cupa
Gentiana acaulis

ANIMALE



Molia cap-de-mort
Acherontia atropos



Vipera nikolskii
Vipera nikolskii



Foca Monachus
Monachus monachus



Bubo *Bubo bubo*



Hermina *Mustela erminea*



Cosașul de stepă
Saga pedo



Crabul de piatră
Eriphia verrucosa



Morunul *Huso huso*



Acvila de munte
Aquila chrysaetos



Tritonul carpatic
Lissotriton montandoni



Ariciul de deșert cu urechi lungi
Hemiechinus auritus

Ascalaful
Libelloides macaronius



Afalinul *Tursiops truncatus*



Zimbrul *Bison bonasus*



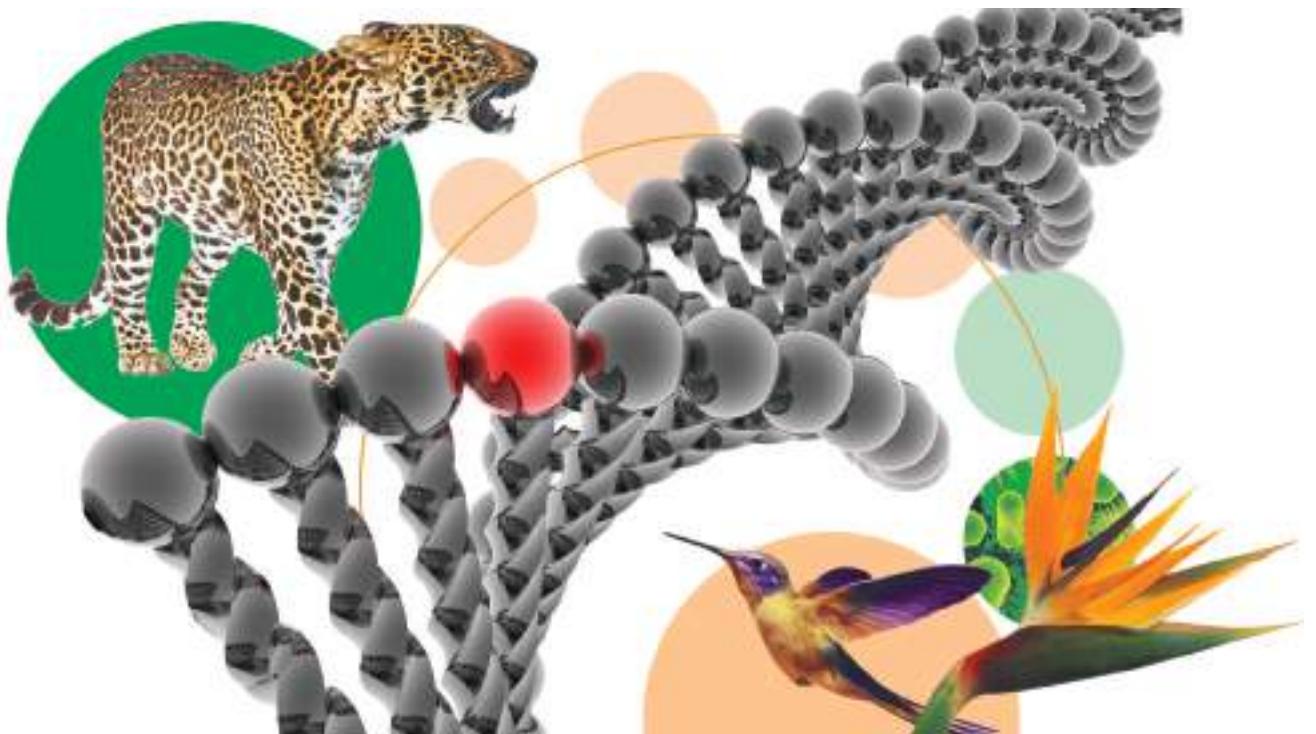
Liliacul pitic al lui Kuhl
Pipistrellus kuhlii

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

BIOLOGIE

Manual pentru clasa a 9-a a instituțiilor de învățământ
general cu predarea în limba moldovenească

Recomandat de Ministerul Învățământului și Științei din Ucraina



Cernăuți
„Bukrek”
2017

УДК 57(075.3)
О-76

Перекладено за виданням:

Л. І. Остапченко, П. Г. Балан, В. П. Поліщук. Біологія. Підруч.
для 9 кл. загальноосвіт. 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 І–ІІІ 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)

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

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

DRAGI ELEVI AI CLASEI A ZECEA!

În decursul anilor precedenți de învățământ ați luat cunoștință cu lumea diversă a organismelor: bacterii, plante, ciuperci, animale. De asemenea, ați studiat anatomia și procesele de activitate vitală a omului ca ființă biosocială.

În clasa a 9-a veți lua cunoștință de realizările științelor biologice, care studiază componența chimică a organismelor, structura și funcționarea celulelor și țesuturilor, particularitățile dezvoltării individuale, legitățile eredității și variabilității. Veți afla despre legitatea generală caracteristică pentru diferiți reprezentanți ai naturii vii, despre diferite niveluri de organizare a materiei vii: veți generaliza cunoștințele, obținute în decursul precedenților ani de învățământ.

Cunoștințele căpătate vă vor ajuta să vă orientați mai bine în lumea ființelor vii, care vă înconjoară, să înțelegeți relațiile reciproce care există între ele și mediul ambiant. Sperăm că veți conștientiza necesitatea extraordinară de a ocroti mediul natural ambiant și de a îmbunătăți starea lui, de a păstra și de a folosi rațional resursele naturale. Va fi interesant să aflați despre biotehnologiile performante, ingineria genetică și cea celulară, deoarece de dezvoltarea lor depinde soluționarea celor mai acute probleme ale omenirii: asigurarea cu produse alimentare, elaborarea noilor preparate medicamentoase, acțiunile privind protecția mediului ambiant, prelungirea vieții omului.

O componentă importantă a lecției de biologie sunt cercetările de laborator, lucrările de laborator și cele practice. Ele vă vor ajuta să însușiți de sine stătător sistemul de cunoștințe, să vă formați deprinderi speciale și practice. Proiectele de învățământ vor servi pentru formarea la elevi a deprinderilor de a munci de sine stătător, de a căuta informație suplimentară în alte surse literare.

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

Deci, vă dorim succes în cunoașterea lumii complicate și interesante a organismelor vii. Sperăm că cunoștințele obținute, studiind biologia, vă vor prinde bine în viitor.

Autorii

INTRODUCERE

În „Introducere” veți afla despre:

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

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

Amintiți-vă ce înseamnă sistemele biologice. Care sunt caracteristicile plantelor, ciupercilor, bacteriilor și animalelor? Cu ajutorul căror metode sunt studiate organismele unicelulare și pluricelulare? Ce înseamnă populația, ecosistemul, circuitul substanțelor?

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

În decursul anilor precedenți de învățământ în școală ați luat cunoștința de unele dintre principalele științe biologice ca botanica, micologia, zoologia, anatomia și fiziologia omului etc. În actualul an de învățământ veți afla despre realizările altor științe biologice: biochimia, citologia, virusologia, biologia dezvoltării individuale, genetica, ecologia, teoria evoluției etc. (des. 2). Datele despre acestea și multe alte științe biologice oferă posibilitatea să fie studiate legitățile caracteristice tuturor organismelor vii.

În decursul anilor precedenți, de asemenea, ați luat cunoștința de **principalele proprietăți ale materiei vii** în baza exemplului bacteriilor, plantelor, ciupercilor și organismului omului. Să le generalizăm.



Des. 1.1. **Jean-Baptiste Lamarck**
(1744–1829).



2. **Gottfried Reinhold Treviranus**
(1766–1837)

Organismele vii constituie sisteme biologice întregi, capabile de autoreînnoire, autoreglare și autoreproducere.

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

Activizați-vă cunoștințele!



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

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

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

Fiecare sistem biologic este capabil la autoreglare. Aceasta este condiția principală la susținerea *homeostazei*.

Trăsătura caracteristică a organismului – capacitatea de a se mișca.

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

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

Organismele sunt capabile să crească și să se dezvolte. Datorită *creșterii* ele își măresc dimensiunile și masa. *Dezvoltarea* înseamnă schimbări calitative legate de noi trăsături ale structurii și particularități de funcționare.

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 și intern.

Biologia – sistem de științe despre viață la diferite niveluri de organizare a ei; studiază organismele vii și generalizează legitățile proprii tuturor organismelor; sarcina ei este de a cunoaște esența vieții.	
Biologia moleculară	studiază procesele care au loc în sistemele vii la nivel molecular
Citologia	știința despre structura și procesele vitale ale celulelor
Histologia	știința despre structura și funcțiile țesuturilor
Biotehnologia	știință aplicată care elaborează și aplică în producție metodele industriale cu folosirea organismelor vii și proceselor biologice
Embriologia	știința despre etapa embrionară de dezvoltare individuală a organismelor
Biologia dezvoltării individuale	știința despre legitățile dezvoltării organismului de la concepere și până la moarte
Virusologia	știința despre formele de viață acelulară – virușii
Genetica	știința despre legitățile ereditare și variabilității, mecanismele de transmitere a informației ereditare de la părinți la urmași
Selecția	știință aplicată despre crearea noilor soiuri de plante, rase de animale și tulpini de microorganisme
Ecologia	știința despre relațiile reciproce între organisme și condițiile mediului ambiant
Știința despre evoluție	știința care stabilește legitatea dezvoltării istorice a organismelor vii de pe planeta noastră
Paleontologia	știința care studiază organismele moarte
Filogenia	știința despre căile concrete și etapele dezvoltării istorice a diferitelor grupuri de organisme vii
Sistematica	știința despre diversitatea speciilor ființelor vii contemporane și dispărute
Botanica	știința despre plante
Micologia	știința despre ciuperci
Zoologia	știința despre animale
Bacteriologia	știința despre organismele procariote – archaea și bacterii
Anatomia	știința care studiază forma, structura organismelor aparte, sistemelor de organisme și organismelor în general. Subdiviziunile anatomiei: anatomia plantelor, animalelor și omului
Fiziologia	știința despre activitatea vitală a organismelor. Subdiviziunile fiziologiei: fiziologia plantelor, animalelor, omului

Des. 2. Caracteristica succintă a principalelor științe biologice.

Temă. Chibzuți care științe biologice din această schemă sunt mai strâns legate între ele.



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

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

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

Nivelul celular se caracterizează prin aceea că celula este sistemul biologic, capabil de a funcționa de sine stătător și de a se autoreproduce. În fiecare celulă, atât la organismele unicelulare, cât și la cele pluricelulare, se produce schimbul de substanțe și transformarea energiei, se păstrează și se realizează informația ereditară. Celulele sunt predispuse de a se înmulți. 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 funcțiile de structură și funcționale, deseori formând *țesuturi*. Din aceste țesuturi se formează *organe*. Diferite organe interacționează între ele în procesul schimbului de substanțe și de transformare a energiei, formând *sistemele de organe*. Prin aceasta se asigură funcționarea organismului integrat (la organismele unicelulare nivelul individual de organizare coincide cu celula). Nivelul individual de organizare a materiei vii este studiat de mai multe științe: *botanica, zoologia, micologia, bacteriologia etc.*

Nivelul populațional și al speciei. Toate organismele vii țin de anumite *specii biologice*. Organismele ce aparțin la o anumită specie au particularități comune ale structurii și proceselor de activitate vitală, cerințe ecologice asemănătoare față de mediul ambiant. Ele sunt capabile de a lăsa urmași 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 *populația*.

Nivelul de ecosistem. Populațiile diferitelor specii, care populează teritoriul comun, interacționează între ele și cu factorii naturii moarte, intră în componența sistemelor biologice supraspecii – *ecosisteme*. Pentru nivelul de ecosistem sunt caracteristice fluxurile permanente de energie între populațiile de diferite specii, precum și schimbul permanent de substanțe între părțile vii și moarte ale ecosistemelor, adică *circuitul substanțelor*.

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

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 și de modelare.

Metoda descriptiv-comparativă a fost inițiată de savantul din Grecia antică Aristotel. Ea este folosită la descrierea speciilor de organisme, procesele și fenomenele noi pentru știință. Uneori este insuficientă descrierea organismelor, proceselor, fenomenelor etc. noi pentru știință. Pentru stabilirea originalității obiectului de cercetare, procesului sau a fenomenului, acestea urmează să fie comparate cu obiecte, procese și fenomene asemănătoare. De exemplu, descoperirea speciilor noi pentru știință este imposibilă fără analiza asemănărilor și 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, desfășurarea diferitor procese, fenomene și urmăresc consecințele unei astfel de intervenții. Experimentele sunt de teren și de laborator. *Experimentele de teren* sunt efectuate în condiții naturale: de exemplu, pe loturile experimentale sunt studiate acțiunile anumitor substanțe asupra creșterii plantelor, sunt încercate acțiunile de luptă împotriva dăunătorilor, este cercetată influența activității economice a omului asupra ecosistemelor naturale etc. *Experimentele de laborator* sunt desfășurate în încăperi dotate special (*laboratoare*). La aceste cercetări sunt folosite organisme experimentale, înmulțite și întreținute special de oamenii de știință.

Monitorizarea înseamnă urmărirea permanentă a desfășurării anumitor procese în anumite populații, ecosisteme, în biosferă în general sau a stării anumitor obiecte biologice. Monitorizarea oferă posibilitatea să fie studiată starea anumitor obiecte, populații, ecosisteme și biosferei în general, să fie pronosticate posibilele schimbări negative, să fie analizate consecințele și să fie elaborate la timp acțiunile de protecție.

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

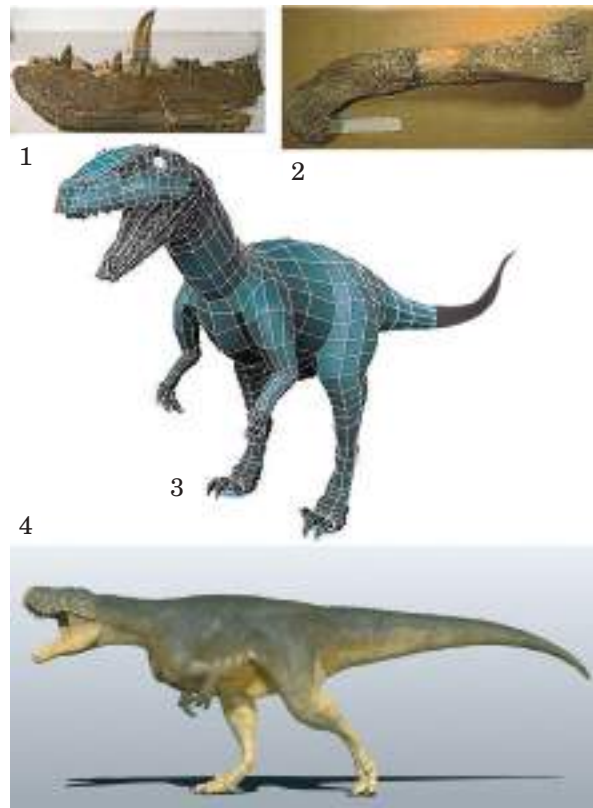
Modelarea este metoda de cercetare și de demonstrare a structurilor, funcțiilor, proceselor cu ajutorul imitației simplificate (des. 4). Modelarea este o etapă obligatorie pentru multe cercetări științifice, deoarece dă posibilitate să fie studiate obiectele și procesele, care sunt imposibil să fie urmărite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

Modelarea matematică în biologie constituie un complex de metode matematice de analiză a complexității relațiilor reciproce și legității 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 știm

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



Des. 4. 1 – fragment al maxilarului inferior al dinozaurului răpitor megalozaur, care se deplasa cu ajutorul membrilor 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

ETAPELE CREĂRII MODELULUI MATEMATIC

Este înaintată consecvent ipoteza de lucru și 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 și experimentelor, verificând veridicitatea modelului

Direcțiile principale ale aplicării rezultatelor cercetărilor biologice contemporane

Asigurarea populației planetei cu produse alimentare

Ocrotirea sănătății omului și animalelor domestice

Protecția mediului ambiant și păstrarea diversității speciilor de organisme

cu ajutorul computerelor, care memorizează un volum enorm de informații și le prelucrează foarte repede cu folosirea programelor speciale. Cu ajutorul modelării matematice, de exemplu, pot fi studiate relațiile reciproce între organisme în ecosisteme (cum ar fi dependența numărului populației de animale ierbivore de numărul populației animalului răpitor, dependența schimbării numărului populației de schimbările climaterice sau de influența activității omului).

Metoda statistică. Toate faptele adunate, neprelucrate statistic, neanalizate multilateral, nu dau posibilitate să fie imaginată întreaga informație, pe care o conțin aceste fapte, stabilite anumite legități. Prelucrarea matematică este necesară pentru determinarea gradului veridicității rezultatelor obținute și generalizarea lor justă. Aplicarea metodelor matematice și statistice a contribuit la transformarea biologiei din știință descriptivă în știință exactă, care se bazează pe o analiză matematică clară a datelor obținute.

Legitatea veridică din punct de vedere statistic în biologie poate fi considerată **regulă** sau **lege științifică**. **Legile biologice** sunt legități care, de obicei, nu au excepții și pot fi explicate numai într-un mod anumit (*amintiți-vă* de legile învățate la alte obiecte). Cu timpul veți lua cunoștință de principalele legi biologice, în deosebi de legile ecologice și cele ale eredității.

Însemnătatea biologiei în viața omului. În prezent biologia joacă un rol extrem de important în existența societății umane. Rezultatele cercetărilor biologice sunt necesare pentru:

- ✓ ocrotirea sănătății omului, precum și tratarea și profilaxia bolilor la animalele domestice;
- ✓ asigurarea omului cu produse alimentare;
- ✓ ocrotirea și îmbunătățirea mediului ambiant și folosirea rațională a resurselor naturale.

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

Biologia este știința, chemată ca prin cercetările sale să-i convingă pe oameni să manifeste o atitudine grijulie față de natură, necesitățile oamenilor și legile ei, fără a intenționa să le schimbe în orice mod. Ecologia contemporană este o bază teoretică pentru protecția mediului ambiant. Datorită realizărilor în domeniul tehnologiilor au fost create metode contemporane care prevăd folosirea diferitor specii de microorganisme pentru curățirea mediului ambiant de poluări.

Biologia are legături strânse cu alte științe naturale și umanitare (des. 5).

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

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

Des. 5. Exemple de legături reciproce între biologie și alte științe.
Temă. Folosind diferite surse de informații, completați schema

imposibil progresul în științele agrare, ocrotirea sănătății, biotehnologii etc. Cu toate că biologia a atins succese importante în studierea naturii vii, în fața ei stau încă multe probleme nerezolvate. Posibil, anume voi veți avea posibilitatea să descoperiți alte taine ale vieții pe planeta noastră.

Termeni și noțiuni-cheie:

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

Verificați-vă cunoștințele obținute



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

Chibzuți



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

Discutați în grupuri



Folosind diferite surse de informații, caracterizați principalele etape de dezvoltare a biologiei.



Pe scurt despre principalul

Biologia este un complex de științe care cercetează diferite manifestări ale vieții. Biologia contemporană are strânse legături atât cu alte științe naturale, cât și cu cele umanitare.

Materia vie se poate afla la diferite niveluri de organizare: molecular, celular, individual, populațional și al speciei, de ecosistem și 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 și modelării.

Rezultatele obținute în urma cercetărilor sunt prelucrate cu ajutorul analizei matematice și statistice.

TEST PENTRU CONSOLIDAREA CUNOȘTIȚELOR

Din răspunsurile propuse alegeți cele corecte

1. Numiți numele savanților care au propus termenul „biologia”: a) C. Linnaeus și J.-B. Lamarck; b) T. Schwann și M. Schleiden; c) J.-B. Lamarck și G.R. Treviranus; d) C. Darwin și K. Ber.
2. Arătați, cum este numită capacitatea sistemelor biologice de a păstra stabilitatea relativă a componenței și 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) virușii.
4. Determinați nivelul cel mai înalt de organizare a materiei vii: a) populațional și 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) virușii.
7. Numiți sistemele biologice care țin de sistemele biologice ale supraorganismelor: a) volvox; b) virușii; c) populațiile; d) foraminiferele.

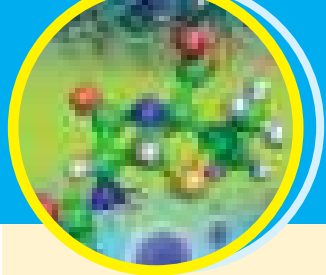
Creați perechi logice

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

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

Întrebări cu răspuns deschis

9. Ce este comun și deosebit în structura și funcționarea celulei organismelor unicelulare și celulelor care intră în componența unor sau altor țesuturi?
10. Ce este comun și deosebit în manifestările de iritare în plantele pluricelulare și animalele pluricelulare?



TEMA 1. COMPONENTA CHIMICĂ A CELULEI

În această temă veți afla despre:

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

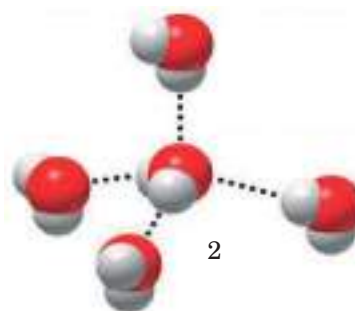
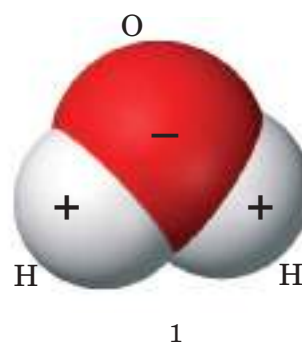
§2. APA, PARTICULARITĂȚILE ȘI FUNCȚIILE EI ÎN COMPONENTA SISTEMELOR BIOLOGICE. ALȚI COMPUȘI ANORGANICI

Amintiți-vă, ce este comun între natura vie și natura moartă. Care legătură chimică se numește covalentă?

Știți cu toții că știința care studiază componența chimică a organismelor vii, structura, particularitățile și rolul compușilor descoperiți, căile de apariție și de transformare a lor, se numește **chimia biologică** sau **biochimia**. Una din sarcinile principale ale biochimiei constă în clarificarea mecanismelor de reglementare a activității vitale a celulelor și organismului întreg, care asigură unitatea proceselor schimbului de substanțe și de transformare a energiei din organism.

Între toți compușii chimici un rol excepțional în asigurarea proceselor activității vitale a organismelor îi revine apei. **Apa** creează mediul intern al organismelor. În mediul apos au loc procesele schimbului de substanțe și de transformare a energiei. Apa participă nemijlocit la reacțiile de dizolvare a compușilor organici. Conținutul de apă în organism este de 60–70 %, iar în unele cazuri – până la 98 % (de exemplu, la meduză). Citoplasma majorității celulelor conține circa 80 % de apă.

Structura, proprietățile și funcțiile apei. Apei îi sunt proprii particularități chimice și fizice unice. Deja cunoașteți că molecula apei (H_2O) este compusă din doi atomi de Hidrogen, uniți cu un atom de Oxigen prin **legături covalente** (des. 6.1). La polii moleculei de apă se află sarcini pozitivă și negativă, deci ea este **polară**. Datorită acestui fapt două molecule vecine de apă, de obicei, se atrag reciproc pe contul forțelor de interacțiune electrostatică între sarcina negativă a atomului de Oxigen al unei molecule și 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 mișcă permanent, și legăturile de hidrogen



Des. 6.

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

E interesant să știm

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

E interesant să știm

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



Des. 7. Insecta de gheață
(ordinul muște 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 învelișul apos în jurul unor compuși (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 compuși.

În dependență de temperatura mediului ambiant apa este capabilă să-și 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 și în ioni de hidroxid. Între moleculele de apă și ioni se stabilește un echilibru dinamic:



Apa determină particularitățile fizice ale celulelor – volumul și tensiunea din interiorul celulei (*turgor*). În comparație cu alte lichide, temperatura de fierbere, topire și 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) și cele care nu se dizolvă (*hidrofobe*, sau nepolare). De compușii hidrofilii țin multe săruri cristaline, de exemplu, sarea de bucătărie (NaCl), precum și 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 ($-\text{CH}_2$, $-\text{CH}_2\text{CH}_3$). Asemenea compuși se dizolvă preponderent în dizolvanți nepolari (cloroform, benzol).

Pătrunderea substanțelor în celulă și 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 compuși în organisme. Soluțiile substanțelor organice și anorganice în plante sunt transportate prin țesuturi și 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 compușii organici cu alipirea lor la locul rupturii ionilor H^+ și OH^- . Desfășurarea multor procese biologice este posibilă anume datorită creării și ruinerii legăturilor de hidrogen.

Datorită apei organismele sunt capabile să-și 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 bruște de temperatură în celule și în întregul organism în rezultatul schimbării bruște și oscilației temperaturilor în mediul ambiant. Deoarece pentru evaporarea apei se cheltuiește 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).

Datorită conductibilității termice înalte **apa asigură distribuirea egală a căldurii între țesuturile și organele organismului** prin circulația sângelui, limfelor, circulația lichidelor din cavitățile corpului la animale, circulația dizolvantilor pe corpul plantelor etc.

Compoziția 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 conținut este de 99,9 %, de exemplu, Hidrogenul, Carbonul, Nitrogenul, Oxigenul, Calciul, Potasiul, Sodiul, Fierul, Magneziul, Sulfur, Clorul, Fosforul, aparțin **macroelementelor**. Circa 60 de elemente chimice – **microelementelor** (Iodul, Cobaltul, Manganul, Cuprul, Molibdenul, Zincul etc.), doar conținutul lor în celulă constituie de la 10–12 % până la 10–3 %. Hidrogenul, Carbonul, Nitrogenul și Oxigenul sunt numite **elemente organogene**, deoarece cantitatea lor în compușii organici este cea mai mare (partea sumară constituie 98 % din conținutul chimic al ființelor vii).

Elementele chimice din celule intră în componența compușilor organici și 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 și celei moarte.**

ELEMENTE CHIMICE
ÎN COMPONENȚA SISTEMELOR
BIOLOGICE

H, C, N, O, Ca, K, Fe, Mg, Na, S, P, Cl
MACROELEMENTE

I, Co, Mn, Cu, Zn, Mo etc.
MICROELEMENTE

Tabelul 1.

Unele elemente chimice din componența organismelor și importanța lor biologică

Elementul și simbolul lui	Conținutul în masa celulei, în %	Importanța biologică
Oxigen (O)	65–75	Intră în componența moleculei apei, multor compuși anorganici și organici, oxigenul, care în timpul respirației pătrunde în organismul ființei vii, asigură reacția de oxidare a diferitor compuși organici
Carbon (C)	15–18	Intră în componența moleculelor tuturor compușilor organici și a multor compuși anorganici. Datorită CO ₂ are loc alimentația aeriană a organismelor autotrofe predispușe la fotosinteză: ele folosesc Carbonul pentru sinteza substanțelor organice proprii
Hidrogen (H)	8–10	Intră în componența moleculelor apei, altor compuși anorganici și organici
Nitrogen (N)	1,5–3,0	Intră în componența proteinelor, acizilor nucleici, ATP și a altor biomolecule. Atomii de Nitrogen intră în componența compușilor minerali, absorbiți din sol de plante. În atmosferă ei pot fi înșușiți de bacteriile ce formează nodozități, de unele cianobacterii. Nitrogenul intră în componența polizaharidei, chitinei – componente ale membranei plasmactice 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 compuși din Fosfor influențează negativ la formarea scheletului, la sinteza multor substanțe organice importante. Compușii din fosfor contribuie la coacerea rapidă a fructelor și asigură rezistența pe timp de iarnă a plantelor

Elementul și 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 compușilor 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) și a altor substanțe organice. Resturile de acid sulfuric, unindu-se cu compuși nedizolvați în apă, asigură dizolvarea acestora. Aceasta contribuie la eliminarea substanțelor respective în stare dizolvată din celule și 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 și multor animale), plasmei sângelui. Acidul clorhidric creează un mediu acid în stomacul animalelor vertebrale și al omului, stimulând fermenții sucului gastric
Calciu (Ca)	0,04–2,0	Intră în componența dinților, oaselor și 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 și la mamifere. Insuficiența de compuși 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 compușilor 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 mușchilor – mioglobină, care leagă oxigenul adus de sânge, fermenților compuși etc.
Zinc (Zn)	0,0003	Componentul unor fermenți și 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 și 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 ruina smalțului dentar – caria



Pe scurt despre principalul

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

Termeni și noțiuni-cheie:

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

Verificați-vă cunoștințele 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

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

Chibzuți



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 ȘI GLUCIDELE

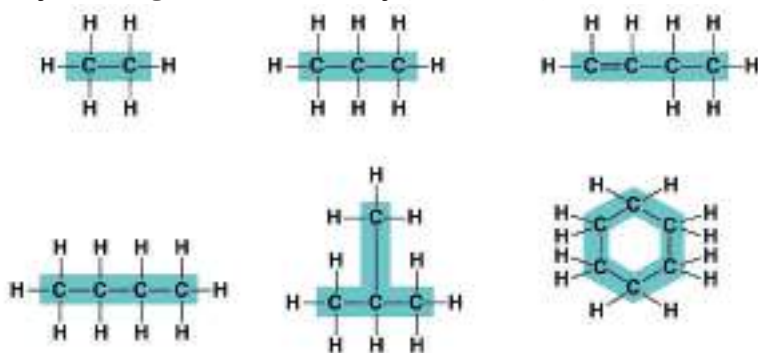
Amintiți-vă, care elemente sunt considerate organogene. Prin ce se deosebesc între ei compușii hidrofilii și hidrofobi? Care sunt funcțiile grăsimilor în organisme? Care sunt funcțiile în organismul omului ale hormonilor glandei suprarenale și hormonii genitali? Ce înseamnă glicocalix?

Știți de la cursul de chimie că toți compușii chimici se împart în anorganici și organici (*amintiți-vă*, prin ce se deosebesc ei).

Substanțele organice sunt compușii de Carbon cu alte elemente, care apar în ființele vii. În componența compușilor organici predomină elementele chimice organogene: Hidrogenul, Oxigenul, Nitrogenul și Carbonul. Atomii de Carbon uniți covalent creează lanțuri, inele sau rânduri de inele – așa-numitul **schelet al moleculei** (des. 8).

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

Un grup deosebit de compuși organici constituie **substanțele biologic active**: fermenții, hormonii, vitaminele etc.



Des. 8. Scheletele diferitor compuși 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 și 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 compuși, 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 %) și microelemente (mai puțin de 1 %). La grupul de macroelemente aparțin: Hidrogenul, Carbonul, Nitrogenul, Oxigenul, Calciul, Potasiul, Sodiul, Fierul, Magneziul, Sulfur, Clorul, Fosforul. Circa 60 de elemente chimice țin de grupul microelementelor (Iodul, Cobaltul, Manganul, Cuprul, Molibdenul, Zincul etc.).



Des. 9. Danilevski Oleksandr (1883–1923)

E interesant să știm

Danilevski Oleksandr – vestit biochimist, farmacolog și 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 științifice – chimia proteinelor (în special, a fermenților) și problemele alimentației raționale.

Tipurile principale ale compușilor organici, care intră în componența organismelor

Compuși organici	Componentele lor	Funcțiile
<i>Lipide:</i> grăsimi	Resturi de alcool trivalent și acizi grași	De structură, energetică, de protecție, regulatorie
ceară	Resturi de alcool monovalent și acizi grași	
steroide	Alcool policiclic hidrofob	
<i>Bipolimeri:</i> polizaharide	Monozaharide	De structură, energetică
proteine	Aminoacizi	De structură, energetică, de protecție, catalitică (fermentativă), de semnalare, mișcare, regulatorie, de transportare
acizi nucleici	Nucleotide	De codare și păstrare a informației genetice, participare la biosinteza proteinei

Ele influențează procesele schimbului de substanțe și de transformare a energiei. Multe dintre ele asigură reglarea umorală a proceselor de activitate vitală a diverselor ființe.

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

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

Lipidele sunt divizate în simple și compuse. Din **lipidele simple** fac parte substanțele compuse din resturi de acizi grași și alcool, de exemplu, grăsimile și ceara.

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

Ceara îndeplinește cu precădere funcția de protecție. La mamifere ceara este secretată de glandele sebacee: ea dă pielii elasticitate și reduce afectarea învelișului pilos. La păsările de apă ceara este secretată de glanda uropigiană, situată deasupra cozii. Ea atribuie penajului proprietăți hidrofuge. Stratul de ceară acoperă frunzele plantelor deasupra solului (des. 10, 1) și suprafața externă a scheletului la antropoide – viețuitoare de uscat, prevenind astfel evaporarea apei de pe suprafața corpului lor. Sunt bine dezvoltate glandele de secreție a cerii, situate pe corpul albinelor-lucrătoare. După cum țineți minte, din ceară albinele construiesc fagurii lor (des. 10.2).

Lipidele compuse sunt compuși formați în rezultatul interacțiunii lipidelor simple cu alte substanțe. Din categoria lor fac parte lipoproteinele (compuși din lipide și proteine), glicolipidele (lipidele și glucidele), fosfolipidele (lipidele și acizii ortofosforici).

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



1



2

Des. 10. Ceara acoperă suprafața fructelor și intră în componența cuticulei frunzelor (1); din ceară albinele își construiesc fagurii (2)

teroizii). Una dintre cele mai cunoscute steroide este *colesterina*. În organismul omului ea servește drept predecesor în timpul sintezei hormonilor sexuali. Colesterina este sintetizată în ficat și, după cum știți, intră în componența fierii.

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

Nu mai puțin importantă este **funcția de construcție sau de structură** a lipidelor. Astfel, fosfolipidele sunt o componentă importantă a membranelor celulare (des. 11). În acești compuși o parte manifestă particularități hidrofile, alta – hidrofobe.

Funcția de rezervă constă în aceea că lipidele se află în citoplasma celulelor sub formă de depuneri (de exemplu, celulele țesuturilor grase, semințe de floarea-soarelui etc.). Rezervele de grăsimi în organism pot fi folosite în mod diferit. În primul rând, ca rezerve de substanțe 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 și **funcția de protecție**. În deosebi, ele protejează organele interne de afectări mecanice. Acumulându-se în țesutul adipos subcutanat la unele animale care populează teritorii cu clima rece (balene, foci, pinguini etc.), grăsimile apără organismul de acțiunile temperaturilor joase (**funcția de termoizolare**). Această funcție a grăsimilor este condiționată de nivelul redus de conductibilitate termică.

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

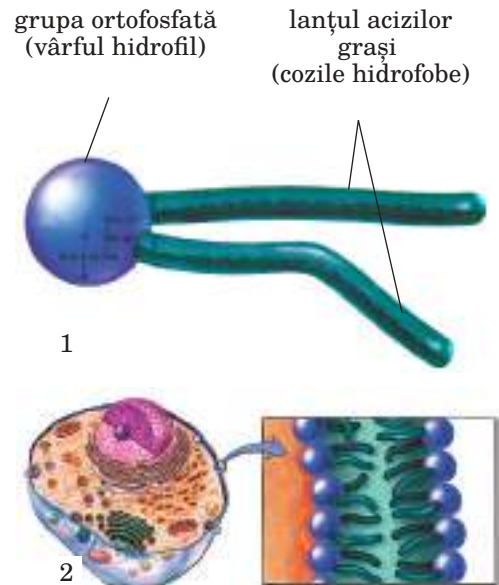
Structura și particularitățile glucidelor. Glucidele sunt compuși la care coraportul elementelor C, H, O de cele mai multe ori corespunde formulei $(CH_2O)_n$, unde n este egal cu trei sau mai mult. În celulele animalelor hidratații de carbon se află într-o cantitate neînsemnată (circa 1 % din masa uscată,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

În dependență de numărul monomerilor, care intră în componența moleculelor, glucidele se împart în monozaharide, oligozaharide și polizaharide.

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

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

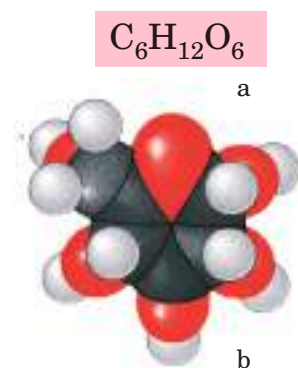
Sunt foarte răspândite *dizaharidele*, create din combinări de două molecule de monozaharidă. Exemple de dizaharidă: maltoza (zahăr din malț), zaharoza (zahăr din sfeclă de zahăr sau din trestie de zahăr), lactoza (zahăr din lapte), tregaloza (zahăr din ciuperci) (des. 13). Ele sunt dulci la gust și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



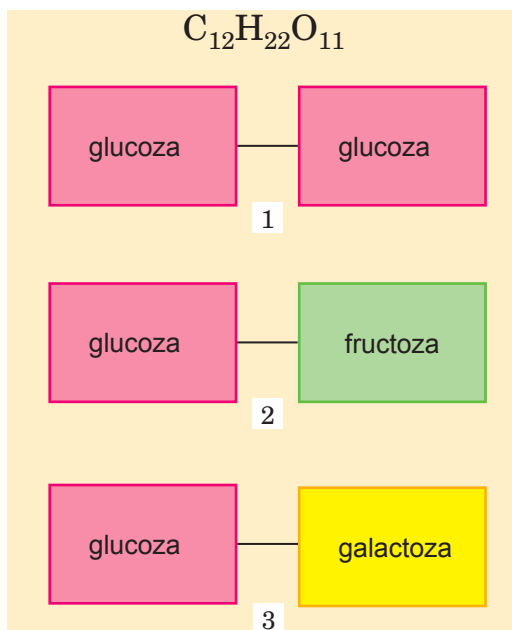
Des. 11.

1. Construcția moleculei fosfolipidelor.
2. Poziția fosfolipidelor în componența membranei celulare

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



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



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

Pe scurt despre principalul

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

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

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

Glucidele sunt compuși ai Carbonului și 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 și 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 și nu sunt dulci la gust.

Glucidele pot avea legături cu alți compuși. Asemenea glucide sunt numite compuse. De exemplu: glicoproteinele (compușii glucidelor cu proteinele), glicolipidele (compușii 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 și ciupercilor – glicogen. Acești compuși constituie o rezervă de substanțe nutritive și de energie.

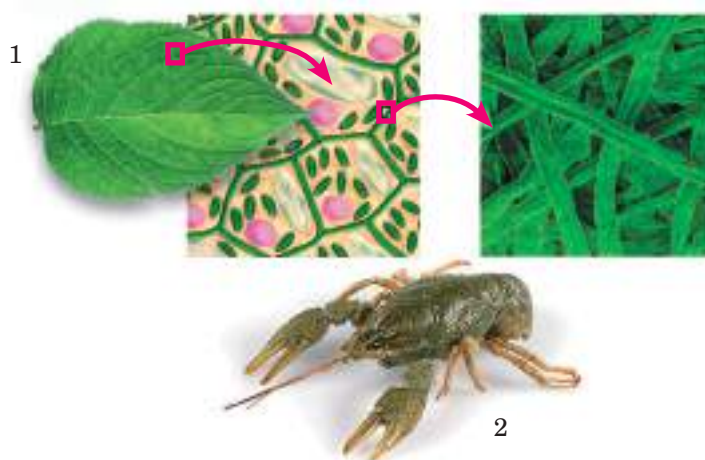
Funcția de construcție (de structură): glucidele intră în componența anumitor structuri celulare. Așadar, chitina polizaharidă cu conținut de azot se află în componența scheletului extern al antropoidelor și în membrana celulară a ciupercilor adevărate; membrana celulară a plantelor este creată din celuloză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

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

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

Termeni și noțiuni-cheie:

Compuși 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

Verificați-vă cunoștințele obținute



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

Chibzuiți



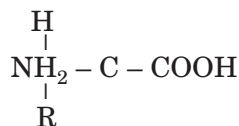
1. În organismul cămilei sunt depuse însemnate rezerve de grăsimi, care servesc drept sursă de apă metabolică. Însă aceste animale trăiesc în pustiu, unde temperatura aerului ziua poate ajunge la +40 °C și chiar mai mult. Balenele albastre de cele mai multe ori trăiesc în apele reci și rezervele mari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

§4. PROTEINELE: STRUCTURA ȘI PARTICULARITĂȚILE

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

Între compușii organici proteinele joacă un rol principal. Ele deseori predomină în celulă în ceea ce privește 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* (–NH₂), pentru care sunt tipice proprietăți alcaline, și *gruparea carboxil* (–COOH) cu proprietăți de acid. Aceste grupări, precum și atomul de Hidrogen, sunt legate cu unul și același atom de Carbon. Sunt în componența aminoacizilor și în grupările prin care ei se deosebesc. Aceștia sunt numiți *radicali* (R-grupări). În diferiți aminoacizi ei sunt deosebiți după structura chimică. Formula generală a aminoacizilor arată astfel:



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 20·10¹⁸). În deosebi, în organismul omului sunt peste 5 mln. tipuri de molecule de proteină. Molecula fiecărei proteine se caracterizează printr-o componență specifică și prin succesiunea rămășițelor aminoacizilor, care îi acordă proprietăți funcționale irepetabile.



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

E interesant să știm

Palladin Oleksandr – biochimist ucrainean cunoscut în întreaga lume (des. 15). Fondatorul școlii ucrainene a biochimistilor. Principalele lucrări științifice au fost consacrate biochimiei sistemului nervos și activității musculare, alimentației, biochimiei vitaminelor. În anii celui de-al Doilea război mondial sub conducerea lui a început elaborarea medicamentelor, care facilitau oprirea hemoragiei și 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 științifice 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 ANȘ a Ucrainei).

E interesant să știm

Denumirea aminoacidului deseori oglindește 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 așa datorită gustului dulceag (din greacă *glicos* – dulce).

Denumirile standard (principale) ale aminoacizilor și 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



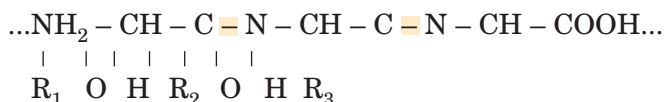
Des. 16. **Parnas Iacob** (1884–1949)

E interesant să știm

Parnas Iacob – cunoscut savant biochimist ucrainean (des. 16). A cercetat problema schimbului de glucide și procesele fermentative, pe care se bazează contracția musculară. Unul dintre vestiții organizatori ai științei biochimice în Ucraina: din inițiativa lui a fost fondat Institutul de chimie medicală de pe lângă Universitatea din Lviv (în prezent – Universitatea Națională „Ivan Franko” din Lviv).

Aminoacizii se împart în substituibili și nesubstituibili. *Aminoacizii substituibili* din organismul omului și animalelor sunt sintetizați cu produsele schimbului de substanțe. În schimb *aminoacizii nesubstituibili* nu se formează în organismele omului și animalelor, dar pătrund în organism împreună cu hrana. Acești aminoacizi sunt sintetizați de plante, ciuperci și bacterii. Proteinele pe care le conțin acești aminoacizi nesubstituibili sunt numite proteine *cu valoare deplină*, spre deosebire de cele cu *valoare redusă*, în componența cărora nu intră anumiți aminoacizi nesubstituibili.

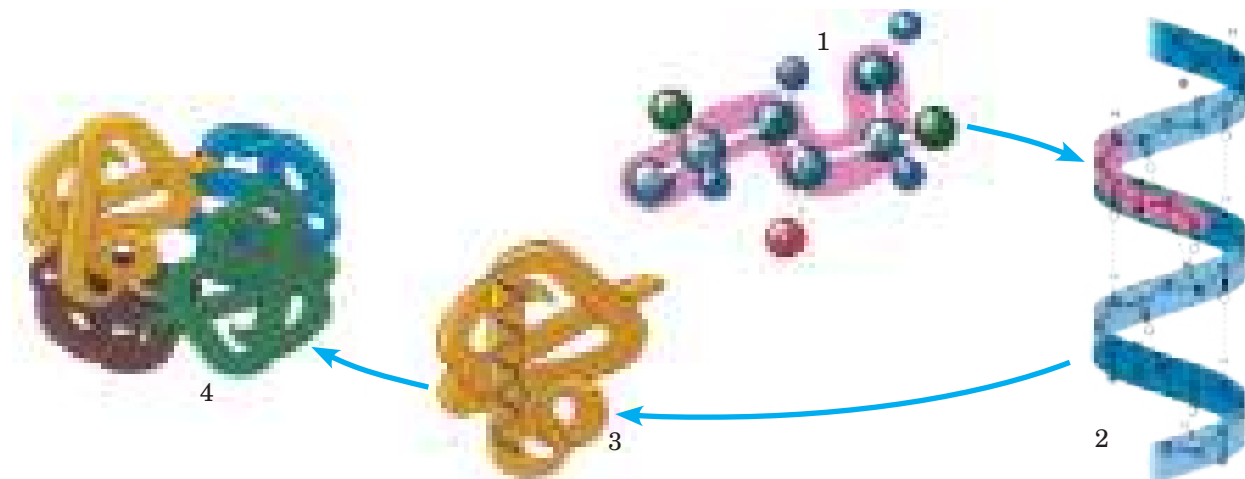
Resturile aminoacizilor din componența proteinelor sunt legate între ele cu legătură covalentă puternică, care apare între gruparea carboxilului a unui aminoacid și gruparea amino a altuia. Un asemenea tip de legătură se numește **peptidică** (din greacă *pepton* – sudat). Datorită unei astfel de legături 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), țin 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 lanțuri polipeptide și 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, terțiar, 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 particularitățile și funcțiile moleculei de proteină.



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

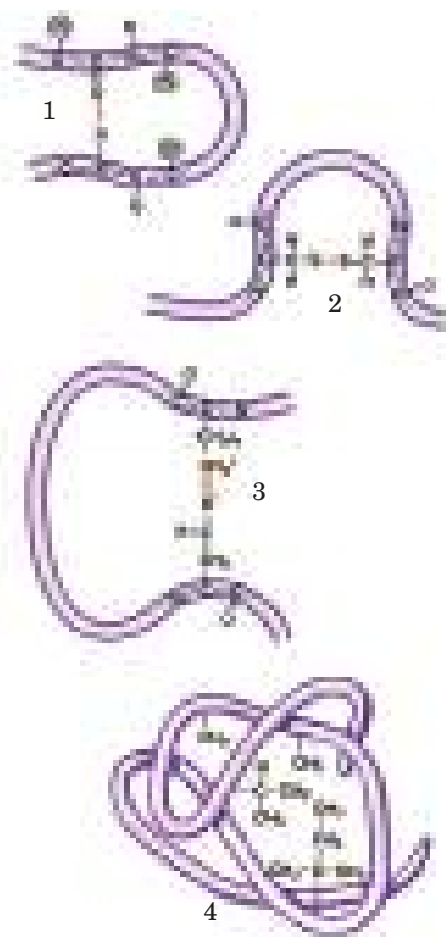
Pentru îndeplinirea funcțiilor speciale molecula de proteină trebuie să dispună de **structura secundară**, parțial sau complet să capete o formă de spirală datorită legăturilor de hidrogen, care apar între atomii de Hidrogen ai grupării NH într-un inel al spiralei și cei de Oxigen ai grupării CO din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

Structura terțiară 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). Așa-zisele legături disulfurice. Menținerea structurii terțiare este asigurată de interacțiunile hidrofobe, electrostatice și altele, precum și de legăturile de hidrogen (des. 18). Interacțiunile hidrofobe sunt forțele de gravitație între moleculele nepolare sau între segmentele nepolare ale moleculelor în mediul apos. Resturile hidrofobe ale diferiților aminoacizi în mediul apos se apropie, parcă se „lipesc”, și stabilizează structura proteinei. Structura globulară este stabilizată suplimentar de *interacțiunea ionilor*, care apar între grupurile chimice cu sarcină pozitivă și negativă.

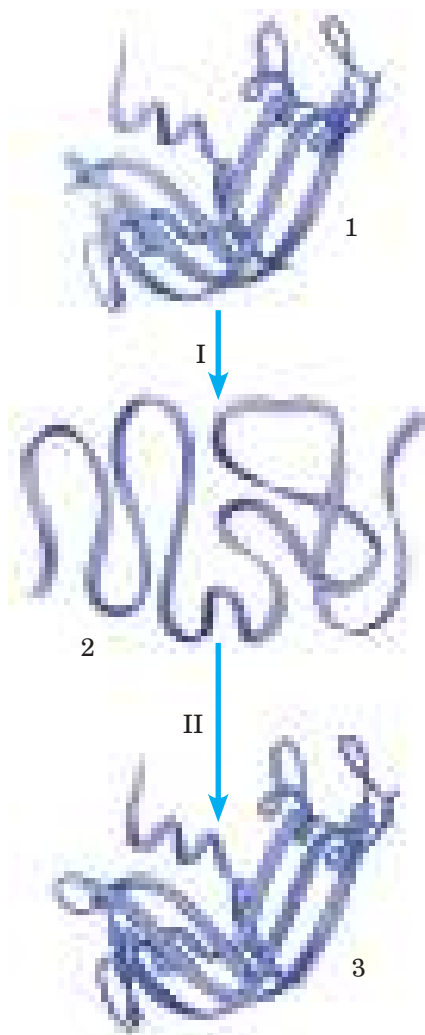
Structura cuaternară a proteinelor apare la unirea a câtorva globule. De exemplu, molecula hemoglobinei este compusă din patru resturi ale moleculei proteinei de mio-globină (des. 17. 4). Susținerea structurii cuaternare este asigurată de interacțiunile hidrofobe, electrostatice și de altele, precum și de legăturile de hidrogen.

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

Proprietățile proteinelor. Proprietățile funcționale ale proteinelor sunt condiționate de componența lor de aminoacizi și de structură. După forma lor moleculele sunt **fibrile** (asemănătoare fibrelor) și **globulare** (sferice). Proteinele fibrile, de obicei, nu se dizolvă în apă și exercită funcțiile structurale (de exemplu, cheratina intră în componența părului omului sau a blănii animalelor) sau a mișcării (proteinele



Des. 18. Legăturile care mențin organizarea spațială a moleculei de proteină: 1 – de hidrogen; 2 – disulfurice; 3 – interacțiuni ale ionilor; 4 – interacțiuni hidrofobe



Des. 19. Denaturarea (I) și 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 combinații cu ajutorul legăturii peptide (diferă de legătura covalentă). Sunt cunoscute patru niveluri de organizare structurală a proteinelor (conformații): primar, secundar, terțiar, cuaternar.

Una din principalele proprietăți ale proteinelor este capacitatea lor la denaturare și renaturare (schimbarea și reînnoirea structurii lor firești). Procesul ireversibil de dereglare a structurii inițiale a proteinelor se numește **destrucție**.

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

Una din proprietățile principale ale proteinelor constă în capacitatea lor de a-și modifica sub influența diferitor factori (acțiunea acizilor concentrați și alcaliilor, temperaturilor înalte etc.) structura și proprietățile. Procesul deteriorării firești a structurii proteinelor, care este însoțit de dezvelirea moleculei de proteină fără schimbări în structura ei primară, se numește **denaturare** (des. 19). De regulă, denaturarea are un caracter ireversibil. Dar dacă în stadiile inițiale ale denaturării încetează acțiunea factorilor, care au condiționat-o, proteina își poate reface starea inițială. Un asemenea fenomen este numit **renaturare**. În organisme denaturarea inversă este deseori legată de îndeplinirea unor anumite funcții de către moleculele de proteină: asigurarea activității motorii, de transmitere către celule a semnalelor din mediul ambiant, de catalizare a reacțiilor biochimice etc. Procesul ireversibil de deteriorare a structurilor primare ale proteinelor se numește **destrucție**.

Termeni și noțiuni-cheie:

polipeptide, proteine febrile și globulare, proteine, proteide, denaturare, renaturare, destrucție.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Care este structura aminoacizilor? 2. Ce sunt polipeptidele și proteinele? 3. Care aminoacizi sunt numiți substituibili și care nesubstituibili? Care este structura proteinelor? Care aminoacizi se combină în lanțul polipeptidic? 5. Care proteine sunt simple și 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 și prin ce se deosebesc procesele de denaturare și de destrucție? 2. Care este rolul în viața organismelor a disponibilității moleculelor proteinei la denaturare? 3. De ce lipsa în rație a proteinelor de origine animalieră influențează negativ asupra activității vitale a organismului omului?

§5. FUNCȚIILE PROTEINELOR

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

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

Funcția de construcție 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 poziție organitele sau asigură deplasarea lor în celulă. Proteinele, de asemenea, intră în componența ribozomilor, cromozomilor și mai în toate celelalte structuri celulare.



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

Amintiți-vă: principalul component al cartilajului și tendoanelor este proteina elastică și tractică collagen. Proteina elastinei, pe care o conțin legăturile, are proprietatea de a se întinde; elasticitatea fibrelor este asigurată de oseină; cheratina intră în componența ghearelor, unghiilor, coarnelor, acelor, părului animalelor, asigurându-le tăria. Principalul component al fibrelor de mătase și păienjenișului este proteina fibroin (des. 20).

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

Funcția de protecție a proteinelor. Structurile în componența cărora intră proteinele (scheletul extern antropoidelor, oasele, cartilajul) previn deteriorările celulare, organelor și a întregului organism. Proteinele (imunoglobulinele, interferonii) apără organismele de pătrunderea din exterior a compușilor și microorganismelor patogene.

Activizați-vă cunoștințele!



Imunoglobulinele (sau anticorpii), create în organismele animalelor vertebrale, sunt proteine speciale, capabile să „identifice” și să anihileze bacteriile, virusii, compușii creați pentru organism (antigenele). Interferonul este proteina care împiedică înmulțirea virusilor.

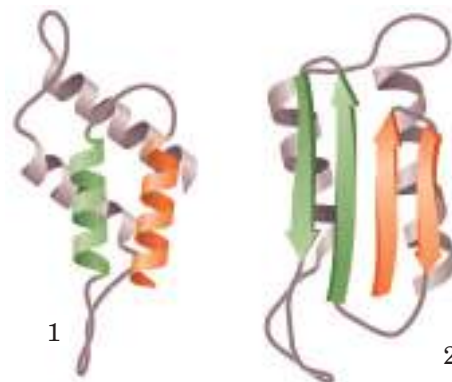
Proteinele sângelui (de exemplu, tromboplastinele, trombinele, fibrinogenul) participă la procesele de coagulare, de creare a trombelor, evitând pierderile mari de sânge în cazul vătămării pereților vaselor sangvine (des. 20.2). Funcția de protecție o pot îndeplini și unii fermenți, de exemplu, lizozima, pe care o conține saliva, membrana mucoasă, lichidul lacrimogen, îndeplinind rolul de barieră antibacteriană nespecifică.

Funcția de semnalare a proteinelor constă în aceea, că unele proteine compuse (glicoproteidele) ale membranei celulelor sunt capabile să „identifice” compușii chimici specifici și să reacționeze la ei în modul convenit. Legându-i sau schimbându-le structura, ele transmit un semnal despre aceste substanțe în alte sectoare ale membranei sau în interiorul celulei. Această funcție a proteinelor asigură proprietatea importantă a celulelor – excitarea.

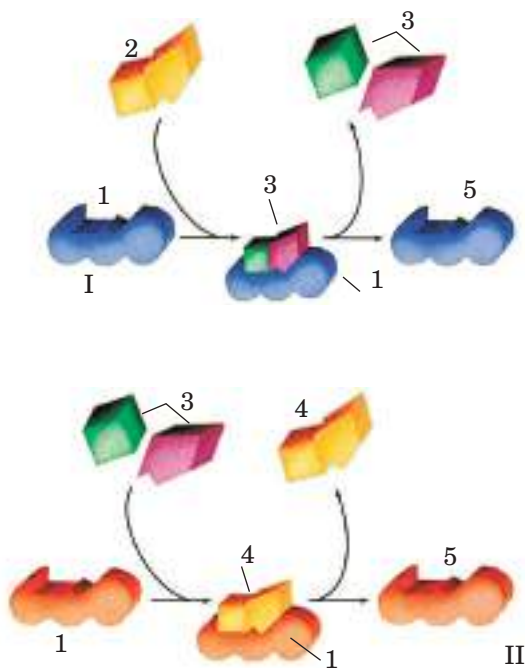
Funcția de contracție sau de mișcare a proteinelor. Unele proteine asigură capacitatea celulelor, țesuturilor și

E interesant să știm

Prionii sunt particule infecțioase de proteine care prezintă pericol pentru mulți reprezentanți ai faunei, de asemenea și pentru om. Iată exemple de boli cauzate de ei: encefalopatia spongiformă – boală cronică, care afectează bovinele, miopatia și alte boli ale omului. Moleculele de proteine, în care se formează prionii, au particularități biologice neobișnuite. Se consideră că prionii sunt proteine obișnuite pentru celulă, structura cărora s-a modificat în rezultatul schimbărilor în materialul ereditar (des. 21). Pătrunzând în alte celule (ale sistemului nervos, limfocitelor etc.) și 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)



Des. 22. Mecanismul de acțiune al fermenților. I. Fermentul (1) se asociază temporar cu substanța (2) și asigură scindarea ei în compuși simpli (3). II. Fermentul (1) intră în complex temporar cu două molecule (3) și asigură reacția lor în rezultatul căreia se formează substanțe compuse (4). După reacție structura fermentului nu se schimbă (5) și el este gata să asigure o nouă reacție

Pe scurt despre principalul

Moleculele de proteine îndeplinesc în organism diferite funcții importante: de construcție sau de structură; energetică; de protecție (imunoglobulinele (anticorpi), interferonii, unii fermenți); de semnalare; de contracție sau de mișcare; de depozitare; de transportare; funcția antifreeze, de reglare, catalitică.

Fermenții simpli prezintă molecule de proteină, compuse numai din resturi de aminoacizi. Reacția fermentativă se desfășoară de 10^6 – 10^{12} ori mai repede decât în mediul fără fermenți.

întregului organism de a-și modifica forma, de a se mișca. De exemplu, proteinele de contracție actina și miozina, care intră în componența celulelor mușchilor, asigură proprietatea lor de a se contracta.

Proteina de contracție tubulina intră în componența flagelilor și ciliilor unor celule eucariote.

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

Funcția de transport a proteinelor. Știți deja că hemoglobina este pigmentul respirator al sângelui omului, animalelor vertebrate și nevertebrate. Moleculele lui sunt capabile să creeze compuși nedurabili cu oxigen și să-i transporte la toate organele și celulele, asigurând procesele de respirație a celulelor și țesuturilor.

Proteinele, create din membrana plasmatică, asigură transportarea substanțelor în celulă și din celulă în exterior.

E interesant să știm

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

Funcția de rezistență la temperaturi nefavorabile. În plasma sângelui la unii pești există proteine care previn degerarea lor în condițiile temperaturilor joase. **Funcția de reglare.** Origine proteică au anumiți hormoni și neurohormoni, care reglează schimbul de substanțe și dezvoltarea organismelor.

Funcția de accelerare a reacțiilor este proprie unor proteine deosebite – **fermenți** sau **enzime**, care influențează asupra desfășurării reacției biochimice. Unii dintre fermenți asigură descompunerea unor compuși, altele – sinteza (des. 22). Fermenții sunt simpli și compuși. *Fermenții simpli* sunt molecule proteice (pepsină, tripsină etc.), care sunt compuși din resturi de aminoacizi. *Fermenții compuși*, în afară de partea proteică, conțin și o parte neproteică.

Termeni și noțiuni-cheie:

fermenți (enzime), imunoglobuline, interferoni.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. În ce constă funcția de protecție a proteinelor? Dați exemple. 2. Prin ce se caracterizează funcția de mișcare a proteinelor? 3. Ce funcție îndeplinesc fermenții? 4. Pe care proprietăți ale proteinelor se bazează capacitatea organismelor de a primi iritări?

Chibzuiți



În rezultatul reacțiilor cu fermenți, spre deosebire de cele fără fermenți, nu sunt formate produse secundare, deci, ieșirea produsului finit este de 100 %. Ce însemnătate are aceasta pentru funcționarea normală a organismului?

Discutați în grupuri



Folosind diferite surse de informații și cunoștințele, obținute la lecțiile bazelor sănătății, argumentați necesitatea folosirii de către om a diferitor produse alimentare.

Studierea proprietăților fermenților

Scopul: a lua cunoștință de acțiunea fermenților asupra desfășurării reacției biochimice.

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

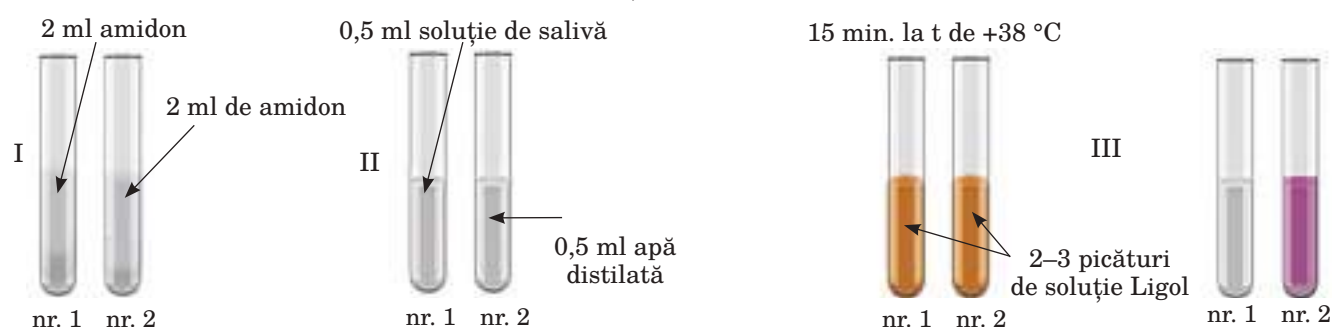
Sarcina. Studiați acțiunea fermentului salivei (amilază) asupra amidonului.

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

2. Numerotați două eprubete și 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 și 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 ȘI FUNCȚIILE ARN

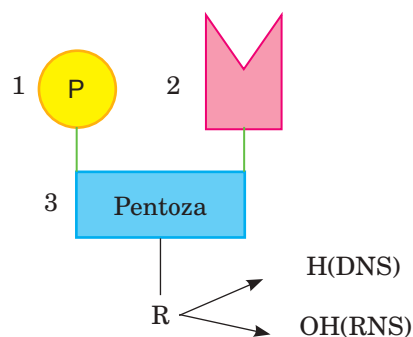
Amintiți-vă, care compuși sunt numiți biopolimeri. Care sunt nivelurile organizării structurale a moleculelor proteice?

Țineți minte că ființele vii sunt capabile să păstreze informația ereditară și s-o transmită urmașilor în timpul înmulțirii. Această funcție este îndeplinită de acizii nucleici. Anumite tipuri de acizi nucleici participă la realizarea informației ereditare.

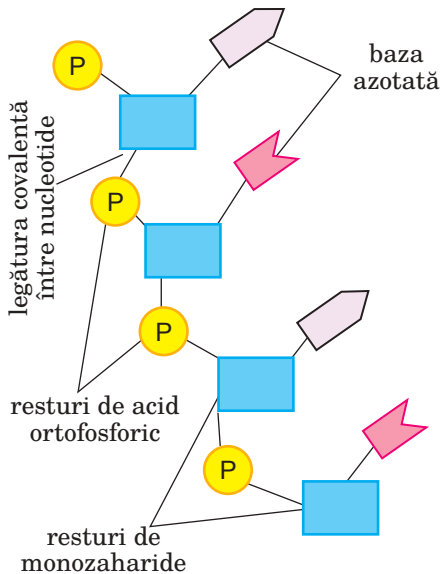
Acizii nucleici sunt biopolimeri macromoleculari compuși, monomerii cărora sunt **nucleotidele**. Numărul nucleotidelor în componența unei singure molecule de acid nucleic poate fi de la 200 până la 200 milioane. Pentru prima dată acizii nucleici au fost descoperiți în nucleul celulei, de unde și provine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

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

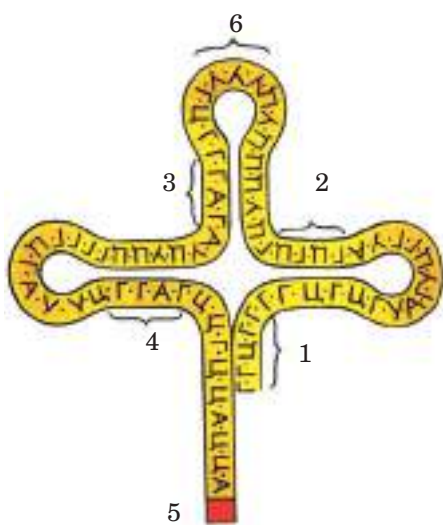
Moleculele ADN și ARN mai conțin și resturile diferitor baze azotate. În moleculele de ADN sunt rămășițe de adenină (prescurtat este indicat cu litera **A**), guanină (**G**), citozină



Des. 23. Schema construcției nucleotidei:
1 – resturi de acid fosforic;
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)



Des. 24. Schema construcției acidului nucleic



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

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

În componența acizilor nucleici unele nucleotide sunt legate între ele în lanț cu ajutorul legăturilor covalente, care apar între resturile pentozei dintr-o nucleotidă și resturile acidului ortofosforic al alteia (des. 24). Particularitățile biologice ale acizilor nucleici sunt condiționate de ordinea plasării nucleotidelor în lanț. Ca și la proteine, această ordine creează structura primară a acizilor nucleici. Cele mai complicate niveluri de organizare a moleculelor acizilor nucleici – secundar și terțiar – se mențin pe contul interacțiunilor necovalente (în deosebi, a legăturilor de hidrogen).

Tipurile ARN. Moleculele de ARN ale celulelor procariotelor și eucariotelor sunt formate dintr-un singur lanț. Există trei tipuri principale ARN care se deosebesc după poziția ce o dețin în celulă, dimensiunile și funcțiile.

ARN-ul mesager sau de informație (ARN-m sau ARN-*i*) constituie o copie a unui anumit sector al moleculei ADN. O astfel de moleculă transferă informația ereditară de la molecula ADN la locul de sinteză a lanțului 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 și îi transportă la locul de sinteză a moleculei proteice. Acolo molecula ARN-t „recunoaște” 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 condiționată 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 numește **anticodon**. Lângă baza moleculei ADN este un segment, la care datorită legăturii covalente se alătură aminoacidul respectiv (des. 25).

ARN-ribosomal (ARN-r) intră în componența organitelor deosebite ale celulei – ribozomii (despre structura lor vezi § 11). Împreună cu proteinele el îndeplinește funcția de structură, asigurând o anumită poziție spațială a ARN-*i* și ARN-t în timpul biosintezei moleculei de proteină. În celulele eucariotelor ARN-r este sintetizat în nucleu.

E interesant să știm

Moleculele de ARN, de asemenea, pot îndeplini funcțiile fermentilor deosebiți. Ele sunt numite ribozime. Acționează la fel ca și fermentii de origine proteică. Multe ribozime sunt capabile să catalizeze 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,

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 anti-senzorial 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).

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

Materialul genetic al viroidului nu codează nici o proteină, sarcina lui principală este autocrearea în celula stăpânului. Viroizii au fost găsiți numai la plante: la om, animale și la bacterii agenți patogeni asemănători nu au fost descoperiți.

Termeni și noțiuni-cheie:

nucleotide, acizi nucleici, ARN, triplet, anticodon.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Care sunt particularitățile structurii acizilor nucleici? Care sunt tipurile de acizi nucleici? 2. Ce știți despre tipurile de ARN? 3. Care este structura și 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 ȘI FUNCȚIILE ADN

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

Structura ADN. Moleculile de ADN în celulele eucariotelor se află în nucleu, plastide și 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) și colegii săi au descoperit existența unor legități privind conținutul 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 conțin timină (**A=T**), iar numărul nucleotidelor cu guanină – cu numărul nucleotidelor cu citozină (**G=C**);

în al doilea rând, suma nucleotidelor cu adenină și guanină este egală cu suma nucleotidelor de timină și citozină (**A+G=T+C**).

Această descoperire a contribuit la stabilirea în 1953 de către James Watson și Francis Crick (des. 27) a structurii spațiale a ADN (des. 28). Molecula ADN este alcătuită din două lanțuri 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 compuși: baza azotată, monozaharidă dezoxiriboză (pentoză) și acid ortofosforic.

Există două tipuri de acizi nucleici: dezoxiribonucleic (ADN) și 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) și 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 și funcțiile lor: ARN de mesager sau de informație (ARN-m sau ARN-i), ARN de transport (ARN-t) și ARN ribozomal (ARN-r).



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

E interesant să știm

Miescher Johann Friedrich – biolog elvețian (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 și componența chimică a ADN. Cu timpul, moleculele de ADN au fost descoperite și în alte organe ale celulei (mitocondrii și plastide).



Des. 27. 1. **James Dewey Watson** (născut în 1928) – biolog american, laureat al Premiului Nobel în domeniul fiziologiei și medicinei în 1962 (împreună cu F. Crick și M. Wilkinson) pentru descoperirea structurii moleculei de ADN. 2. **Francis Harry Compton Crick** (1916–2004) – biolog britanic, laureat al Premiului Nobel în domeniul fiziologiei și medicinei 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 și specialist în domeniul biologiei moleculare, laureat al Premiului Nobel în domeniul fiziologiei și medicinei 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 și legăturile chimice create.

hidrogen. Aceste legături apar între două nucleotide, care se completează dimensional una pe alta, iar dimensiunile A și G sunt ceva mai mari decât cele T și C. De aceea, restul de adenină (A) al nucleotidei dintr-un lanț al moleculei de ADN întotdeauna se îmbină cu restul de timină (T) al nucleotidei din celălalt lanț (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 lanțuri ale ADN-ului este numită **complementaritate**. Cele două lanțuri 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). Distanța între perechile complementare vecine cu baza azotată constituie 0,34 nm, iar un pas al spiralei este egal cu 3,4 nm și conține circa zece perechi de baze. Așa apare structura secundară a moleculei de ADN, pe când cea primară prezintă o anumită consecutivitate a rămășițelor nucleotidelor în formă de lanț.

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 așa fel că încapă în cromozomul cu o lungime de 5 mkm. Aceasta se întâmplă datorită faptului că spirala cu două lanțuri ADN cunoaște în continuare o contractare spațială, formând structura terțiară – superspirala. O astfel de structură este caracteristică pentru ADN al cromozomilor eucariotelor și este condiționată de interacțiunile între ADN și nucleele proteinelor. În deosebi, complexe ADN cu proteine intră în componența structurilor nucleului celulei – cromozom. În zona nucleului celulei procariotelor molecula de ADN are o construcție inelară și nu se combină cu proteinele.

Particularitățile ADN. La fel ca și moleculele proteinelor, moleculele de ADN sunt predispuse la denaturare și renaturare. În anumite condiții (acțiunea acizilor, alcaliilor, temperaturii înalte etc.) legăturile de hidrogen între bazele azotate complementare ale diferitor lanțuri ale moleculelor de ADN se rup. În aceste cazuri molecula de ADN se scindează



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

total sau parțial în anumite lanțuri și respectiv își pierde acțiunea biologică. După încetarea acțiunii 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 numește **replicare**. El se bazează pe principiul complementarității: succesiunea nucleotidelor în lanțul nou creat este determinată de poziția lor în molecula maternă de ADN. Molecula maternă de ADN servește drept **matriță**. Replicarea ADN este un proces semiconservativ, adică două molecule fiice conțin câte un lanț, moștenit de la molecula maternă, și câte unul – sintetizat din nou (fig. 29). Datorită acestui fapt moleculele fiice de ADN sunt copia exactă a celei materne. Fenomenul dat asigură transmiterea informației ereditare de la molecula maternă de ADN la cele ale fiicilor.

Funcțiile ADN. ADN înseamnă **codarea, păstrarea informației ereditare și transmiterea ei celulelor fiice în timpul înmulțirii**. În deosebi, unele lanțuri ale moleculelor de ADN servesc drept matriță pentru sinteza diferitelor tipuri de molecule ADN (des. 30). Acest proces se numește **transcripție**.

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

În mod funcțional gena este unitatea ereditară integră, iar orice dereglare a construcției ei schimbă informația codată în ea sau duce la pierderea ei. Genele se împart în gene de structură, care codează structura proteinelor și acizilor ribonucleici, și de reglare, care servesc drept loc de asociere a fermenților și altor substanțe biologic active. Genele regulatorii influențează asupra capacității de acțiune a genelor de structură și participă la procesul de dublare a ADN și la înscrierea informației ereditare în molecula de ARN.

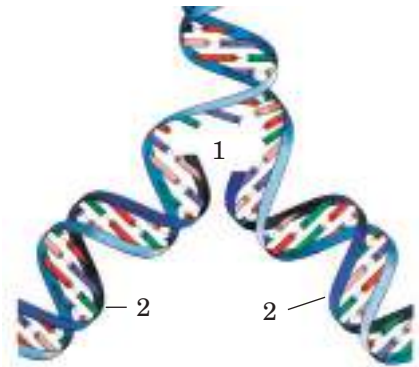
Totalitatea întregii informații genetice, codate în genele unei anumite celule sau ale întregului organism, se numește **genotip**. Este un sistem integru, unde unele gene interacționează între ele.

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

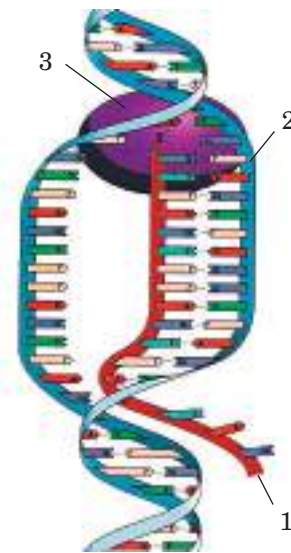
Cercetarea materialului ereditar al diferitor organisme a demonstrat că numărul ADN în nucleul lor depășește de 8–10 ori numărul necesar pentru codarea genelor de structură. Cauzele acestui fenomen sunt diferite. În primul rând, ADN conține mai multe succesive, fiecare repetându-se de sute de mii de ori. În al doilea rând, o parte însemnată de ADN în genere nu poartă informație 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 știm

În 1952 J. Watson și F. Crick, folosind regula lui E. Chargaff și radiogramele lui Rosalind Franklin și Maurice Wilkins, au creat modelul moleculei spațiale de ADN. J. Watson este vestit și prin faptul că în perioada 1989–1992 a fost organizatorul și 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) și pe fiecare lanț matern după principiul complementar se formează molecule fiice (2)



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

Informația despre succesiunea aminoacidului în componența proteinelor, codată după anumite reguli sub formă de succesiune a nucleotidelor acidului nucleic, se numește **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 numește „complementaritate”.

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

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

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

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

Activizați-vă cunoștințele



Atât celule aparte, cât și organisme întregi aparțin *sistemelor biologice 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 și eliminare în exterior a produselor pentru activitatea vitală. O bună parte din energia degajată servește pentru menținerea echilibrului termic al organismului. Totalitatea proceselor amintite se numește *schimb de substanțe* sau *metabolism*.

(părți). Unele dintre ele sunt copiate în ARN-m și poartă informația despre structura anumitor compuși, iar altele – nu.

E interesant să știm

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 nimereste în succesiunea codării nucleotidelor ale altei gene, această genă își pierde funcția. Deci, există programe genetice care condiționează restructurarea unor fragmente aparte ale moleculei de ADN.

Termeni și noțiuni-cheie:

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

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Care sunt particularitățile structurii ADN? 2. Ce este comun și diferit în structura moleculelor de ADN și ARN? 3. Care este structura spațială a moleculei de ADN? 4. Care sunt funcțiile ADN în celulă? 5. Ce este gena și 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 și aceluiași 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 înseamnă fiziologică au procesele de respirație? Ce înseamnă metabolism și homeostază? Ce înseamnă energia din punctul de vedere al fizicii? Ce sunt fermenții, proteinele simple și compuse? Care procese sunt numite oxidative, dar care de reînnoire? Care compuși sunt numiți pentoze?

Totalitatea reacțiilor de sinteză, care asigură dezvoltarea celulelor și organismelor, completarea componenței lor chimice se numește **schimb plastic**. La realizarea acestor procese se cheltuiește o anumită cantitate de energie. Procesele de descompunere a substanțelor compuse în simple sunt însoțite de degajarea energiei. Ele sunt numite **schimb energetic**.

Procesele de sinteză a compușilor necesari organismului și procesele de descompunere a lor sunt părți diferite ale unui proces unic al schimbului de substanțe și de transformare a energiei în organismele vii – **metabolismul**. Datorită proceselor schimbului de substanțe și de transformare a energiei este asigurată menținerea homeostazei în cazul schimbării condițiilor mediului ambiant.

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

(des. 31). *Amintiți-vă*: organismele, capabile să sintetizeze substanțele organice din cele anorganice, sunt numite **autotrofe** (din greacă *autos* – singur și *trofe* – a consuma) (des. 32. A). Unele dintre ele sunt capabile la fotosinteză. Ele sunt numite **fitotrofe** (din greacă *fitos* – și *trofe*). La ele aparțin 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 compușilor sintetizați de ele.

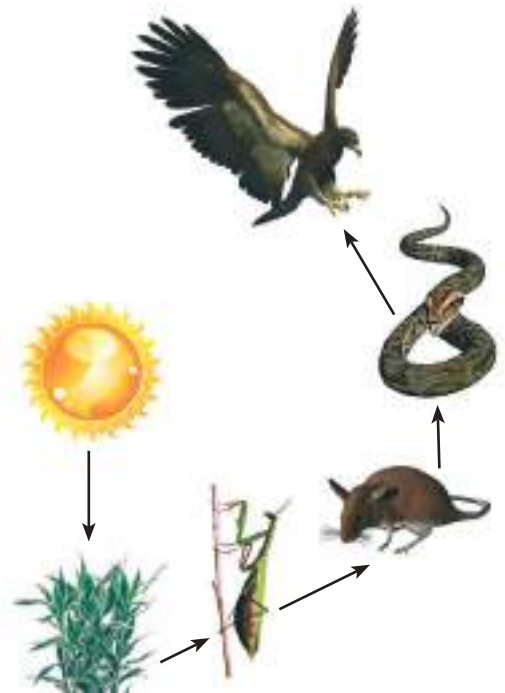
Alte organisme autotrofe pentru sinteza compușilor organici folosesc energia, care se eliberează în timpul reacțiilor chimice (unele bacterii: nitrificate, bacteriile feruginoase, bacteriile sulfuroase). Ele mai sunt numite **hemotrofe** (din greacă *hemo* – chimic și *trofe*).

Ciupercile, majoritatea animalelor și bacteriilor aparțin la cele heterotrofe (din greacă – *heteros* – diferite și *trofe*) (des. 32. B). Pentru ele sursa de energie sunt compușii organici, creați de alte organisme. Acești compuși sunt primiți împreună cu hrana (organisme vii, resturile lor sau produsele vitale). Există și **mixotrofe** (din greacă *mixis* – mixt și *trofe*) – organisme cu tip mixt de nutriție (drosera (roua cerului), vâscul, alga verde, euglena verde; des. 32 C). Asemenea organisme sunt capabile să sintetizeze substanțele organice din cele anorganice, dar și să înghită substanțe organice gata. După cum știți, drosera este capabilă „să vâneze” animale mici – insecte și crustacee.

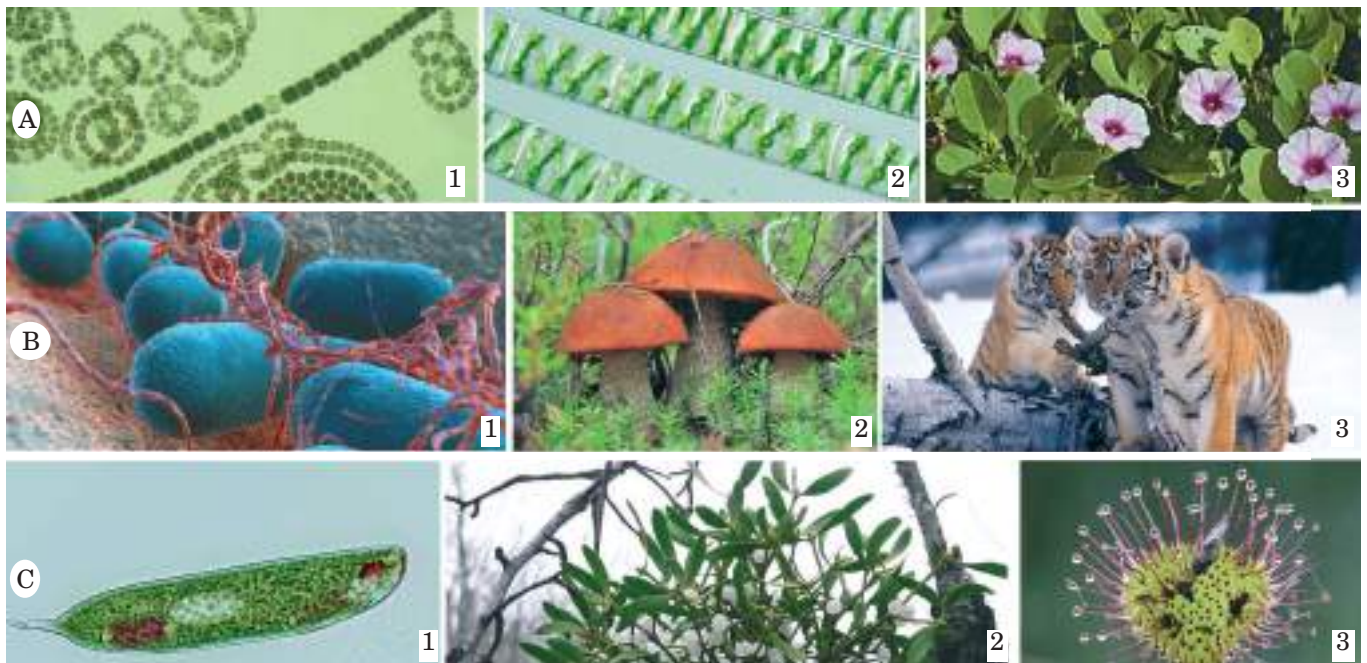
ATP și funcțiile lui. Acidul adenozintrifosforic (ATP) este un compus, care după componența sa este nucleotid. Molecula de ATP este compusă din resturile bazei azotate (adenină), pentozei (riboză) și a trei resturi de acid ortofosforic (des. 33). Această substanță are proprietăți chimice neobișnuite pentru alți compuși organici.

Aceste două legături chimice au un conținut 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. Explicați rolul plantelor în asigurarea cu energie a altor viețuitoare de pe planeta noastră

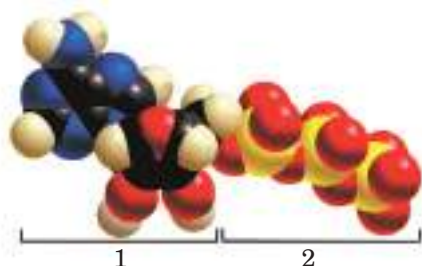


Des. 32. A. Organisme autotrofe: 1 – cianobacterii; 2 – alge verzi; 3 – florile droserii.

B. Organisme heterotrofe: 1 – bacterii heterotrofe; 2 – ciuperci; 3 – animale.

C. Organismele mixotrofe: 1 – euglena verde; 2 – vâscul; drosera

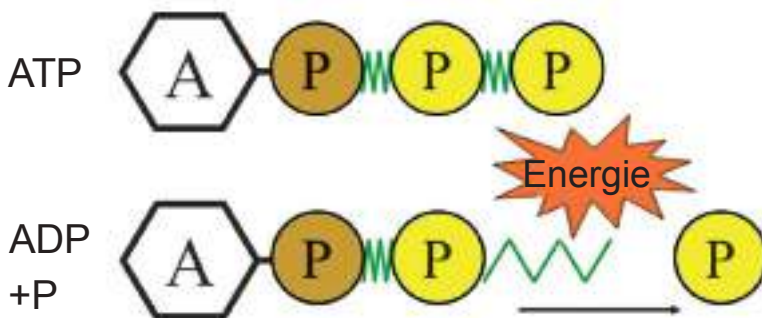
🌱 Moleculele de ATP servesc drept acumulator chimic universal de energie în celule, cu participarea lor au loc toate procesele metabolismului.



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

ortofosforic. Acolo și 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 compușilor necesari organismului, menținerii unei anumite temperaturi a corpului, asigurării altor procese de activitate vitală.

Termeni și noțiuni-cheie:

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

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Ce înseamnă metabolismul, schimburile plastic și energetic? 2. Care organisme sunt numite autotrofe, mixotrofe și 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 compușilor organici se eliberează energie?

👉 Pe scurt despre principalul

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

În organisme concomitent au loc procesele schimbului plastic și energetic.

Organismele, care sunt capabile să sintetizeze substanțe organice din cele anorganice, se numesc autotrofe. Pentru heterotrofe surse de energie sunt compușii 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) și din trei resturi de acid ortofosforic. Între resturile moleculelor de acid ortofosforic apar două legături chimice cu conținut mare de energie.

Rezolvarea exercițiilor elementare de structură ale proteinelor și 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 și G–C), în componența moleculelor de ARN în loc de nucleotidul cu timină (T) este prezent nucleotidul cu uracil (U).

Exercițiul 1. Molecula de proteină este compusă din 200 de resturi de aminoacizi. Determinați lungimea segmentului cu lanțurile moleculei de ADN, care corespunde genei ce codează această proteină, ținând cont că 300 de nucleotide din componența 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 $200 \times 3 = 600$ 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: $900 \times 0,34 = 306$ nm.

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

Exercițiul 3. Masa moleculară a proteinei este de 60 000. Determinați numărul nucleotidelor, care intră în componența segmentului moleculei de ADN cu această genă.

Exercițiul 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) și 16 % – adeninei (A). Determinați conținutul 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 % și A – 16 %.
Primul lanț al ADN:	C – 24 %, A – 28 %, G – 22% și T – 16 %.
Lanțul doi al ADN:	G – 24 %, T – 38 %, C – 22 % și 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 componența moleculei de ADN fac parte 23 % de nucleotide cu citozină, 23 % nucleotide cu guanină, 27 % de nucleotide cu adenină și 27 % de nucleotide cu timină.

Exercițiul 5. Se știe 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?

Exercițiul 6. Determinați componența nucleotidă a segmentului moleculei de ADN, dacă molecula de ARN-m, sintetizată pe unul din lanțurile ei, are următoarea componență nucleotidă: UAGGUCGAACGU.

Exercițiul 7. Componența nucleotidă a unuia din lanțurile ADN este următorul: GCTAACCGATACGG. Pe alt lanț al acestei molecule este sintetizată molecula de ARN-m. Determinați componența nucleotidă a ei.

Exercițiul 8. Ambele lanțuri ale moleculei ADN sunt compuse din 2250 de nucleotide. Determinați numărul resturilor de aminoacizi în componența moleculei de proteină, care este sintetizată pe unul din lanțurile moleculei de ADN.

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

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

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

Exercițiul 12. Determinați lungimea genei, care codează proteina și este compusă din 125 de resturi de aminoacizi.

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

Exercițiul 14. Componenta nucleotidă a moleculei de ARN-m este următoarea: AACGUUCCAGCU. Determinați componenta nucleotidă a lanțului ADN, care este opus lanțului pe care este sintetizată această moleculă de ARN-m.

Test pentru consolidarea cunoștințelor

Alegeți din răspunsurile propuse pe cel corect

- Evidențiați elementul, care intră în componența hormonilor glandei tiroide: a) Cupru; b) Bor; c) Iod; d) Cobalt.
- Evidențiați denumirea compușilor, dizolvați în apă: a) hidrofobi; b) hidrofilii; c) organici; d) anorganici.
- Numiți compusul care nu se dizolvă în apă: a) ceara; b) glucoza; c) fructoza; d) zahărul de trestie.
- Evidențiați compușii, în timpul descompunerii cărora este degajată cantitatea cea mai mare de energie: a) lipide; b) glucide; c) proteine; d) vitamine.
- 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.
- Evidențiați compușii, care asigură accelerarea reacțiilor biochimice: a) ADN; b) hormoni; c) vitamine; g) fermenți.
- 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.
- 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.
- Determinați compusul, din componența căruia fac parte nucleotida de timină: a) ceară; b) ADN; c) ARN-m; d) ARN-t.
- Numiți compusul, care ține de biopolimeri: a) glucoza; b) ARN-m; c) grăsimile; d) dezoxiriboza.
- Indicați elementul chimic, care aparține la organogene: a) Carbon; b) Fier; c) Sulf; d) Fosfor.
- Numiți compușii, din componența 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 și compușii, 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 și monomerii lor.

- | | |
|----------------|------------------------|
| 1 polizaharide | A acizi grași |
| 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 compușilor 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 și 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 |

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 compuși organici.

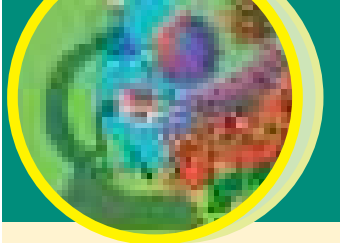
ADN	Proteine	ATP
1) codarea informației ereditare	1) catalitică	1) energetică
2) energetică	2) codarea informației ereditare	2) de structură (de construcție)
3) catalitică	3) de transmitere a informației ereditare la locul de sinteză a altor molecule organice	3) de transportare a aminoacizilor

19. Numiți compușii, în componența cărora 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 terțiară a proteinelor
3) polizaharide	3) structura secundară a proteinelor	3) ATP

Întrebări cu răspunsuri deschise

20. Comparați proprietățile și funcțiile lipidelor și glucidelor.
21. Ce este comun și diferit între procesele de destrucție și de denaturare?
22. De ce rolul principal în procesele de transformare a energiei în organismele animalelor le revine glucidelor, deși 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 și particularitățile ei?
24. Care din compușii chimici joacă un rol la menținerea echilibrului energetic al organismului? Argumentați răspunsul.
25. Prin ce se deosebește specificul acțiunilor fermenților? Argumentați răspunsul.
26. Ce este comun și diferit în structura și funcțiile diferitor tipuri de acizi nucleici?
27. Care structură a ADN este legată prin particularitățile și 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 compușii 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 și diferit între structura ATP și 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.



TEMA 2. STRUCTURA CELULEI

În această temă veți afla despre:

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



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



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

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

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

Care știință studiază celula? Celulele, structura lor și procesele de activitate vitală sunt studiate de știința numită **citologia**. Ea își are începuturile de la descoperirea din 1665, făcută de savantul **Robert Hooke** (des. 35). Cu ajutorul microscopului construit de el însuși a examinat membrana celulelor unei felii subțiri de scoarță și a propus termenul **celulă**.

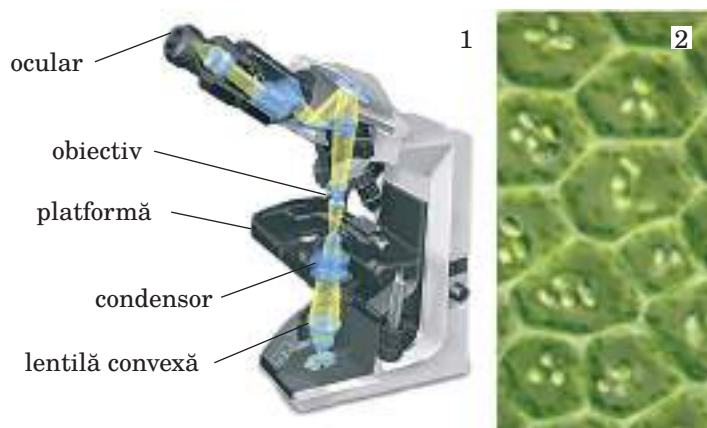
În anul 1702 cercetătorul olandez **Antony van Leeuwenhoek** (des. 36), de asemenea, cu ajutorul microscopului construit de el însuși, a descoperit bacteriile și animalele unicelulare (infuzorii etc.), a descris celulele animalelor multiceleulare (eritrocitele și spermatozoizii).

Care metode sunt aplicate în citologia contemporană? Cercetările contemporane în domeniul citologiei sunt orientate, în primul rând, la studierea celor mai mici organite și a structurii, funcțiilor lor în celulă. Doar dispozitivele mai performante și tehnologiile de vârf deschid noi perspective în fața 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. Priviți desenul 37 și amintiți-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 și lentile (des. 37). Aceste lentile măresc vizual obiectul de cercetare, dimensionarea fiind un rezultat al măririi de către obiectiv și 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. Microscopul optic asigură o mărire a obiectelor de cercetare de 2-3 mii de ori. Vă puteți perfecționa 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 și studiate cu ajutorul **microscopului electronic**, inventat în prima jumătate a secolului al XX-lea. Microscopul



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 și chiar mai mult (des. 39). Construcția 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 electromagneți, capabili să schimbe direcția mișcării 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 și să interacționeze cu obiectul de cercetare sau să-l traverseze fără schimbări. Trecând prin obiectul de cercetare, electronii nimeresc pe un ecran luminescent, 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 suprafața celulelor, unele organite etc. (des. 40). În cazul dat fluxul de electroni nu trece prin obiectul de cercetare, ci se reflectă de suprafața lui.

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

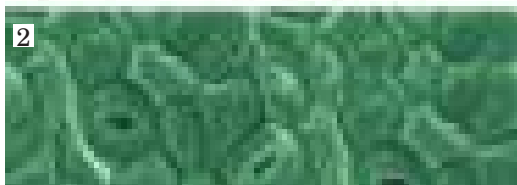
Pentru aceasta celulele trebuie fixate în prealabil cu anumite substanțe (spirt, formalină etc.), prin congelare rapidă

E interesant să știm

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



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



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



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

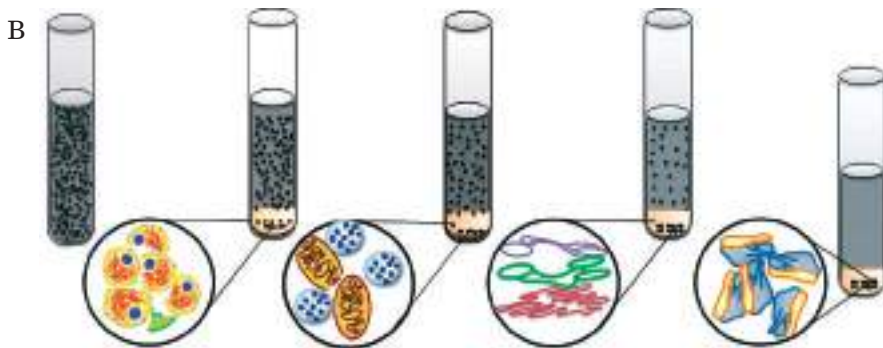
sau uscarea lor. Unele structuri ale celulelor fixe sunt vopsite cu vopsele speciale și sunt pregătite materiale microscopice, care pot fi păstrate un timp îndelungat. Pentru a fi fotografiate cu ajutorul microscopului electronic de scanat suprafața celulei sau anumite organite sunt acoperite cu praf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

Metoda culturii celulelor oferă savanților posibilitatea de a avea permanent la dispoziție celule de diferite tipuri. Pentru aceasta celulele vii sunt ținute și înmulțite într-un mediu nutritiv artificial (de exemplu, sunt pregătite din substanțe agar, obținute din alge roșii). Schimbând componenții mediului nutritiv, se poate observa cum diferiți compuși influențează asupra creșterii și înmulțirii celulelor, altor proprietăți ale lor. Culturile celulelor se folosesc în medicină, în serviciul veterinar și în cel de protecție a plantelor pentru verificarea influenței diverselor preparate chimice, virusilor, organismelor monocelulare, pentru obținerea substanțelor biologice active (preparate medicale, biostimulatori etc.).

Metoda atomilor marcați oferă posibilitatea înțelegerii mai bine a locului și a desfășurării anumitor fenomene fizico-chimice în celulă. Pentru aceasta în celulă se introduce o substanță, 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 acești izotopi, se poate urmări migrația acestor substanțe în celulă, transformările lor, descoperi locul și caracterul unor sau altor procese biochimice. De exemplu, cu ajutorul acestei metode s-a demonstrat că în timpul divizării deosebite a celulei (mai amănunțit veți 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 mărunțite și în eprubete speciale sunt introduse în centrifugă – dispozitiv pentru producerea rotației rapide. Deoarece diferite structuri celulare au grade variate de densitate și, fiind supuse rotației 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 și cercetate aparte.

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



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

Astfel, în oncologie (știința care studiază cauzele apariției, elaborează mijloace de diagnosticare și 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 și este studiată capacitatea lor de a se înmulți 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 și funcționarea celulelor a fost savantul german din secolul al XIX-lea Rudolf Virchow.

Termeni și noțiuni-cheie:

microscopia optică și electronică.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Cu ajutorul căror metode sunt studiate celulele? 2. În ce constă metoda microscopiei optice? 3. Prin ce se deosebesc principiile de funcționare a microscopelor optice și electronice? 4. Care structuri sunt descoperite cu ajutorul microscopului de scanare? 5. Explicați esența metodei atomilor marcați. 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

Amintiți-vă ce înseamnă difuzia, hidrofil și hidrofob. Ce înseamnă imunitate, anticorpi și antigene? Ce înseamnă denaturarea? Care sunt structura și funcțiile moleculei de ATP? Ce înseamnă fagocitoza?

După cum știți, **celula este unitatea de structură și funcțională a ființelor vii**. Aceasta înseamnă că la nivelul celular de organizare a materiei vii se manifestă pe deplin toate particularitățile a tot ce este viu: schimbul de substanțe și transformarea energiei, predispunerea la creștere, înmulțirea, mișcarea, iritarea, păstrarea și transmiterea informației ereditare urmașilor etc.

Amintiți-vă: în dependență de existența nucleelor toate organismele se împart în procariote și eucariote. Celulele procariotelor (de exemplu, bacteriile) nu au nucleu. Despre structura altor celule veți afla din §15.

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

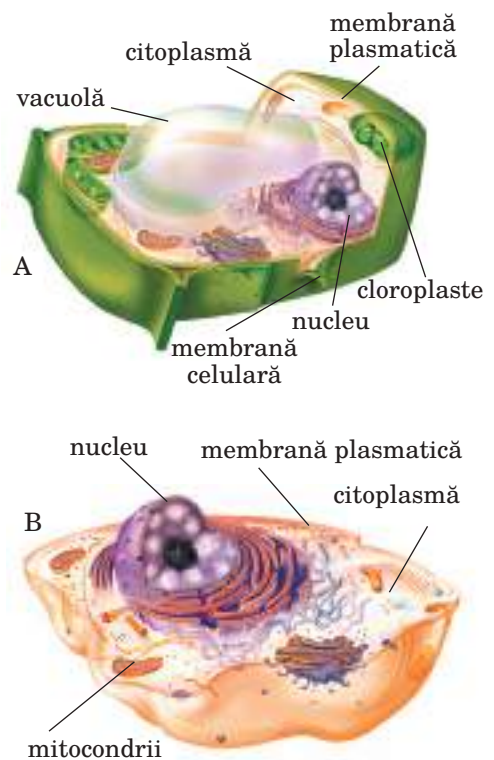


Pe scurt despre principalul

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

Celulele pot fi cercetate atât vii, cât și 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 și la plantele cultivate, pentru determinarea stării fiziologice a organismelor.



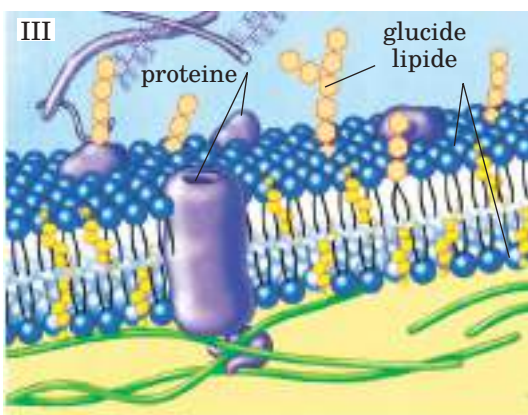
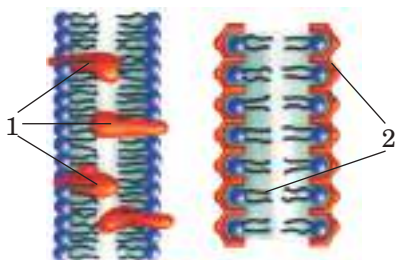
Des. 43. Modele ale structurii interne ale celulelor eucariote: A. Plantelor.

B. Animalelor. **Temă.** Examinați desenul și amintiți-vă, care organite ale celulelor animalelor și plantelor vă sunt cunoscute de la precedentele cursuri de biologie și care sunt funcțiile lor



I

II

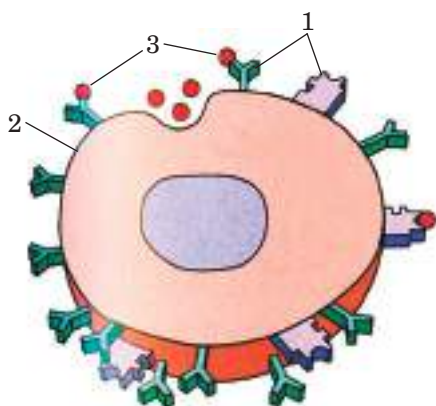


III

proteine

glucide
lipide

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



Des. 45. Funcția de protecție a membranei celulare: anticorpilor (1) din componența membranei (2) leagă antigenele (3) și previn pătrunderea acestora în celulă

Aparatul exterior. Din aparatul exterior fac parte membrana plasmatică, structurile supramembrane și submembrane. Din componența **membranei plasmatică** (ea mai este numită **plasmalemă**) fac parte lipidele, proteinele și glucidele (des. 44). Moleculele lipidelor formează două straturi: „cozile” lor hidrofile (grupa ortofosforică) sunt îndreptate spre părțile externă și internă ale membranei. „Cozile” hidrofobe, formate din șanțurile acizilor grași, sunt îndreptate spre mijloc (des. 44. II).

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

Glucidele intră în componența membranelor în exclusivitate sub formă de substanțe 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 compuși, atunci când restul lipidelor se află în stare lichidă. De aceea, formațiile de proteine și lipide parcă sunt „incorporate” în masa lipidică fluidă, care se aseamănă cu un mozaic.

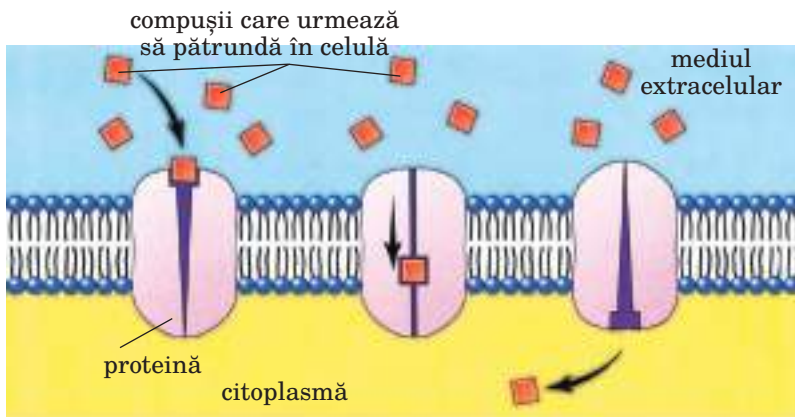
Moleculele, care intră în componența membranelor, sunt capabile de a se mișca. Datorită acestui fapt membranele pot să se refacă repede în cazul unor deteriorări neînsemnate. Membranele plasmatică se pot întinde și constrânge, de exemplu, în timpul schimbării formei sau mișcării celulelor, formând riduri care măresc suprafața celulei.

Funcțiile membranei celulare. Membrana celulară îndeplinește, în primul rând, **funcția de protecție**: apără mediul intern al celulei de influențe nefavorabile. În deosebi, între proteinele membranelor sunt și de acele, capabile să lege antigenele (substanțe străine pentru celulă), și astfel nu le permite să pătrundă în celulă. Deci, membrana plasmatică este unul din segmentele reacțiilor de protecție a organismului – imunitatea (des. 45).

Funcția de transport. Membrana celulară se caracterizează prin semipenetrabilitate: unii compuși pot trece repede prin ea, alții trec lent sau în genere nu pot pătrunde prin ea. Compușii necesari pentru activitatea vitală a celulelor, precum și produsele schimbului de substanțe pătrund prin membrana plasmatică cu ajutorul transportului pasiv sau activ.

Transportul pasiv asigură pătrunderea selectată a substanțelor prin membrană. În acest caz moleculele se deplasează datorită diferenței în concentrația de substanțe pe ambele părți ale membranei: din segmentul, unde concentrația lor este mare, în segmentul unde concentrația lor este mică. La efectuarea transportului pasiv se consumă puțină energie sau în genere nu se consumă. Transportul pasiv asigură diferite mecanisme. În deosebi, cu ajutorul difuziei în celulă ajung apa și substanțele dizolvate în ea.

Dacă membrana lasă să pătrundă moleculele unei substanțe și reține pe cele ale alteia, are loc **difuzia unilaterală** numai a substanței capabile să traverseze membrana. **Difuzia ușoară** înseamnă trecerea prin membrană a anumitor molecule



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.

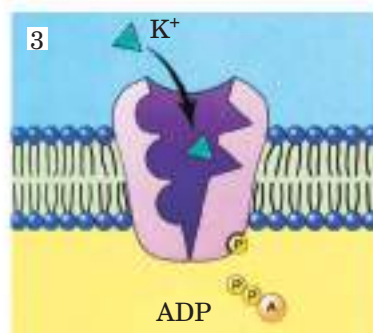
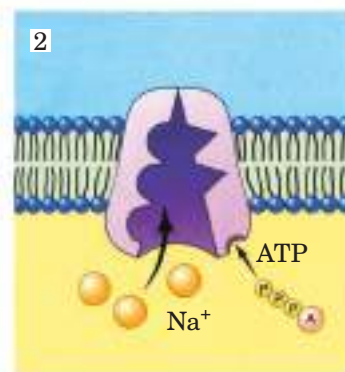
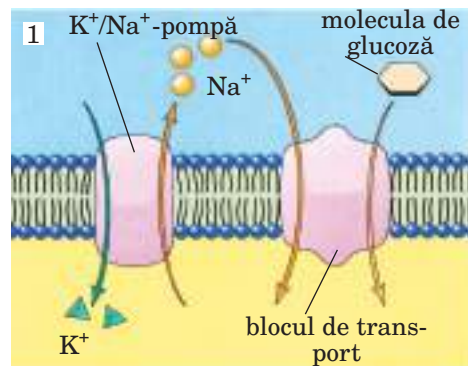
Unul din mecanismele transportului activ al substanțelor prin membrană se numește **pompa de potasiu-sodiu** (des. 47). El este legat de faptul că concentrația de ioni de Potasiu din interiorul celulei este mai mare decât în mediul extern, iar a ionilor de Sodiu – dimpotrivă. Datorită acestei diferențe de concentrare în rezultatul difuziei ionii de Sodiu intră în celulă, iar de Potasiu ies din ea. Însă, concentrația 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 plasmatică 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.

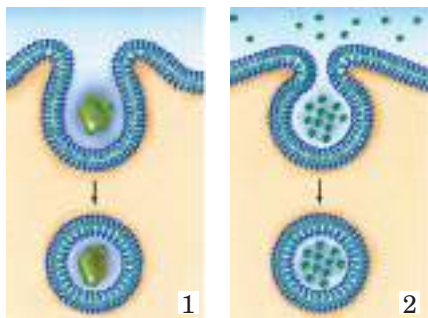
De mecanismul transportării substanțelor prin membrană ține și **citoza**. Există două tipuri principale de citoză: fago- și pinocitoza (des. 48).

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 predispușe la fagocitoză anumite tipuri de celule animaliere. **Amintiți-vă:** cu ajutorul fagocitozei „înghit” hrana unele organisme unicelulare (de exemplu, amibe) 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.

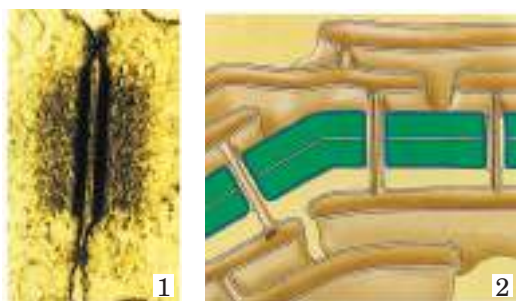
Des. 47. 1. Schema generală care ilustrează transportul activ cu participarea pompei de potasiu-sodiu. 2. Ionii de Na^+ sunt scoși din celulă, unde concentrația lor a fost cu mult mai mică, decât în mediul extern. 3. Ionii de K^+ sunt „pompați” în celulă, unde concentrația lor este mai mare decât în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

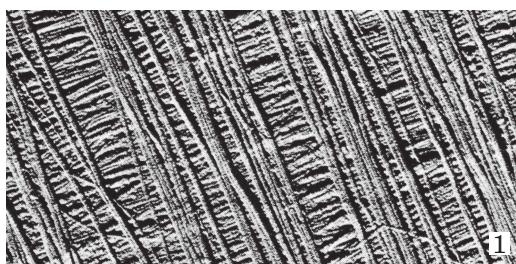




Des. 48. Schema citozei:
1 – fagocitoza; 2 – pinocitoza



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



Des. 50. Învelișul 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 compușii dizolvați în el prin invaginarea membranei (des. 48.2). Veziculele de pinocitoză se desprind de membrană din partea ei interioară.

Funcția de semnalare a membranelor celulare. În componența membranei celulare sunt proteine, capabile, ca răspuns la acțiunile diferitor factori din mediul ambiant, să-și schimbe structura spațială, semnalizând celula. Asemenea particularități ale structurii membranelor plasmatică asigură excitabilitatea organismelor.

E interesant să știm

Cu moleculele ce intră în componența membranei pot interacționa virușii. 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.

Funcția 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 și elasticitate, legând strâns celulele (des. 49.1). Celulele plantelor se leagă între ele datorită creării unor canale intercelulare microscopice, din membrană și umplute cu citoplasmă (des. 49.2).

Membranele plasmatică, de asemenea, participă la creșterea și divizarea celulelor.

Complexele supramembranare ale celulelor sunt compuse din structuri, stabilite deasupra membranei plasmatică. După cum țineți minte, la plante și ciuperci acesta este învelișul celular, iar la celulele animalelor – glicocalixul.

Învelișul celular al plantelor este format din mănunchiuri de fibre de celuloză polizaharidă, insolubile în apă (des. 50) și de o carcasă (matrice). În dependență de tipul de țesut și de funcțiile pe care le îndeplinește, în componența învelișului celular al plantelor pot intra și alte glucide, precum și lipide, proteine, compuși anorganici (SiO_2 , carbonați și ortofosfat de potasiu etc.). De exemplu, învelișul celular al scoarței sau a canalelor la plante cu timpul sunt străbătute de compuși lipidici. Prin urmare, conținutul celulei moare și, deci, îndeplinește funcțiile de sprijin sau conducătoare. Celulele învelișului pot să se solidifice, adică spațiile între fibrele de celuloză se umplu cu o substanță organică specială – lignina, care dă învelișului tărie suplimentară.

La diferite grupuri de ciuperci adevărate în componența învelișului celular, în afară de celuloză, intră chitina – polizaharidă cu conținut de azot, care îi dă tărie, glicogenul, pigmentii întunecați (ai melaninei) și alți compuși.

Funcția de sprijin a învelișului celular constă în menținerea formei celulei. Învelișul celular asigură contactele intercelulare între celulele plantelor.

Glicocalixul este un strat foarte subțire la suprafață, format din compuși de proteină și lipide cu glucide (des. 51). El nu este în stare să mențină forma celulei, însă asigură legătura nemijlocită a celulei cu mediul înconjurător. Din componența

glicocalixului fac parte moleculele receptore, capabile să identifice excitațiile din mediul înconjurător. El participă la transportarea selectată a substanțelor în interiorul celulei și în exterior (lasă să treacă sau nu moleculele în dependență 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 proteică: microfilamente și microtuburi, care formează citoscheletul – un schelet original al celulei. Mai amănunțit despre aceasta veți afla din paragraful următor.

Termeni și noțiuni-cheie:

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

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Din ce compuși sunt create membranele biologice? 2. Ce prezintă modelul mozaic fluid de structură a membranelor biologice? 3. Care sunt funcțiile principale ale membranei plasmatică? 4. Cum se desfășoară transportarea substanțelor prin membrana plasmatică? 5. Ce este comun și deosebit între procesele de fagocitoză și pinocitoză? 6. Datorită cărui fapt membrana plasmatică își îndeplinește funcțiile de protecție? 7. Ce intră în componența învelișului celular al plantelor și ciupercilor? Care sunt funcțiile lor? 8. Ce înseamnă glicocalixul? Care sunt funcțiile lui?

Chibzuți



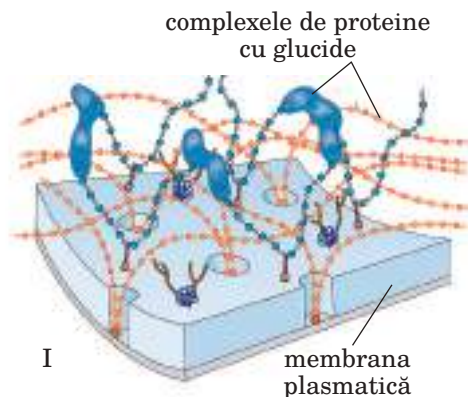
1. Ce însemnătate are mișcarea proteinelor în membranele biologice pentru a-și îndeplini funcțiile? 2. Ce este comun și deosebit în structura și în funcțiile învelișului celular și ale glicocalixului? 3. Alga claminomada unicelulară și reprezentantul animalelor unicelulare – euglena verde – au multe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

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

Amintiți-vă din cursul de chimie care soluții sunt numite coloide. Ce înseamnă sol și gel? Ce tipuri de ARN cunoașteți? Care organite ale mișcării sunt în eucariotele unicelulare? Cum se desfășoară procesul de fagocitoză?

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

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



I

membrana plasmatică



II

Des. 51. I. Schema structurii glicocalixului, stabilit deasupra membranei plasmatică.

II. Fotografia electronică microscopică a glicocalixului

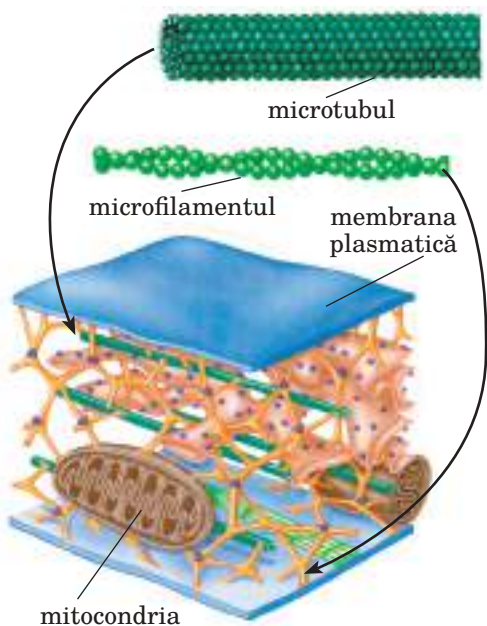


Pe scurt despre principalul

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

Membrana celulară îndeplinește diverse funcții: de protecție, de asigurare a proceselor schimbului de substanțe, de semnalare, de transportare a substanțelor, de contact cu celulele vecine etc. Diverși compuși, necesari pentru activitatea vitală a celulelor, precum și produsele schimbului de substanțe trec prin membrana plasmatică cu ajutorul mecanismelor de transportare pasivă și activă.

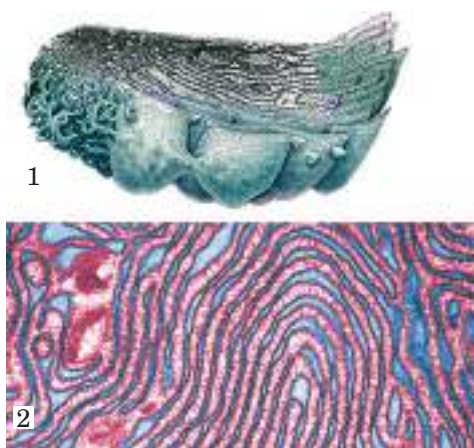
Deasupra membranei plasmatică la plante și la ciuperci este stabilit învelișul celular, la celulele animalelor – glicocalixul. De complexul de celule submembranare ține citoscheletul, creat din structuri proteice.



Des. 52. Schema structurii citoscheletului

E interesant să știm

În celulele multor organisme animale 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, încunjurate de membrană în infuzorii, frize de proteine în euglenă etc.). Pelicula dă tărie învelișului 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)

același timp în diferite stări. Trecerea citozolului dintr-o stare în alta asigură mișcarea ameboidă a celulelor cu ajutorul unor prelungiri ale acestora, precum și procesele de fago- și pinocitoză. Starea fizică a citozolului influențează asupra vitezei desfășurării proceselor biochimice: cu cât e mai dens, cu atât mai lent au loc reacțiile biochimice.

Citozolul unește într-un singur sistem biologic funcțional toate celulele structurii și asigură interacțiunea acestora. În citozol au loc transportarea diferitor compuși, procesele schimbului de substanțe. Citozolul se află permanent în mișcare.

Citoplasma ca mediu celular intern al celulei se caracterizează prin structură și proprietăți relativ durabile. Spațiul interior al celulei eucariote are o subordonare strictă.

Citoscheletul sau scheletul intern al celulei prezintă un sistem de formații proteice – microfilamente și microtuburi (des. 52). El îndeplinește funcția de sprijin, precum și unește toate componentele celulei: aparatul ei extern, citoplasmele de structură, nucleul. Elementele citoscheletului contribuie la fixarea organitelor într-o anumită poziție și la deplasarea lor în celulă.

Microfilamentele sunt structuri sub formă de fire subțiri, formate din proteine contractile, în mare parte din actină (*amintiți-vă*: actina este o componentă a celulelor mușchilor) (des. 52). Ele străbat citoplasma și 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 deșerți (des. 52). Ele participă la formarea fusului de diviziune a celulelor eucariote, intră în componența flagelilor și ciliilor etc. Microtuburile asigură deplasarea organitelor și 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 funcționării lor normale. Mediul intern al moleculei este divizat de membranele din interiorul celulei în segmente funcționale aparte (des. 53).

Un astfel de sistem de membrane este necesar pentru plasarea substanțelor (fermenților, pigmentilor etc.), precum și pentru împărțirea proceselor incompatibile în spațiu a schimbului de substanțe și de transformare a energiei, protecția anumitor segmente ale celulei de acțiunile fermenților digestivi etc. În membranele biologice au loc procese, legate de primirea informației, parvenită din mediul înconjurător, formarea și transmiterea excitabilității, transformarea energiei, protecția de pătrundere a microorganismelor patogene și de alte manifestări ale activității vitale a celulelor, organelor și organismului în ansamblu. Membranele intracelulare (una, două sau mai multe) sunt încunjurate de organite.

Organitele (din greacă *organon* – organ, instrument) sunt structuri celulare stabile. Fiecare din organite asigură procese respective de activitate vitală a celulei (nutriția, mișcarea, sinteza anumitor compuși, păstrarea și transmiterea informației ereditare etc.).

E interesant să știm

Unele animale unicelulare au structuri intracelulare deosebite, care îndeplinesc funcția de sprijin. Ca și incluziunile, acestea au structuri de anumite forme aflate în celuloză și 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 și să apară în procesul de activitate vitală a celulei. Incluziunile sunt compuși de rezervă sau produse finite ale schimbului de substanțe.

Care sunt structura și funcțiile ribozomilor? Organitele obligatorii ale oricăror celule sunt **ribozomii** (de la acidul ribonucleic și din greacă *soma* – corp). Sunt organite fără membrană, care participă la biosinteza proteinelor în celule. Ribozomii au forma unor corpuri sferice, compuse din două părți diferite ca dimensiune – subunități: mare și mică (des. 55). Fiecare subunitate conține ARN-r și molecule de proteine, care interacționează între ele. Subunitățile de ribozomi se pot separa după sinteza moleculei proteice și 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 subunitățile de ribozomi formate ies în afara nucleului, în citoplasmă. Ribozomii sunt și în asemenea organite ca mitocondrii și plastidele. Însă, dimensiunile lor sunt mai mici, decât la cei din citoplasma celulei.

E interesant să știm

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 desfășoară foarte activ.

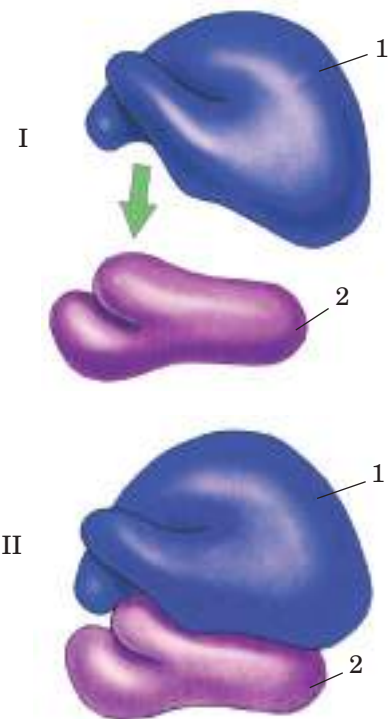
Ce organite ale mișcării se află în celulele eucariotelor? În celulele multor organisme unicelulare și multicelulare se află organitele mișcării. Acestea sunt pseudopodele, flagelii și cilii.

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

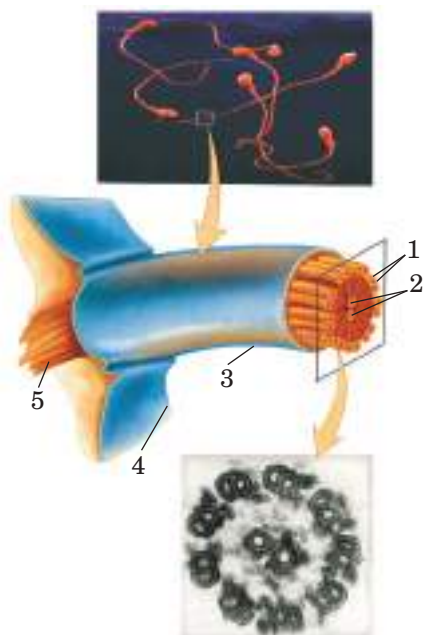
Flagelii și cilii se întâlnesc în unele organisme unicelulare (clamidomnada, euglena, infuzorii), precum și în unele tipuri de celule ale organismelor multicelulare (epiteliile căilor respiratorii ale mamiferelor, spermatozoizii animalelor, plantelor superioare cu spori etc.). Flagelii și cilii se aseamănă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



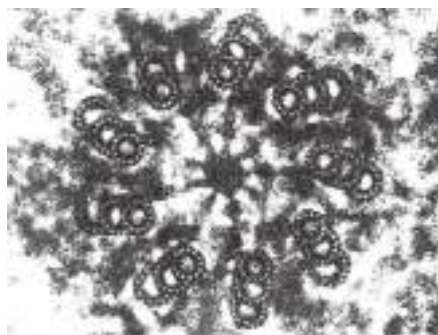
Des. 54. Scheletul mineral intracelular al radiolarilor



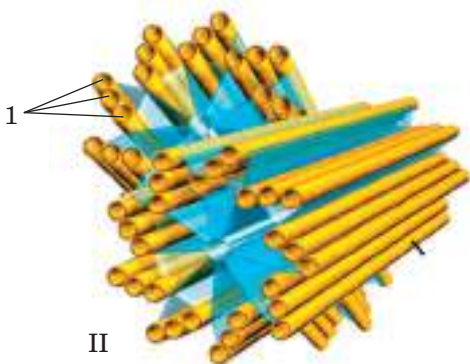
Des. 55. Structura ribozomilor.
I. Separarea subdiviziunilor mare (1) și mică (2). II. Subdiviziunile mare (1) și mică (2) în componența ribozomilor



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

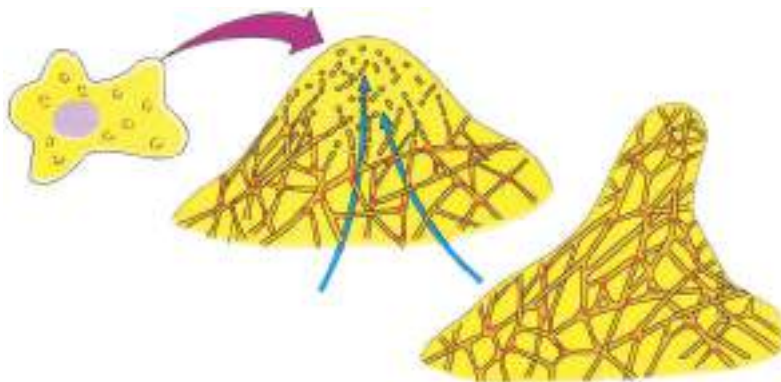


I



II

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).

Mișcarea flagelilor și ciliilor se produce pe contul eliberării energiei ATP, în acest caz perechile vecine de microtuburi parcă patinează una față de alta. Funcționarea ciliilor se aseamănă cu vâslirea și, de obicei, este coordonată (de exemplu, de infuzorii). Pentru cili este caracteristică mișcarea asemănătoare cu cea a elicei sau a undelor. Funcția flagelilor și a ciliilor nu numai că asigură deplasarea celulei, dar și pătrunderea particulelor de hrană pe suprafața celulei împreună cu fluxul de apă, pe care ele îl creează (de exemplu, mișcarea ciliilor celulelor digestive ale hidrei). Flagelii și ciliii pot, de asemenea, să îndeplinească funcțiile de excitabilitate (de exemplu, la viermii lați) și de protecție (ciliile epitelii cavității 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 legați de suprafața externă a învelișului nucleului. Ei se întâlnesc în celulele multor animale multicelulare, însă lipsesc în celulele plantelor superioare, în unele ciuperci, alge și animale unicelulare.

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

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

Termeni și noțiuni-cheie:

citozolul, ribozomii, pseudopodele, flagelii, ciliii, centriolii.

Verificați-vă cunoștințele obținute



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

Chibzuiți



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

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

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

Știți deja că conținutul intern al celulelor eucariote este subordonat sistemului de membrane.

Care sunt structura și funcțiile reticulului endoplasmatic? Reticulul endoplasmatic (des. 59) constituie un sistem de cavități în formă de mici canale cu ramificațiile lor (așa-numitele cisterne). Ele sunt separate de membrana celulară și comunică între ele. Există două tipuri de reticule endoplasmatic: granular și neted. **Reticulul endoplasmatic granular** se numește așa 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 și neted – au legături spațiale și funcționale: membranele lor pot trece nemijlocit una în alta.

Una din funcțiile principale ale reticulului endoplasmatic granulat constă în asigurarea biosintezei proteinelor. Aceste procese au loc pe membranele lui cu participarea ribozomului (mai amănunțit despre mecanismul sintezei proteinelor veți afla din § 22). Proteinele sintetizate se pot acumula în cavitățile goale ale reticulului endoplasmatic granulat și 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 învelișului nucleului în perioada divizării în două a celulei.

Pe membrana reticulului endoplasmatic neted sunt sintetizate lipidele, glucidele, unii hormoni, care pot fi acumulați în cavitățile ei. În cavitățile reticulului endoplasmatic neted (de exemplu, în celulele ficatului) sunt acumulați și se neutralizează compușii toxici pentru organism, care cu timpul sunt eliminați 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 și de substanțe anorganice – citozol. Ca mediu intern al celulei, el unește într-un singur sistem biologic funcțional toate structurile celulei și asigură interacțiunea lor.

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

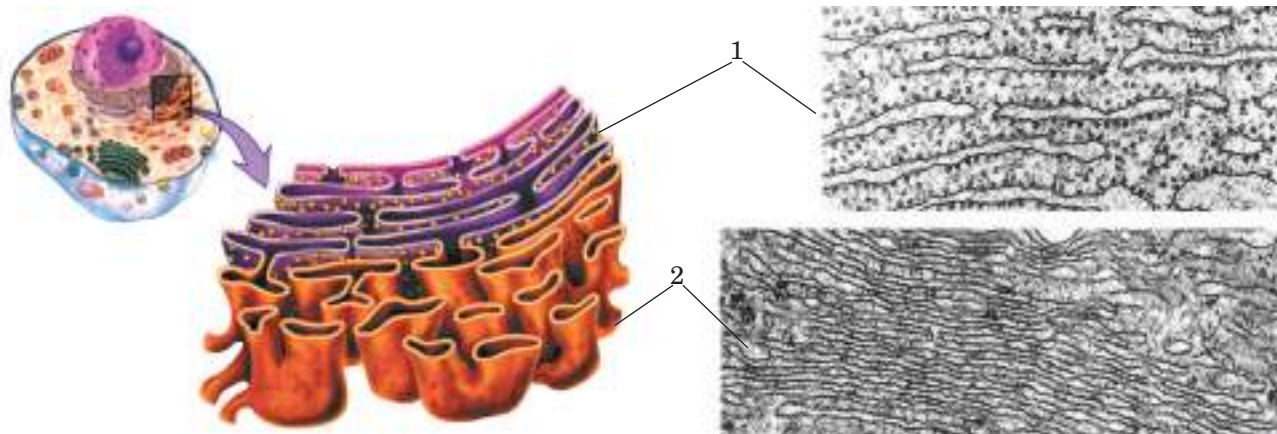
Mediul intern al celulei este împărțit de membranele intercelulare în anumite sectoare funcționale.

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

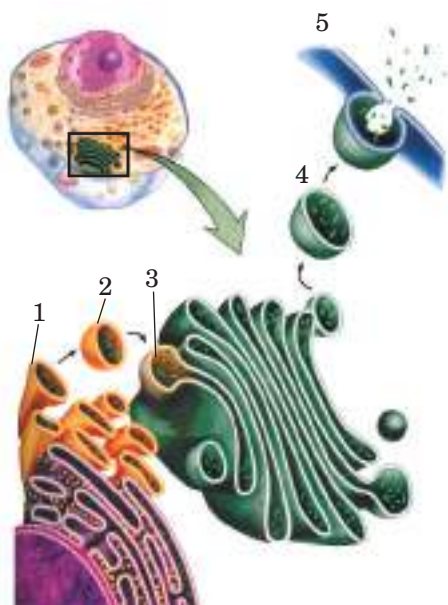
De organele mișcării celulei țin pseudopodele (pseudo piciorușe), flagelii și cili.

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

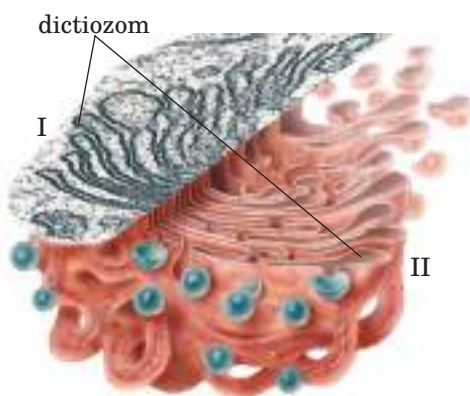
Centriolii participă la divizarea axată a celulelor.



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



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



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

Memorizăm: una din principalele funcții ale complexului Golgi – acumularea și schimbarea substanțelor și plasarea lor în vezicile din membrană.

Reticulul endoplasmatic spațial și funcțional 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 pungii-cisterne, înconjurați de membrană. Alături se află vezici canalicule (des. 61). Către unul din polurile fiecărei cisterne în permanență se apropie vezicile, care se desprind de reticulul endoplasmatic, conținând substanțe ce s-au format acolo. Contopindu-se cu pungile-cisterne ale complexului Golgi, vezicile le transmit acestora conținutul lor. De la celălalt pol al pungilor-cisterne se detașează vezici cu diferite substanțe (des. 60, 4).

Funcțiile complexului Golgi sunt diverse. În primul rând, în acest organit se acumulează și se modifică într-o anumită măsură unii compuși (de exemplu, proteinele, care se pot asocia cu glucidele și lipidele). Substanțele, care ajung în cisternele complexului Golgi sunt sortate după componența chimică și menirea lor. Moleculele sortate trec de la o cisternă la alta și sub formă de vezici, înconjurată de membrană, se detașează de acest organit. Vezicile detașate sunt transportate cu ajutorul microtuburilor și pot da conținutul lor altor organite. Sau se contopesc cu membrana plasmatică, eliminând conținutul lor din celulă (vezi des. 60).

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

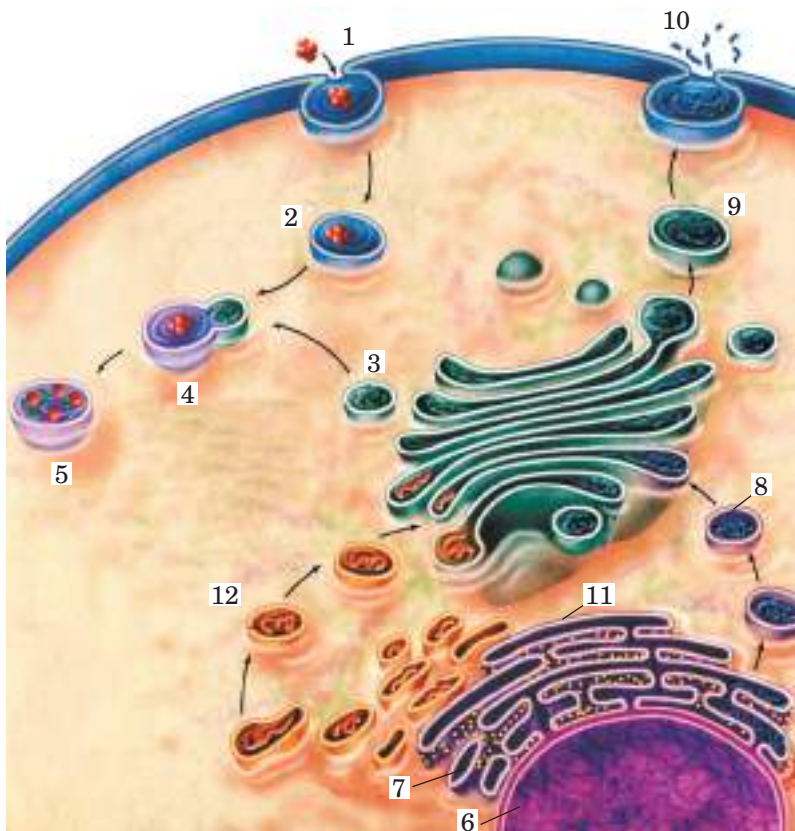
Lizozomii (din greacă *lysis* – dizolvare) sunt organite care prezintă vezici microscopice, înconjurată de membrană. Ele conțin diferiți fermenți, capabili să descompună diferiți compuși (proteine, glucide, lipide etc.). În celulă pot fi diferite tipuri de lizozomi, care se deosebesc prin particularitățile structurii și funcțiilor.

Unii lizozomi, contopindu-se cu pinocitozele sau cu vezicile fagocitozei, participă la formarea **vacuolelor digestive**. În acest caz se activează fermenții și conținutul vacuolelor este supus procesului de digestie. Astfel, lizozomii asigură procesele intracelulare de digestie.

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

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

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



Des. 62. Legăturile de spațiu între reticulul endoplasmatic, complexul Golgi și membrana plasmatică:

- 1 – procesul fagocitozei (particulele de hrană sunt înconjurate de membrana plasmatică);
- 2 – particulele de hrană, înconjurată de membrană, ajung în citoplasmă;
- 3 – de la complexul Golgi se separă lizozomul;
- 4 – lizozomul se contopește cu vezica care conține particule de hrană;
- 5 – se creează vacuola digestivă;
- 6 – nucleul celulei;
- 7 – reticulul endoplasmatic granulat;
- 8 – vezica de transportare care conține proteine;
- 9 – vezica excretoare se apropie de membrană;
- 10 – conținutul vezicii excretoare este eliminat din celulă;
- 11 – reticulul endoplasmatic granulat;
- 12 – vezicula cu lipide se îndreaptă spre complexul Golgi

celulă, asigurând păstrarea configurației celulare, în ele sunt acumulate substanțele nutritive de rezervă, produsele finite ale schimbului de substanțe și pigmenții. Pigmenții roși, albaștri, galbeni etc., care se dizolvă în suc celular, condiționează culoarea unor anumite tipuri de celule ale plantelor (culoarea roșie a vișinelor, ridichilor, petalelor etc.). Datorită semipermeabilității prin membrana vacuolei are loc transportarea substanțelor cu citosol în cavitatea lor și invers.

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

E interesant să știm

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 și subțiri prin care pătrund soluții apoase din citoplasmă. Mai întâi se contractează pereții canalelor, împingând soluțiile spre rezervor. Peste un timp oarecare se contractează însuși rezervorul.

E interesant să știm

Lizozomii pot participa și la procesul digestiv extracelular. De exemplu, la ciupercile *Neurospora* ei sunt aproape de membrana plasmatică și scot în exterior conținutul lor – fermenții.



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



Des. 64. I. Vacuola în celula vegetală:
1 – vacuola cu suc 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.

Termeni și noțiuni-cheie:

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

Verificați-vă cunoștințele obținute

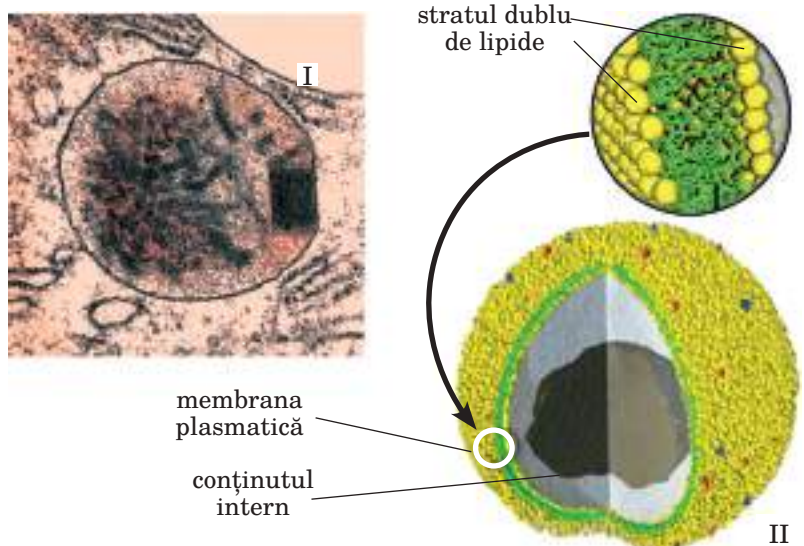


1. Ce este comun și deosebit în structura și funcțiile reticulului endoplasmatic granulat și neted?
2. Care sunt particularitățile structurii și funcțiile complexului Golgi?
3. Care sunt funcțiile lizozomilor în celulă?
4. Ce tipuri de vacuole cunoașteți?
5. Ce prezintă peroxisomele? Care este rolul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

Chibzuiți



În ce constă legătura spațială și funcțională între anumite celule ale organelor cu o singură membrană?



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

Pe scurt despre principalul

Reticulul endoplasmatic constituie un sistem de cavități în formă de mici canale și ramificațiile lor. Reticulul endoplasmatic este de două tipuri – granulat și 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 pungii-cisterne, înconjurate de membrane – dictiosoma, alături se află vezici canalicule. Funcțiile complexului Golgi sunt acumularea și 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 compuși, asigurând procesele de digestie intercelulară.

§13. STRUCTURA CELULEI EUKARIOTE: MITOCONDRII ȘI 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.

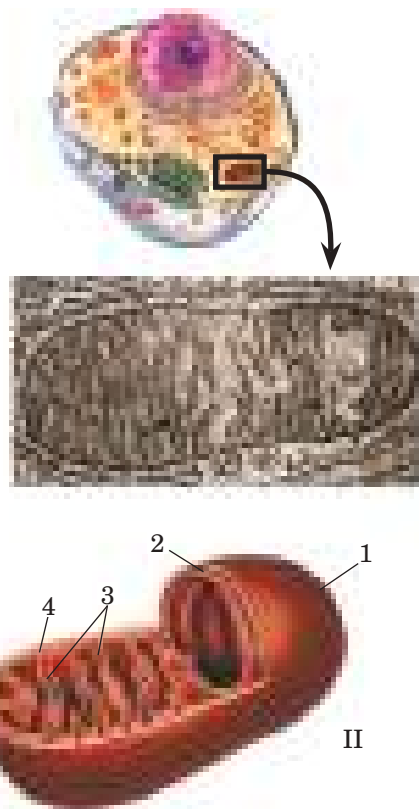
Spațiul intern al mitocondriilor este plin cu lichid semifluid – **matrice**. El conține ribozomi, molecule de ADN, ARN-m, ARN-t etc. În matrice sunt sintetizate proteinele, care intră în componența membranei interne a mitocondriilor.

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.

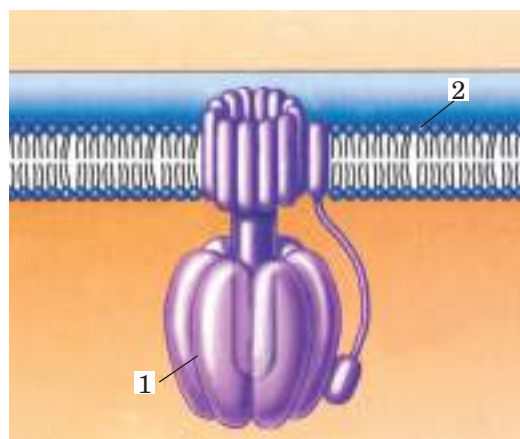
Cloroplastele (din greacă *chloros* – verde) sunt plastide de culoare verde datorită prezenței clorofilei (des. 68). Din cursul de biologie din clasa a 6-a știți că în ele au loc procesele de fotosinteză. Cloroplastele pot fi de diferite forme (des. 69).

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

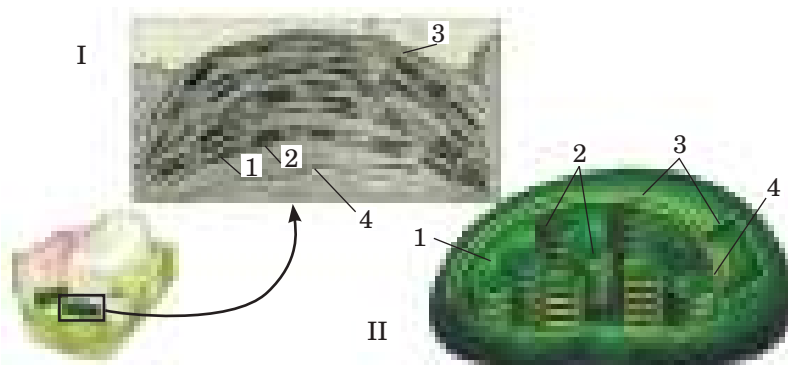


Des. 67. Schema structurii ATP-zomi –
structură din componența căreia fac
parte fermenții, care asigură sinteza
moleculelor de ATP: 1 – ATP-zomi;
2 – membrana internă a mitocondriei

🟢 În celulele anumitor grupuri de algi (roșii, brune etc.) culoarea cloroplastelor poate să nu fie verde. Aceasta se explică prin faptul că ele, în afară de clorofilă, conțin și alți pigmenți – roșii, galbeni, bruni etc.

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

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



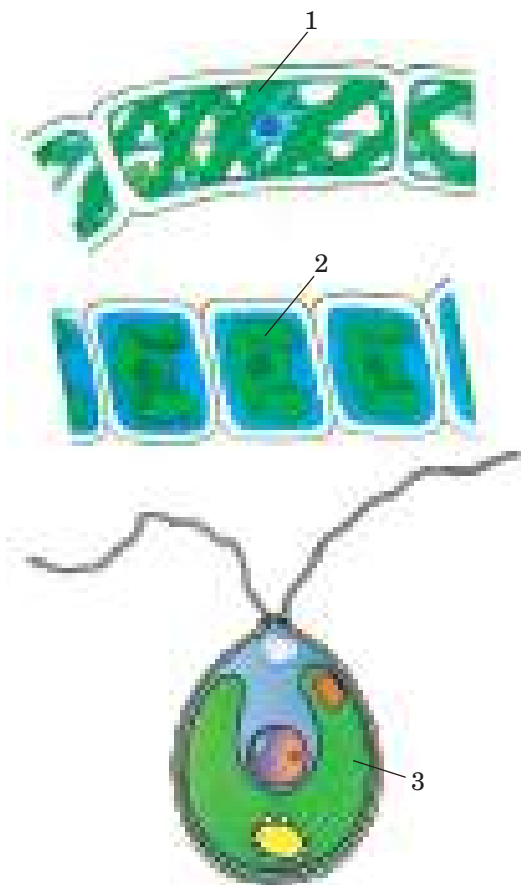
Des. 68. Structura internă a cloroplastului:
I. Fotografie făcută cu ajutorul microscopului electronic.
II. Schema structurii: 1 – stroma, 2 – granele tilacoidelor;
3 – membrana externă; 4 – membrana internă

Leucoplastele (din greacă *leucos* – fără culoare, incolor) sunt plastide incolore de diferite forme în care sunt depozitați unii compuși (amidon, proteine etc.). În stroma leucoplastelor sunt fermenți, care asigură sinteza și descompunerea substanțelor de rezervă. Leucoplastele pot fi umplute complet cu granule de amidon.

Cromoplastele (din greacă *chromatos* – culoare, vopsea) sunt plastide de diferite culori (galbenă, roșie, violetă). Le dau culoare pigmenții (în mare parte carotinoidele) care se acumulează în ele. Deoarece clorofila lipsește, cromoplastele nu au culoare verde. Cromoplastele dau o anumită nuanță culorilor petalelor florilor, fructelor, frunzelor etc. Sistemul intern al membranelor la cromoplaste lipsește 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 și cromoplaste. În timpul îmbătrânirii frunzelor, tulpinilor, coacerii fructelor în cloroplaste se descompune clorofila, se simplifică structura sistemului membranal intern și 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 și mitocondrii, spre deosebire de alte organite, se caracterizează într-o anumită măsură prin funcționare independentă de alte structuri ale celulei. Aceste organite conțin informația ereditară proprie – molecula de ADN circular, sunt capabile să sintetizeze propriile proteine. Ele nu apar din alte structuri membranare ale celulei și se înmulțesc prin diviziune.



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

Termeni și noțiuni-cheie:

stromă (matrice), creste, lamele, tilacoide.



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

Chibzuți



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

§14. NUCLEUL: STRUCTURA ȘI FUNCȚIILE

Amintiți-vă de funcțiile nucleului celulei. Ce sunt cromozomii? Ce este gena? Care sunt structura și funcțiile acizilor nucleici? Cu ce se ocupă sistematica ca știință? Care proteine sunt numite globulare, dar care – fibrilare? Care plante sunt numite monogame și care dioice? Care sunt structura și 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 și celule care conțin câteva sau mai multe nuclee (infuzorii, foraminifere, unele alge, ciupercile, fibrele musculare striate etc.).

Nucleul este compus din înveliș și mediul intern (matrice) (des. 70). **Învelișul nucleului** este format din două membrane: internă și 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.

Învelișul 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 și transportarea diferitor compuși.

Învelișul 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 și 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.

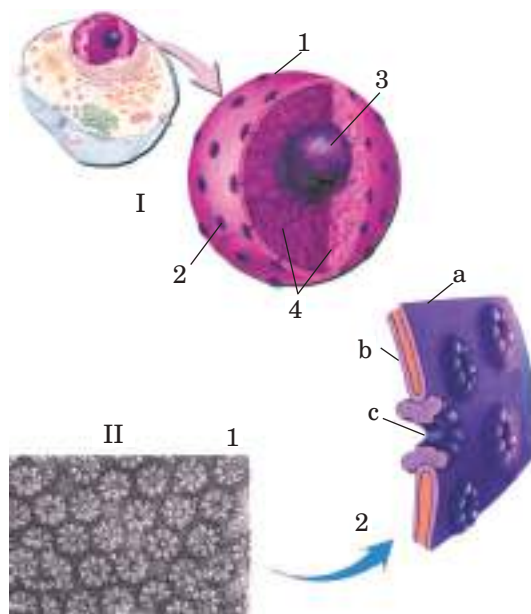
Plastidele sunt organite ale celulelor plantelor și unor animale unicelulare.

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 compuși.

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

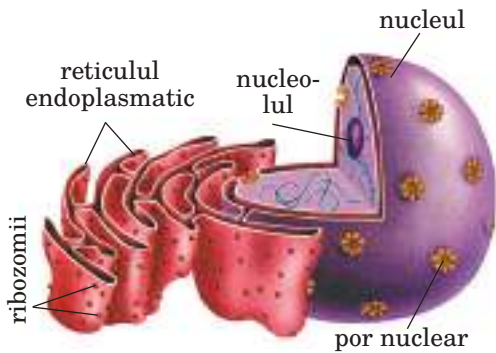
Cloroplastele, ca și mitocondrii, spre deosebire de alte organite, se caracterizează printr-un anumit grad de autonomie în celulă.



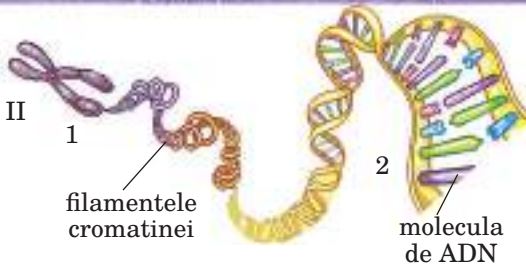
Des. 70. I. Structura nucleului: 1 – învelișul nucleului; 2 – pori nucleari; 3 – nucleolul; 4 – filamente de cromatină. II. Învelișul nucleului: 1 – microfotografia făcută cu ajutorul microscopului electronic de scanat (se văd pori nucleari); 2 – schema structurii: a) membrana externă; b) membrana internă;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

E interesant să știm

Fiecărui tip de celule îi este caracteristic *coraportul permanent între volumul nucleului și 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 substanțe deseori sunt de la două până la câteva mii de nucleu.



Des. 71. Legătura funcțională a nucleului cu alte organe 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 informației ereditare, codată în molecula de ADN, nucleul reglează procesele biochimice, fiziologice și morfologice, care au loc în celulă.

(vezi des. 70). **Cromatina** (din greacă *chromatos* – vopsea) reprezintă structurile filamentoase ale nucleului formate din proteine și acizi nucleici. În timpul diviziunii celulei filamentele de cromatină devin mai dense și 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 unește diferite structuri: nucleolul, filamentele de cromatină, porii nucleari etc. Proteinele matricei asigură o anumită plasare spațială a cromozomilor, precum și influențează asupra capacității de acțiune a lor.

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

Funcțiile nucleului. Nucleul păstrează informația ereditară și 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 informația despre structura proteinelor. Apoi această informație este transmisă în locul sintetizării lor. În nucleu, cu participarea nucleolului sunt formați compușii ribozomilor.

E interesant să știm

La unele animale unicelulare, ca infuzorii, sunt nucleu de două tipuri: *gene-rative* și *vegetative*. Nucleu de primul tip asigură păstrarea și transmiterea informației 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 componența cromozomilor intră ARN și fermenții necesari pentru dublarea moleculii 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 și din greacă *soma* – corp), în care moleculele de ADN sunt parcă înșirate pe fir. Fiecare nucleosomă este formată din opt globule de proteine. Anumite proteine leagă nucleosomele între ele. O astfel de organizare asigură așezarea compactă a moleculelor de ADN în cromozomi, deoarece lungimea acestor molecule în stare desfășurată 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 desfășurate de ADN – de câțiva centimetri și mai mult. O astfel de așezare 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.

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.

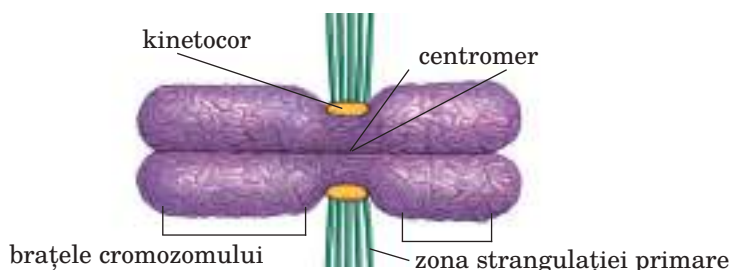
Fiecare cromatidă conține câte o celulă de ADN cu un complet respectiv de informație ereditară. În timpul diviziunii celulelor, cromatidele se repartizează la celulele-fiice, iar în perioada între două diviziuni numărul cromatidelor se dublează din nou. Aceasta are loc datorită capacității de autodublare 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.

E interesant să știm

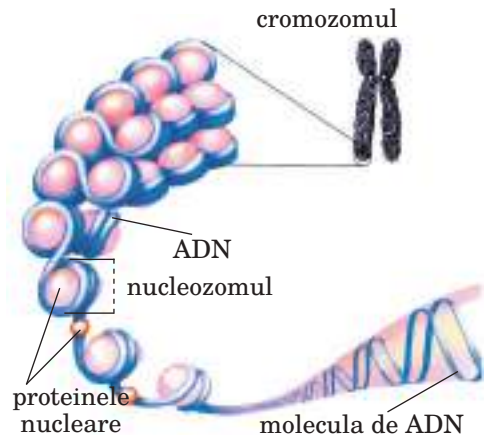
Segmentele de la cozile cromozomilor sunt numite *telomeri* (des. 75). Ei apară molecula de ADN. De fiecare dată, când cromozomii se dublează în perioada între diviziunile celulelor, segmentele de la cozile lor nu se dublează. Dacă nu ar fi telomerii, care nu au în componența lor gene active, atunci 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) și de aceea se scurtează. Numai în unele tipuri de celule (de exemplu, celulele sușe) pierderea segmentului telomer se reînnoiește cu ajutorul unui ferment deosebit. Savanții consideră că scurtarea telomerilor este unul din procesele de îmbătrânire.

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 apti de



Des. 74. Schema structurii cromozomului

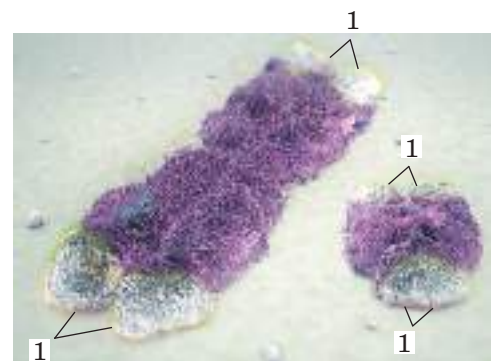


Des. 73. Interacțiunea proteinelor nucleare și moleculelor de ADN în componența filamentelor cromatinei

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

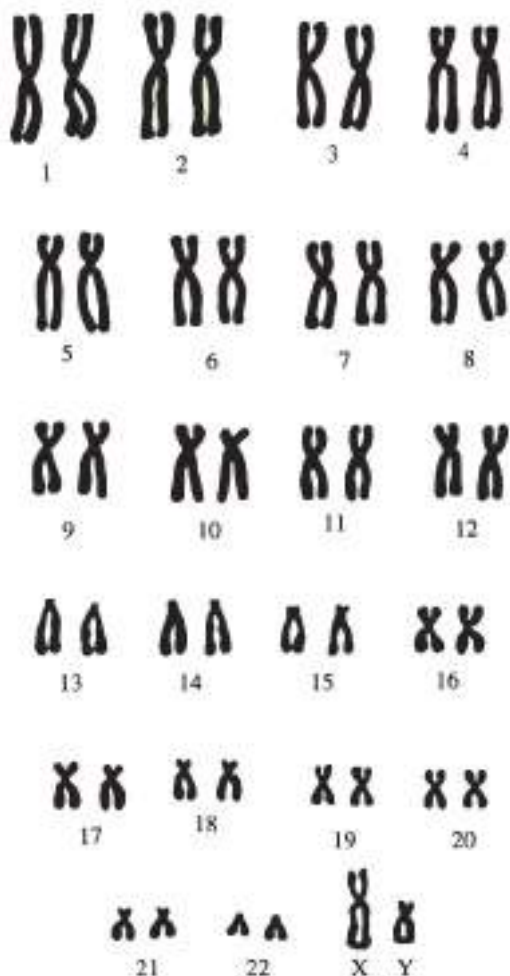
E interesant să știm

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

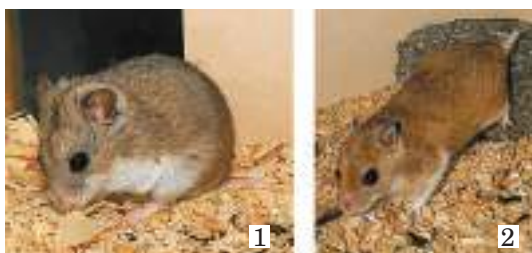


Des. 75. Telomerii (1) pe cozile cromozomilor

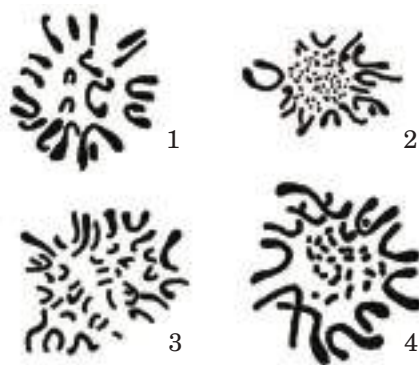
Dacă numărul cromozomilor omologi este mai mult de doi, această garnitură de cromozomi se numește **poliploidă** (din greacă *polys* – numeroși); triploidă (3n), tetraploidă (4n) etc.



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



Des. 78. Două specii de țistari: de China (1) și de Daur (2), care se aseamănă la exterior, dar se deosebesc după particularitățile cariotipului



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

viață și a face imposibilă împerecherea cu reprezentanții altor specii. Chiar dacă o asemenea împerechere are loc, urmașii în genere nu se nasc sau sunt inapți de viață și incapabili de a se înmulți.

Garnitura de cromozomi a nucleului poate fi haploidă, diploidă sau poliploidă. În **garnitura haploidă** (din greacă *haploos* – singular) (el este notat convențional 1n) toți 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 și particularitățile structurale; ei sunt numiți **omologi**. Respectiv cromozomii, care nu au o anumită pereche, sunt neomologi unul față de altul.

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

E interesant să știm

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

Termeni și noțiuni-cheie:

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



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

Chibzuți



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

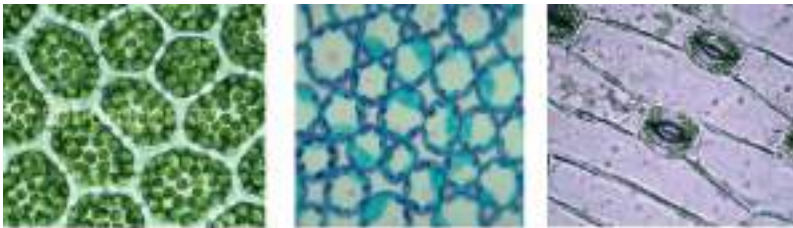
§15. TIPUL CELULELOR ȘI CARACTERISTICA LOR COMPARATIVĂ. STRUCTURA CELULEI PROCARIOTE

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

După cum știți, 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 întregi este posibilă numai datorită interacțiunilor celulelor de diferite tipuri (des. 79).

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

A



B



Pe scurt despre principalul

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

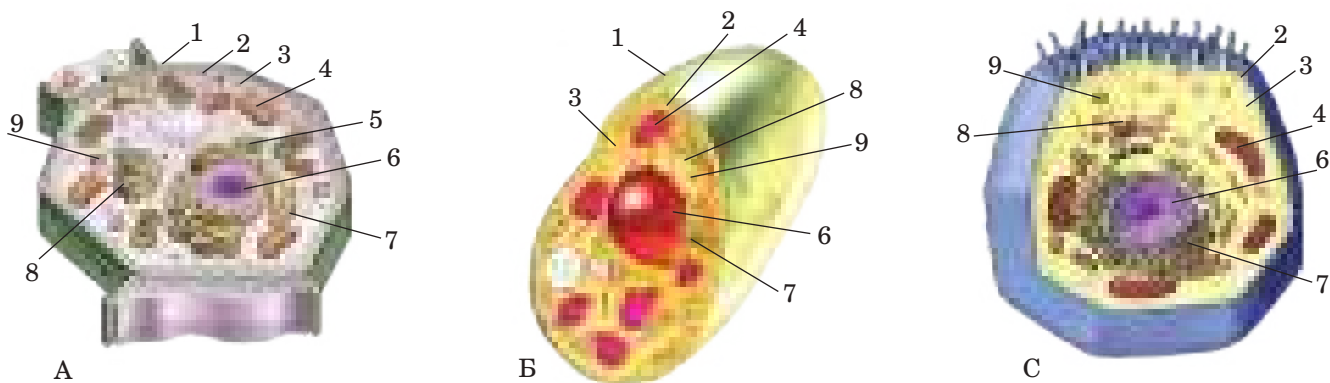
Cromatinele sunt structuri în formă de filamente ale nucleului, create din proteine și acizi nucleici.

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.



*Des. 79. Diferite tipuri de celule ale eucariotelor: A. Plante. B. Animale. **Temă.** Examinați desenul. Folosindu-vă de cunoștințele 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.*



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

sunt împărțite în două grupuri – cariote și eucariote. Celulele procariote (bacterii, arhee) au o structură simplă (ele sunt lipsite de nucleu, majoritatea organelor etc.). Celulele eucariotelor – animalelor, plantelor și ciupercilor – au o structură mai complicată. Ele dispun de nucleu, cel puțin la anumite etape ale ciclului lor celular. Citoplasma este împărțită de membrane în segmente funcționale aparte, ea conține diferite organe. Însă, în structura celulelor diferitor reprezentanți ai eucariotelor există și anumite deosebiri. Să ne amintim de ele.

Examinați cu atenție în desenul 80 schema structurii celulelor plantelor, ciupercilor și animalelor, examinați tabelul 4 și atrageți atenția asupra principalelor deosebiri între celulele animalelor, plantelor și ciupercilor.

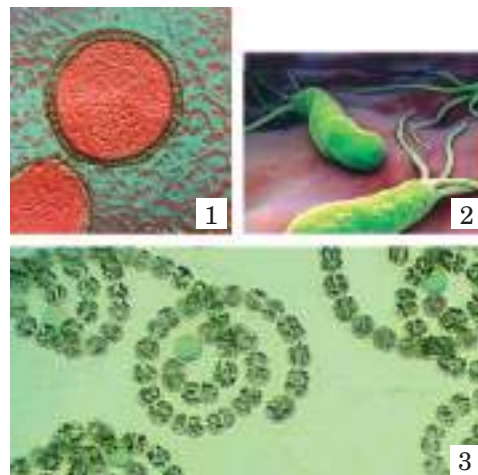
Tabelul 4

Principalele deosebiri între celulele animalelor, plantelor și ciupercilor

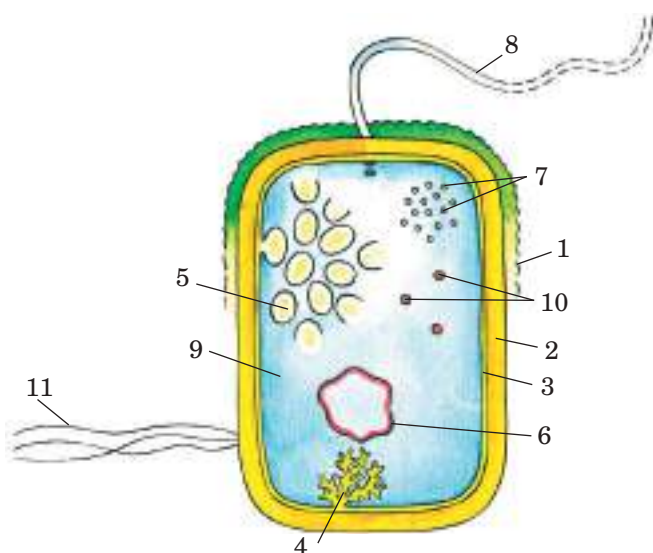
Structurile celulelor	Animalelor	Plantelor	Ciupercilor
Învelișul celular	Lipsește, este glicocalixul	Este, din componența ei fac parte polizaharida celuloza	Este, din componența ei intră, în afară de celuloză, polizaharida chitina
Membrana plasmatică	Este	Este	Este
Nucleul	Este	Este	Este
Vacuolele cu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

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

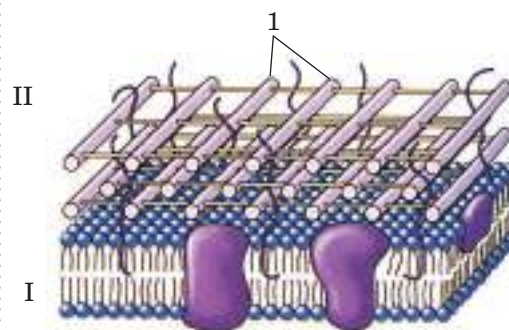


Des. 82. Schema structurii celulelor procariotelor: 1 – capsula; 2 – învelișul celular; 3 – membrana plasmatică; 4 – crestele cutate ale membranei; 5 – membranele fotosintetice; 6 – molecula de ADN circular; 7 – ribozomii; 8 – flagelul; 9 – citoplasma; 10 – substanțele nutritive de rezervă; 11 – pili

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



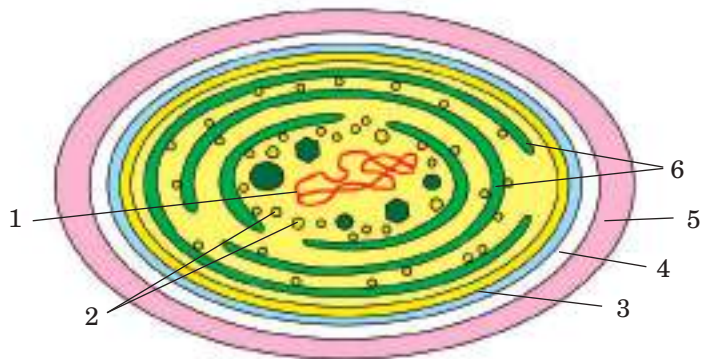
Des. 83. Schema structurii învelișului celular al procariotelor: I – membrana plasmatică; II – învelișul celular: 1 – mureina

E interesant să știm

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

E interesant să știm

În celulele unor bacterii (de exemplu, cianobacterii) pigmentii fotosintetici se pot afla în structurile în formă sferică sau în formă de pungi închise, create de crestele membranei plasmatică. 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 – învelișul celular; 5 – capsula salivară; 6 – tilacoidele

E interesant să știm

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

Pe scurt despre principalul

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

Aparatul extern al celulelor procariotelor include membrana plasmatică, perețele celular, uneori capsula salivară. În citoplasma celulelor procariotelor sunt plasați ribozomii de dimensiuni mici și 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 mișcării – unul, câțiva sau mai mulți flageli.

pot situa fermentii respiratorii, ribozomii, iar pe cele netede – pigmentii 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 mișcării – 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 și noțiuni-cheie:

procariote, arhee.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Ce este comun și diferit în structura celulelor plantelor, ciupercilor și 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 cunoștințele 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?

Studierea diversității de structură și funcționale ale celulelor

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

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

Mod de lucru

1. Pregătiți microscopul pentru lucru.
2. La capacitatea minimă a microscopului pe micro preparatele permanente găsiți celulele bacteriilor, animalelor, plantelor și ciupercilor.
3. În lipsa micro preparatelor permanente pregătiți micro preparate provizorii:
 - a) cu bețișorul de lemn sau de sticlă sterilizat luați depuneri de pe suprafața dinților în jurul gingiei, o puneți apoi pe platforma microscopului și o acoperiți cu sticlă;
 - b) pregătiți preparatul din epiteliul cavității bucale, pentru aceasta treceți cu bețișorul 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 și o acoperiți cu sticlă;
 - d) luați de pe pâine sau de pe legume mucegai și-l puneți pe platforma microscopului, acoperind-o cu sticlă.
4. La capacitatea mare a microscopului examinați celulele bacteriilor, ciupercilor, plantelor și animalelor. Comparați particularitățile structurii lor.
5. Examinați fotografiile electronice microscopice ale celulelor bacteriilor, ciupercilor, plantelor și animalelor. Găsiți peretele celular, membrana plasmatică, nucleul, reticulul endoplasmatic, complexul Golgi, mitocondrii, plastidele, vacuolele.
6. Faceți concluzii.

Test pentru consolidarea cunoștințelor

Alegeți din răspunsurile propuse pe cel corect

1. Numiți compușii din care, de cele mai multe ori, este compusă membrana plasmatică: a) proteine și glucide; b) glucide și lipide; c) proteine și lipide; d) lipide și săruri minerale.
2. Indicați organismele, celulele cărora sunt predispușe la fotosinteză: a) bacterii; b) ciuperci adevărate; c) plante; d) animale.
3. Indicați organismele, în componența învelișului celulelor cărora intră glicocalixul: a) bacterii; b) ciuperci; c) plante; d) animale.
4. Indicați compușii, din care, de cele mai multe ori, sunt formați cromozomii: a) proteine și lipide; b) proteine și ADN; c) proteine și ARN; d) lipide și 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.

Creați perechi logice

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

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

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

- | | |
|------------------------------------|--|
| 1 reticulul endoplasmatic granulat | A are creste |
| 2 lizozomii | B capabili să-și 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 învelișului celulei și organisme 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 și 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 învelișului 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 compuși 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 știința sistematică? Argumentați răspunsul.
 26. Ce este comun și diferit între materialul ereditar al celulelor procariotelor și eucariotelor?
 27. Care organite ale celulelor eucariotelor participă la sinteza compușilor organici?



TEMA 3. PRINCIPIILE DE FUNCȚIONARE A CELULELOR

În această temă veți afla despre:

- particularitățile schimbului de substanțe și energie în celulele organismelor autotrofe și heterotrofe;
- particularitățile proceselor schimbului plastic și de transformare a energiei la ființele vii și 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 ȘI 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?

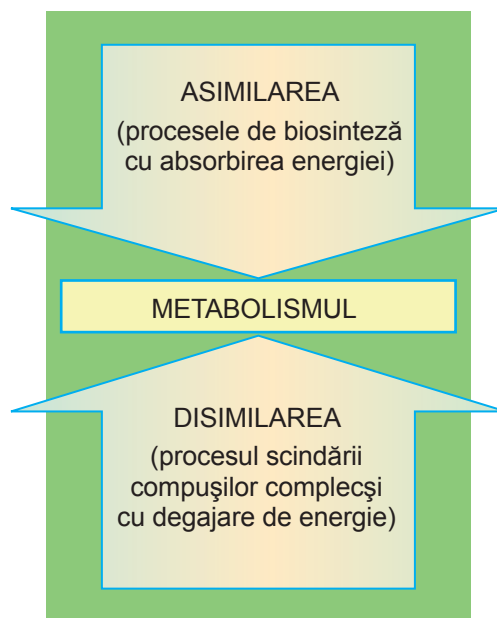
După cum știți, procesele metabolismului constituie un lanț complicat de transformare a diferitor compuși, începând din momentul pătrunderii lor în organism sau a unei celule aparte și terminând cu degajarea produsului finit al schimbului de substanțe în mediul ambiant. Produsele finite ale scindării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

Din §8 ați aflat că complexul reacțiilor de sinteză, care asigură dezvoltarea celulelor și organismelor, reînnoirea componenței lor chimice se numește **schimb plastic** (din greacă *plastos* – creat). Aceste procese mai sunt numite **procese de asimilare**. La realizarea lor se cheltuiește o anumită cantitate de energie. Drept sursă a acestei energii este lumina solară (pentru majoritatea autotrofelor) sau energia legăturilor chimice ale compușilor din substanțele nutritive, absorbite din mediul ambiant (pentru heterotrofe). Drept exemple ale reacției de asimilare sunt procesele de sinteză a aminoacizilor, monozaharidelor, acizilor grași, nucleotidelor, polizaharidelor, proteinelor, acizilor nucleici, ATP etc.

Complexul de reacții de scindare a compușilor complecși în organism în simpli, care este însoțit de degajare a energiei, se numește schimb energetic sau proces de disimilare. El se bazează pe reacțiile scindării compușilor complecși în simpli fără oxigen sau pe reacțiile de oxidare.

Schimbul de substanțe în unele celule aparte și 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 numește **excreție**.



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

E interesant să știm

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

(fenomenul bioluminescenței. *Amintiți-vă* de licurici, pe care nu o dată i-ați văzut în serile de vară), mecanică (care asigură mișcarea etc.). O parte din energia eliberată este acumulată sub formă de legături chimice, care apar între resturile acidului ortofosforic în moleculele de ATP (*amintiți-vă* structura și funcțiile lor).

Procesele de scindare a compușilor 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 adunați compușii necesari și este asigurată creșterea organismelor.

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

Activizați-vă cunoștințele



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

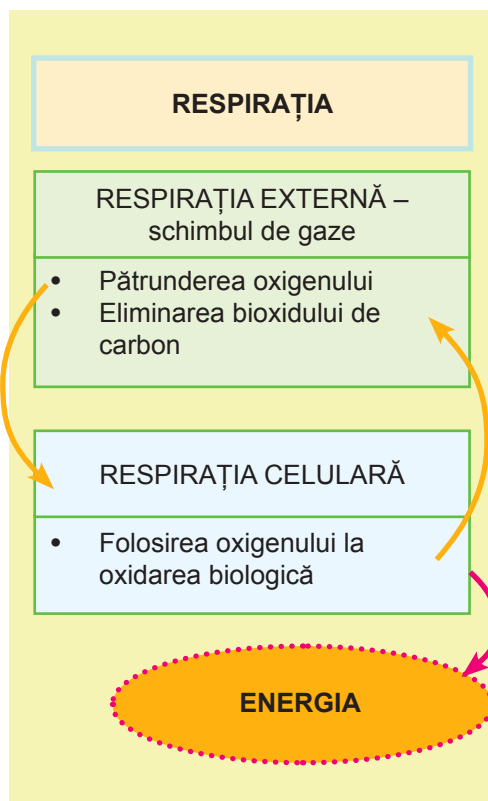
În ce constau procesele de respirație celulară?

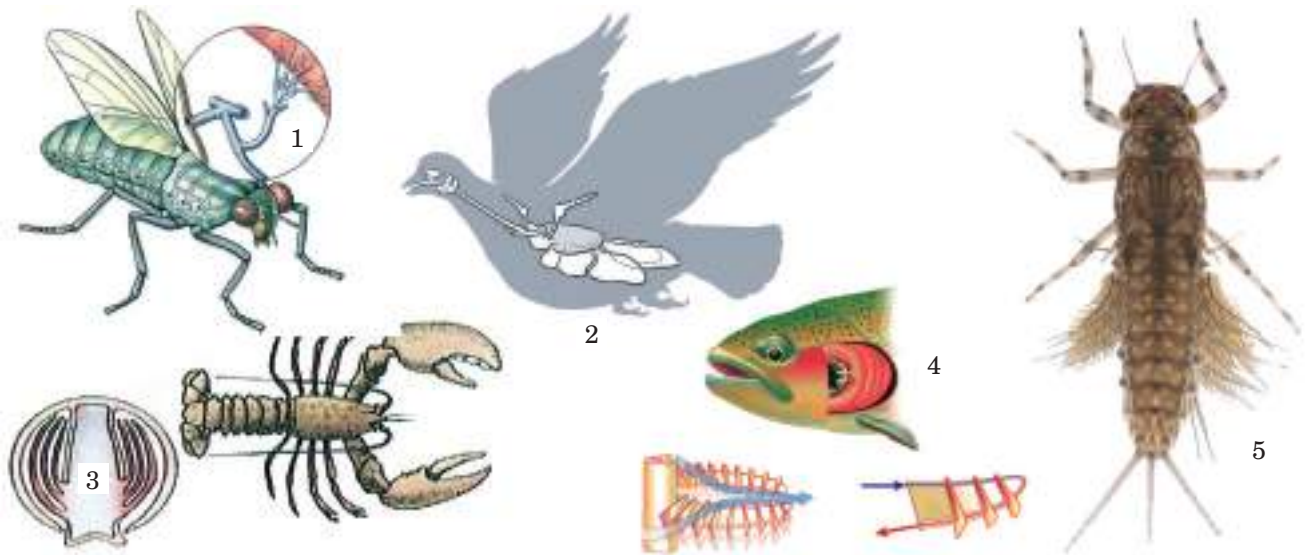
Amintiți-vă: **respirația** este un complex de procese care asigură pătrunderea în organism a oxigenului, folosirea lui la oxidarea substanțelor organice din celule (proteinelor, grăsimilor, glucidelor), precum și la eliminarea din organism a bioxidului de carbon, care se formează în timpul reacției de oxidare. Astfel are loc schimbul de gaze între organism și mediul înconjurător.

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

Însemnătatea fiziologică a respirației celulare constă în aceea că compușii bogați în energie chimică cu participarea oxigenului se oxidează în simple și sărace în energie (CO_2 , H_2O), în rezultat se eliberează energie pentru asigurarea diferitor procese de activitate vitală. De procesele respirației sunt legate inseparabil procesele de disimulare.

La majoritatea animalelor multiceulare procesele de respirație sunt asigurate de sistemul respirator special, datorită căruia oxigenul pătrunde în organism sau din aerul atmosferic (*amintiți-vă:* traheile la insecte, căile respiratorii și plămâni la amfibii, reptile, păsări și mamifere), sau din apă (branhii la viermi inelari, crustacee, moluște, pești etc.)





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 respirație contribuie diferite formațiuni: stomatele la frunze, porii pe tulpini) (des. 86). Oxigenul poate ajunge cu ajutorul difuziei prin învelișul organismelor multicelulare (plante, ciuperci, burete, viermii plăți, nematode etc.) sau prin învelișul unor celule aparte (la bacterii, plante, animale unicelulare etc.).

Din cursul de biologie din clasa a 6-a știți că în urma proceselor de fotosinteză plantele absorb bioxidul de carbon și degajează în atmosferă oxigen. Dar, odată cu fotosinteza ele respiră, absorbând oxigenul și degajând bioxid de carbon. Procesele de respirație, care au loc odată cu fotosinteza, se numesc **fotorepirație**.

Mecanismele moleculare ale respirației celulare la plante și animale sunt asemănătoare.

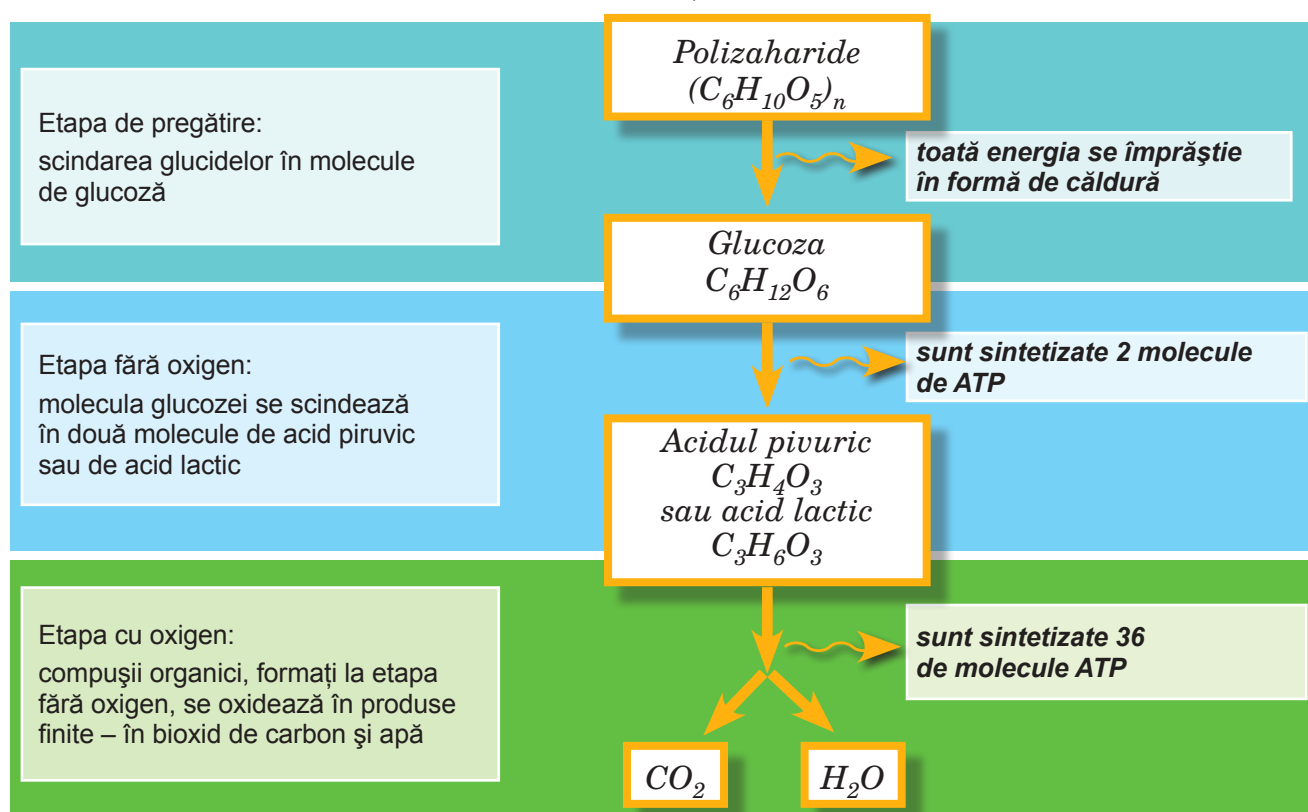
Etapele schimbului energetic. Amintiți-vă, în sistemele biologice energia există sub diferite forme, capabile să se transforme una în alta, asigurând desfășurarea normală a activității vitale. De asemenea, vă este cunoscut că o parte din energie, care se degajează în timpul scindării substanțelor organice, se împrășteie în formă de căldură, menținând o anumită temperatură a celulelor sau a organismului întreg, iar cealaltă parte se acumulează sub formă de legături chimice cu un conținut mare de energie ale unor anumiți compuși. După cum știți, un astfel de compus universal – acumulator de energie în celule – este acidul adenozintrifosforic (ATP).

Schimbul energetic se desfășoară în trei etape consecutive: de pregătire, fără oxigen și cu oxigen. Etapa inițială a schimbului energetic – **de pregătire** – are loc în citoplasma celulelor tuturor organismelor, iar la majoritatea animalelor multicelulare și la om – și în cavitatea organelor sistemului digestiv. La etapa de pregătire compușii organici complecși sub acțiunea fermenților se descompun în simpli: proteinele – în aminoacizi, grăsimile – în glicerol și acizi grași, polizaharidele – în monozaharide, acizii nucleici – în nucleotide. Aceste procese sunt însoțite de eliberarea energiei, însă cantitatea ei este insuficientă și ea se împarte sub formă de căldură. Această căldură organismele o pot folosi pentru menținerea temperaturii propriului corp.



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

ETAPELE RESPIRAȚIEI CELULARE



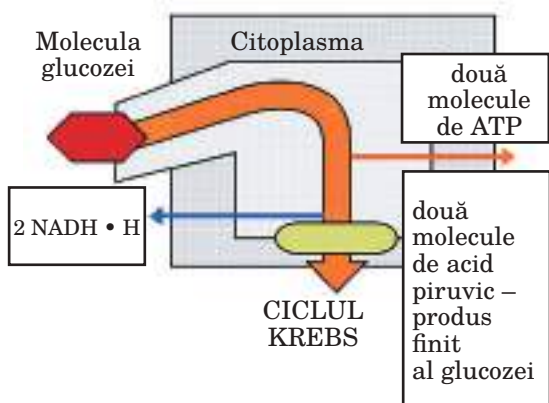
După etapa de pregătire urmează etapa **fără oxigen**, care are loc în celulă. Ea mai este numită **anaerobă** (din greacă *an* – parte de negație, și *aer* – aer), deoarece compușii, formați în etapa precedentă, cunosc în continuare o scindare cu mai multe trepte, dar fără participarea oxigenului. Scindarea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

Unele organisme și animale nevertebrate (de cele mai multe ori paraziți) nu pot folosi oxigenul în procesele schimbului energetic. Energia necesară ele o primesc numai datorită scindării compușilor organici (adică respirației anaerobe). Majoritatea organismelor în procesele schimbului energetic sunt capabile să folosească oxigenul. Însă, în asemenea organisme etapa cu oxigen a schimbului energetic se desfășoară 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 pirovic ($C_3H_4O_3$) sau în acid lactic ($C_3H_6O_3$).

Procesele scindării fără oxigen a glucidelor, sau de respirație anaerobă, sunt numite la general **glicoliză** (din greacă *glykys* – dulce și *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 împrăștie în formă de căldură. Astfel, procesul glicolizei din punct de vedere al energiei are o eficiență mică: numai 35–40 % din energia degajată se



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 pirovic $C_3H_4O_3$

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

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

E interesant să știm

Analogice cu cele ale glucozei sunt procesele de fermentație: lactică (asigurată de bacteriile lactice) și alcoolică (asigurată de drojdie și anumite grupuri de bacterii). În primul caz produsul finit este acidul lactic, iar în al doilea – spiritul etilic. Omul folosește aceste procese în gospodărie: acidul lactic – pentru conservarea produselor alimentare (murarea legumelor, crearea brânzeturilor) cu scopul păstrării lor îndelungate (acidul lactic oprește creșterea și înmulțirea microorganismelor dăunătoare), obținerii produselor lactate (lapte covăsit, smântână), însilozarea masei vegetale pentru hrana animalelor domestice, obținerea industrială a acidului lactic sau a spiritului.

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

Termeni și noțiuni-cheie:

schimburile plastic și energetic, respirația celulară, glicoliza.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Ce înseamnă schimbul plastic și cel energetic? 2. Care este însemnătatea ATP în procesele schimbului energetic? 3. Ce legătură există între procesele de asimilare și disimilare? 4. Care procese sunt numite respirație celulară? 5. Caracterizați 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?

Chibzuți



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

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

Amintiți-vă proprietățile legăturilor macroergice. Care sunt funcțiile ATP?

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



Pe scurt despre principalul

Totalitatea reacțiilor de sinteză, care asigură dezvoltarea celulelor și organismelor, completarea componenței lor chimice, este numită „schimb plastic”. Procesele de scindare a substanțelor organice, care sunt însoțite de degajarea energiei, sunt numite schimb „energetic”. Ele asigură cu energie reacțiile sintezei compușilor complecși cu cei simpli.

Datorită proceselor schimbului de substanțe și de transformare a energiei este menținută homeostaza în cazul schimbărilor condițiilor mediului ambiant.

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

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

La etapa de pregătire a schimbului energetic compușii organici complecși, sub influența fermenților, se scindează în simpli. Aceste procese sunt însoțite de eliberarea energiei, care se împrăștie sub formă de căldură.

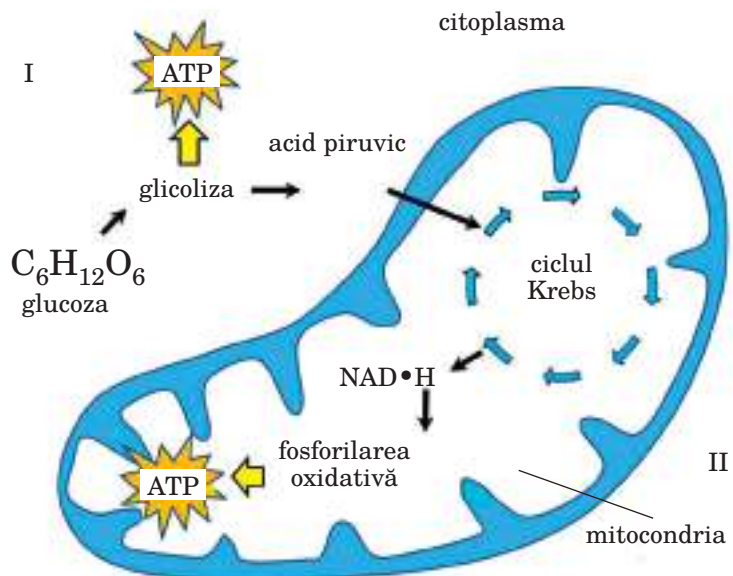
Etapa fără oxigen sau anaerobă are loc în celule. Cele mai importante procese ale etapei fără oxigen a schimbului energetic sunt procesele glicolizei. În timpul acestei etape se degajează aproximativ 200 kJ de energie, 35–40 % din care se acumulează în legăturile macroergice ale moleculelor de ATP.



Memorizați: etapa cu oxigen a schimbului energetic este posibilă cu condiția prezenței oxigenului. De aceea, pătrunderea în organism a oxigenului în cantități insuficiente în celulele organismelor aerobe este capabilă să deregleze procesele metabolismului și să cauzeze moartea.

E interesant să știm

Denumirea deplină NAD – nicotinamidadeninucleotid. La început ea se pronunță greu. Însă, încercați să-i analizați componentele, folosind cunoștințele de chimie și 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

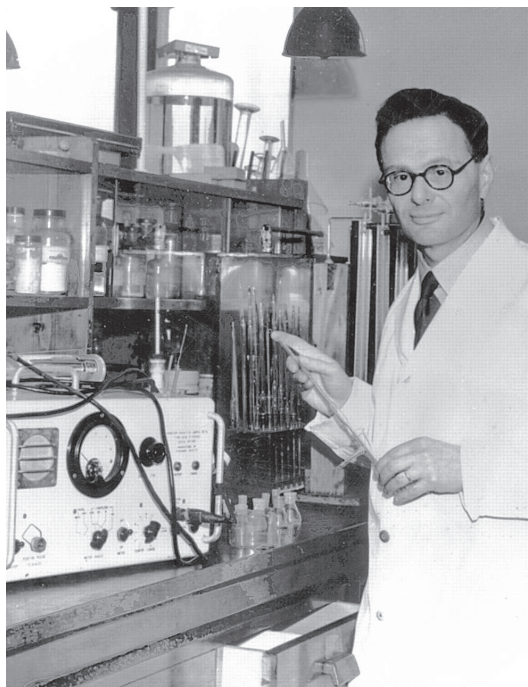
desprinderea de ei a atomilor de Hidrogen, se desfășoară în mitocondrii cu participarea a anumitor fermenți. Datorită proceselor de oxidare organismul acumulează o cantitate însemnată de energie în legăturile macroergice ale moleculelor de ATP.

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).

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 ($\text{NAD}\cdot\text{H}$) (găsiți acest proces pe desenul 88).

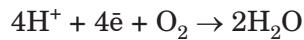
În timpul reacțiilor de oxido-reducere (mai amănunțit despre ele veți afla la lecțiile de chimie) electronii trec de la *dezoxidant* (compușii donatori, care îi livrează) la *oxidant* (compușii-acceptori, care îi primește). Procesul de oxidare biologică a compușilor organici este legat de desprinderea 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



Des. 89. **Hans Adolf Krebs** (1900–1981) – laureat al Premiului Nobel în domeniul medicinei (1953)

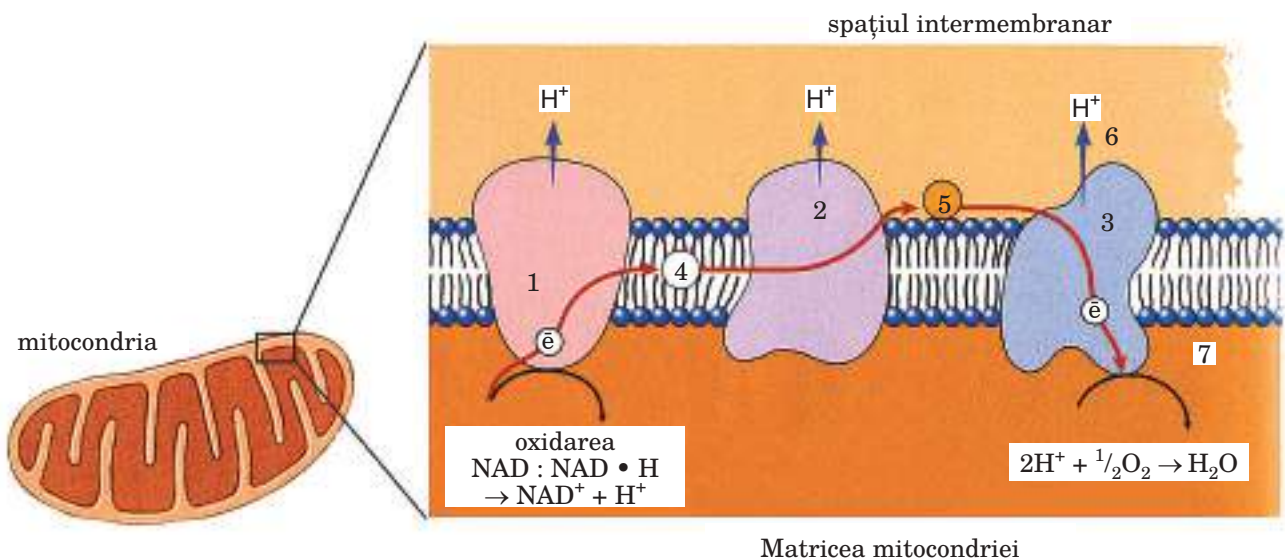
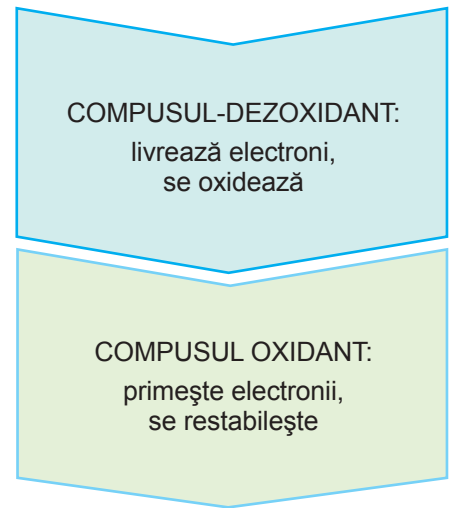
ce ionii de hidrogen H^+ sunt acumulați pe suprafața externă (des. 90). Acest mecanism a fost numit **lanțul respirator**, sau **lanțul de transportare a electronilor**. În rezultatul acestor procese, pe suprafața externă a membranei este concentrată o sarcină pozitivă, iar pe cea internă – negativă.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

Lanțul respirator începe în mitocondrii cu oxidarea $NAD \cdot H$ (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:



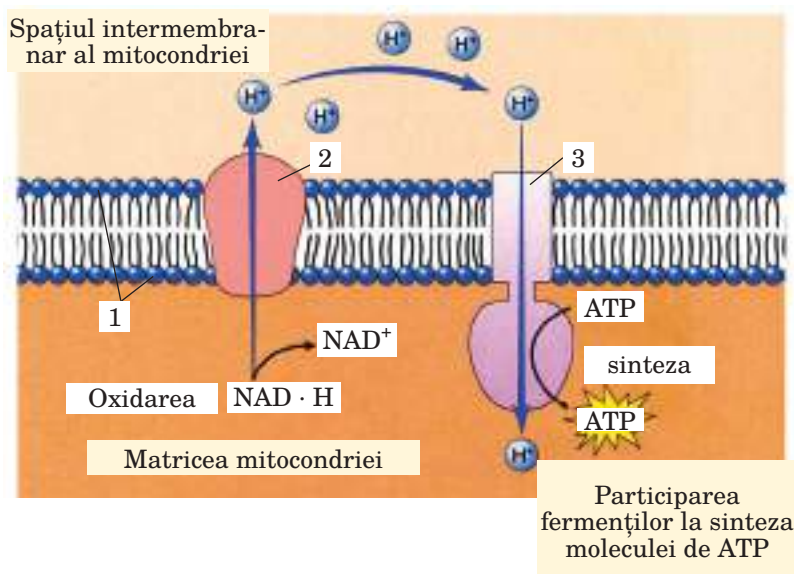
Deci, concomitent cu transportarea electronilor complexe cu fermenți ale lanțului respirator pompează ionii de Hidrogen H^+ din mediul intern (matrice) al mitocondriilor în spațiul între membranele interne și externe ale mitocondriilor. Astfel, procesul de transportare a electronilor este însoțit de crearea diferenței de concentrație a 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 mitocondrii, însă o parte a lui se află în matricea acestei organite. În



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 mitocondrii (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).

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)



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

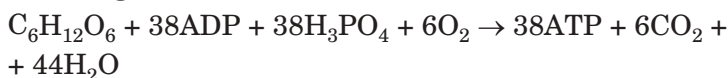
Memorizăm: rolul principal în asigurarea celulelor cu energie îi revine etapei aerobe a schimbului de energie.

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:



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 distrucția proteinelor și acizilor nucleici.

Schimbul energetic se încheie cu eliminarea produselor finite din organism.

Termeni și noțiuni-cheie:

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



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 și cu oxigen ale schimbului energetic?

Chibzuiți

1. De ce la oxidarea compușilor organici se eliberează energie? 2. De ce scindarea compușilor organici cu prezența oxigenului este mai eficientă în ceea ce privește 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 acumulate 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 componentei 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 ființelor vii, însă între ele este unul fără care existența vieții pe planeta noastră este imposibilă. Acest proces

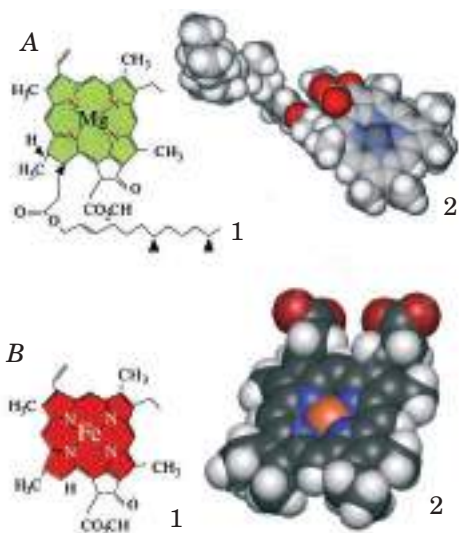
**Pe scurt despre principalul**

Etapa cu oxigen a schimbului energetic se desfășoară în mitocondrii. În rezultatul reacțiilor de oxido-reducere compușii organici, care se formează în timpul etapei precedente fără oxigen, se oxidează până la CO_2 și 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 compușilor organici complecși din cei simpli. Datorită lor organismele creează atât compuși cu molecule mici (aminoacizi, monoza-haride, nucleotide etc.), cât și cu molecule mari (proteine, acizi nucleici, polizaharide).



Des. 92. Moleculile de clorofilă (A) și hemoglobină (B): 1 – formulele de structură (pentru a lua cunoștință); 2 – modelele mărite

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



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

E interesant să știm

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 absoarbă bioxidul de carbon și să elimine oxigen.

unic se numește **fotosinteză**: crearea compușilor organici din cei anorganici datorită transformării energiei solare în energia legăturilor chimice ale hidraților de carbon sintetizați.

În celulele plantelor fotosinteza se produce în cloroplaste, care conțin pigmenți 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 și alți pigmenți suplimentari (carotinoidele de culoare roșie sau galbenă), care participă la fotosinteză, sunt plasați în membranele structurilor cloroplastelor – tilacoidelor (vezi des. 68).

Care sunt fazele fotosintezei? În procesele fotosintezei sunt definite două faze: de lumină și de întuneric. Faza de lumină este numită astfel, fiindcă reacțiile ei sunt imposibile fără participarea luminii. Pentru faza de întuneric lumina nu este obligatorie.

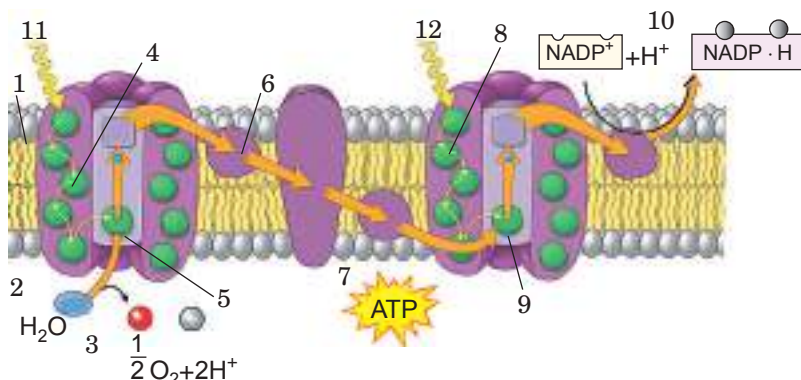
Faza de lumină a fotosintezei este legată de membranele tilacoidelor. Ea începe cu absorbirea cuantumului de lumină (foton) de către molecula de clorofilă. Absorbirea fotonului duce la aceea că electronul trece în stare excitată – la cel mai înalt nivel energetic.

Pigmenții membranelor tilacoidelor, clorofilei și cei suplimentari, adunați într-un ansamblu funcțional, se numesc **fotosisteme**. La un astfel de ansamblu aparțin circa 200 molecule de clorofilă și 50 molecule de carotinoide. Carotinoidele extind spectrul acțiunilor de fotosinteză și participă la transmiterea energiei moleculelor de clorofilă. La procesele de fotosinteză la plante, cianobacterii și unele animale unicelulare participă două fotosisteme – primul (I) și al doilea (II) (des. 94).

Toate moleculele de clorofilă sunt capabile să absoarbă 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 reacție** (vezi des. 94, 5, 9). Centrele de reacție sunt un fel de mecanism care pune în funcțiune fotosinteza. Funcția lor constă în acumularea energiei luminii și transmiterea ei la componentele cloroplastelor care o transformă în energia legăturilor chimice ale compușilor sintetizați.

Toate celelalte molecule ale pigmenților, care aparțin 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 și 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 excitației migrează repede prin ansamblul pigmenților de acumulare a luminii la centrul de reacție a fotosistemului. Electronul, care aparține clorofilei centrului de reacție, primind energia excitării, este capabil să se desprindă de moleculă și să nimorească în primul transportor de electroni din lanțul de transportare a lor.

Lanțul transportor de electroni în membrana tilacoidei este asemănător lanțului transportor de electroni în membrana



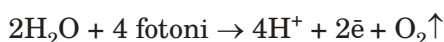
Memorizați: fotosistemul este o unitate de organizare a pigmentilor și a altor molecule, care participă la procesele de fotosinteză și se află în tilacoidele cloroplastelor.

Memorizați: fotoliza apei este scindarea moleculelor de apă în fermenți deosebiți, deschiși la culoare, cu crearea protonilor (H^+), electronilor (e^-) și oxigenului molecular (O_2). Electronii se folosesc la înnoirea centrului de reacție al fotosistemului II, iar oxigenul molecular se degajează în atmosferă.

Des. 94. Lanțul transportor de electroni în timpul fazei de lumină a fotosintezei: 1 – membrana tilacoidă; 2 – spațiul intern al tilacoidei; 3 – datorită fotolizei apei se eliberează electronii, care înnoiesc fotosistemul II; 4 – fotosistemul II; 5 – centrul de reacție a fotosistemului II; 6 – lanțul transportor de electroni; 7 – energia care se eliberează, parțial este folosită la sinteza moleculelor de ATP; 8 – fotosistemul I; 9 – centrul de reacție al fotosistemului I; 10 – înnoirea NADP; 11 – cuantumul de lumină care nimerește pe fotosistemul II; 12 – cuantumul de lumină care nimerește pe fotosistemul I

internă a mitocondriilor. El este compus din complexe de fermenți formați în membrană, care înfăptuiesc consecvent plasarea electronului de la molecula-donatoare la molecula-acceptoare.

Ambele fotosisteme – fotosistemele I și II – sunt legate între ele prin lanțul transportor de electroni. În procesul de fotosinteză ele funcționează consecvent – mai întâi fotosistemul II, apoi – fotosistemul I și în molecula lui de clorofilă se formează un loc gol. El este completat de electronul transportat de la centrul de reacție excitat al fotosistemului II (des. 94). La rândul său, „locul gol” care s-a format în centrul de reacție al fotosistemului II, este completat de electron provenit de la molecula de apă. De aceea, component al fotosistemului II este fermentul fotosensibil, care sub influența luminii realizează procesul de **fotoliză a apei**:



În fotosistemul I electronii „excitați” pot adera la compusul deosebit NADP. Interacționând cu protonii Hidrogenului H^+ , care se află în mediul ambiant, acești electroni înnoiesc compusul. Apoi acest compus înnoit livrează Hidrogenul necesar pentru sinteza glucozei în faza de întuneric a fotosintezei (despre aceasta veți 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 funcțiune de reacțiile de lumină, este conjugat cu trecerea protonilor H^+ prin membrana tilacoidelor în spațiul intern de cloroplaste. În schimb, transportul electronilor este înfăptuit pe calea transferului lor în partea externă a membranei tilacoidelor. Astfel se creează diferența între concentrațiile de protoni (H^+) și de electroni pe ambele părți ale membranei tilacoidelor. De asemenea crește diferența potențialilor electrici: pe suprafața externă a membranei se acumulează sarcina electrică negativă, iar pe cea internă – pozitivă. Aceasta condiționează transferarea în continuare a protonilor (H^+) prin canal în

E interesant să știm

Complexele de fermenți, creați în membrana tilacoidelor, conțin Fier, fără care ei nu pot funcționa. Dacă la plante nu ajung compuși din Fier, atunci la ele se dezvoltă boala *cloroza ferică*: se formează frunze fără culoare, inapte la fotosinteză (des. 95).



Des. 95 Cloroza ferică

E interesant să știm

Denumirea deplină a NADP este nicotinamidadeninucleotidfosforic (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 și plastic.

Memorizați: evenimentele principale ale fazei de lumină a fotosintezei sunt sinteza moleculei de ATP și fotoliza apei, în rezultatul căreia în atmosferă este degajat oxigenul molecular. Energia, necesară pentru sinteza moleculelor de ATP, este eliberată datorită transferării electronilor și protonilor prin membrana tilacoidelor și 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 compușilor complecși cu cei simpli. Toate aceste reacții sunt catalizate de fermenții respectivi și au loc cu cheltuieli de energie. Procesele schimbului plastic au loc și în timpul fotosintezei.

La procesul de fotosinteză participă două fotosisteme – primul (I) și 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 desfășoară în două faze – de lumină și de întuneric.

Principalele procese ale fazei de lumină sunt: absorbirea cuanturilor de lumină, sinteza ATP, scindarea apei cu degajarea din celulă a oxigenului molecular și înnoirea compusului deosebit – NADP.

molecula fermentului ATP-sintetază de pe suprafața 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 amintiți, fermenții ATP-sintetază intră în componența complexelor deosebite, situate în membrana tilacoidelor.

După cum ați 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 și noțiuni-cheie:

faza de lumină a fotosintezei, fotosistemele I și II, centrele de reacție ale fotosistemelor, fotoliza apei.

Verificați-vă cunoștințele 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 și centrul lui de reacție? 5. Care procese au loc în faza de lumină a fotosintezei? 6. Ce este comun și diferit între faza de lumină a fotosintezei și schimbul energetic?

Chibzuiți



Ce este comun în desfășurarea proceselor în faza de lumină a fotosintezei și 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?

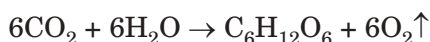
După faza de lumină a fotosintezei urmează cea de întuneric. Anume în faza de întuneric din compușii anorganici se sintetizează hidrații de carbon.

Reacțiile **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 CO₂, care se află în cloroplastele cu aer atmosferic.

La molecula CO₂ cu ajutorul unor anumiți fermenți aderă Hidrogenul (care livrează NADP·H înnoit în decursul fazei de lumină). La efectuarea reacției în faza de întuneric se cheltuiește energia, care a fost acumulată în legăturile macroergice ale moleculelor de ATP, sintetizate în faza de lumină. Prin mai multe reacții consecvente, precum și cu participarea fermenților specifici, este creată glucoza și alte monozaharide. Cu timpul, din ele se vor sintetiza polizaharidele (de exemplu, amidonul, celuloza etc.).

Consecvența reacțiilor din faza de întuneric a fost clarificată de savantul american M. Calvin (des. 96) împreună cu colaboratorii săi. În cinstea lui complexul acestor reacții biochimice a fost numit **ciclul Calvin**.

Ecuția de totalizare a ambelor faze ale fotosintezei arată în felul următor:



Hidrații de carbon, sintetizați în timpul reacțiilor în faza de întuneric, joacă un rol însemnat în procesele schimbului energetic, deoarece ele pot nu numai să se oxideze, dar și să se scindeze fără participarea oxigenului. Deci, glucoza care ține de monozaharide, este o formă de acumulare a energiei: la scindarea ei și la oxidarea totală în mitocondrii se eliberează energia, care se cheltuiește pentru necesitățile 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 particularitățile fotosintezei în diferite grupe de procariote? La diferite grupe de procariote procesele de fotosinteză se desfășoară în mod deosebit. La cianobacterii fotosinteza are loc la fel ca și la plantele verzi. La ele sunt aplicate ambele faze – I și II. În timpul fazei de lumină are loc fotoliza apei cu degajarea oxigenului molecular. Spre deosebire de cianobacterii, la bacteriile purpurii și la bacteriile sulfuroase verzi există numai un singur fotosistem. De aceea, în timpul fotosintezei ele nu elimină oxigen.

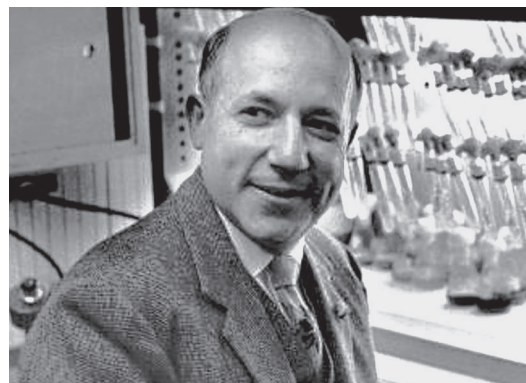
Care este însemnătatea fotosintezei pentru existența biosferei? Datorită fotosintezei organismele fotosintetice absorb energia luminii solare și o transformă în legături chimice ale hidraților de carbon sintetizați de ele. Când organismele heterotrofe (animalele, ciupercile etc.) consumă autotrofe vii sau resturile lor, atunci împreună cu hrana primesc și energia acumulată în ele. Deci, existența biosferei este posibilă anume datorită fotosintezei.

Plantele verzi și cianobacteriile, absorbând bioxidul de carbon și eliminând oxigen, mențin componența stabilă de gaze a atmosferei. În afară de aceasta, sub influența razelor cosmice oxigenul se transformă în ozon (O_3), care formează stratul de ozon (ecranul) atmosferei. El absoarbe razele cosmice ultracurte (ultraviolete), care influențează păgubitor asupra materiei vii. Atâta timp cât el n-a existat, viața putea să existe numai în apă, deoarece apa absoarbe razele ultraviolete cu unde scurte.

Prin urmare, plantele sunt un intermediar deosebit în ceea ce privește ajungerea energiei luminii solare la alte ființe vii de pe planeta noastră, care n-o pot folosi nemijlocit pentru procesele schimbului plastic. Primul care a atras atenția supra acestui lucru a fost renumitul savant K. A. Timireazev (des. 97), argumentând **principiile rolului cosmic al plantelor verzi**.

Anume datorită fotosintezei se menține conținutul stabil de oxigen în atmosferă. Oxigenul se folosește în procesul respirator al majorității organismelor. De aceea, putem spune fără exagerare, că viața pe planeta noastră fără plantele verzi nu poate exista. Plantele, astfel, constituie un laborator biochimic universal pentru crearea compușilor organici din cei anorganici (des. 98).

Asupra procesului de fotosinteză pot influența diferiți factori externi. Astfel, productivitatea fotosintezei crește în condițiile asigurării mai bune cu apă a plantelor, iluminării lor optime, asigurării cu bioxid de carbon, datorită selecției soiurilor, orientate la sporirea eficienței fotosintezei etc. Lipsa de umiditate frânează procesul de fotosinteză, chiar la

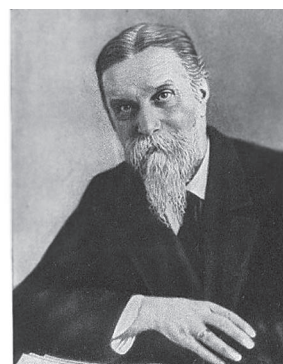


Des. 96. Savantul american **Melvin Calvin** (1911–1997).

El primul a descris ciclul de reacții 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 reacții 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

E interesant să știm

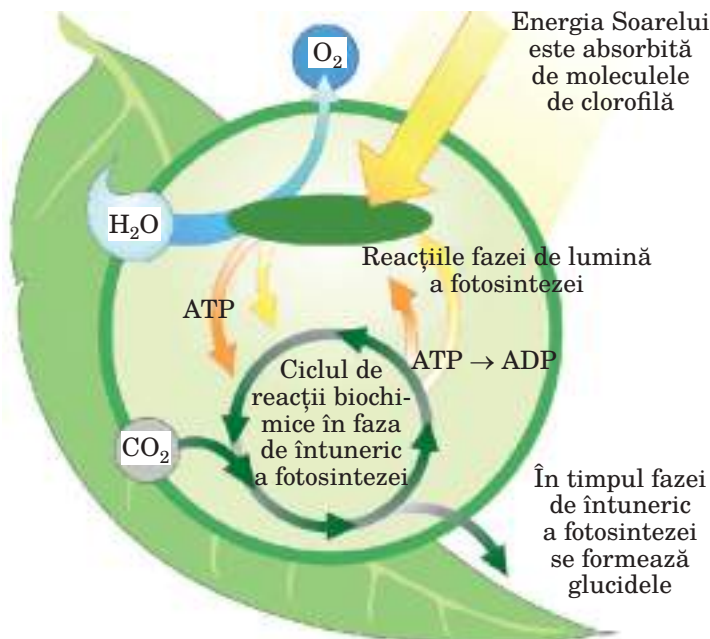
Dacă la cianobacterii pigmentul de fotosinteză este clorofila, la bacteriile purpurii și verzi sulfuroase – clorofila bacteriană.

E interesant să știm

Anual, datorită fotosintezei pe Pământ sunt create aproximativ circa 150 miliarde tone de hidrați de carbon și 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 suprafața planetei noastre. În decursul anului vegetația Pământului produce circa 10^{17} kJ de energie, ceea ce depășește cu mult cantitatea de energie a bogățiilor subterane, consumată de omenire în decursul anului. Înșuși aceste bogății subterane (petrolul, gazul, cărbunele) nu sunt altceva decât produse ale fotosintezei plantelor străvechi. Savanții au calculat că productivitatea anuală a fotosintezei conține de 10 ori mai multă energie decât este necesar pentru satisfacerea necesităților populației actuale a planetei.



Des. 99. **Sergii Vinogradski** (1856–1953). S-a născut în or. Kiev. A descoperit procesul de chemosinteză. A cercetat procesele de circulație a Nitrogenului în natură



Des. 98. *Frunza verde – un laborator biochimic universal.*

Temă. Urmăriți legăturile între fazele de lumină și de întuneric ale fotosintezei

intensitatea optimă a iluminării și a concentrației de CO_2 în atmosferă. Viteza reacțiilor în faza de întuneric a fotosintezei crește odată cu creșterea temperaturii, însă la temperatura de $+30^\circ\text{C}$ și mai mult, ea încetinește, iar la temperaturi prea mari procesul de fotosinteză în genere se oprește.

În afară de organisme fotosintetice, pot crea compuși organici din anorganici și anumite grupe de bacterii. Ele realizează aceste procese pe calea chemosintezei.

Ce este chemosinteza? Organismele chemosintetizante, sau chemotrofele (de greacă *chemea* – chimia și *trofe* – nutriție) pentru sinteza compușilor organici folosesc energia degajată în timpul oxidării compușilor anorganici. La organismele chemotrofe aparțin diferite grupe de bacterii: nitrificatoare, metanogene, feruginoase, aerobe, chemotrofe etc. Procesul de chemosinteză a fost descoperit în 1887 de concetățeanul nostru – remarcabilul microbiolog S. N. Vinogradski (des. 99).

Bacteriile chemosintetizante oxidează consecvent amoniacul până la nitriți (săruri ale acidului azotos) și apoi – până la nitrați (săruri ale acidului azotic). Însemnătatea acestor procese este greu de apreciat, fiindcă nitrații sunt necesari plantelor pentru nutriția deplină. **Bacteriile feruginoase** primesc energie pe contul oxidării compușilor din Fier bivalent la trivalent. Bacteriile chemotrofe aerobe fără culoare oxidează hidrogenul sulfurat și alți compuși ai sulfului până la acid sulfuric.

Care este rolul organismelor chemotrofe în natură? Organismele chemotrofe joacă un rol important în procesele de circulație a anumitor elemente chimice în natură. **Amintiți-vă; circuitul substanțelor** înseamnă migrația anumitor compuși între părțile vii (diferite grupe de ființe vii) și neviile ale ecosistemelor. În cazul dat multe procese de transformare

a elementelor chimice în biosferă au loc numai cu participarea organismelor chemotrofe. În afară de aceasta organismele chemotrofe sunt capabile să sintetizeze compușii organici în acele locuri ale biosferei, unde nu pătrunde lumina solară. Bacteriile feruginoase participă la crearea minereurilor de fier pe care le folosește omul.

Termeni și noțiuni-cheie:

faza de întuneric a fotosintezei, ciclul Calvin, rolul cosmic al plantelor verzi, chemosinteza, organismele chemotrofe.

Verificați-vă cunoștințele 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 și deosebit între organismele fototrofe și chemotrofe? 7. Care organisme sunt predispuse la chemosinteza? 8. Care este însemnătatea biologică a proceselor de chemosinteza?

Chibzuți



Ce este comun și deosebit între procesele de chemosinteza și fotosinteza?



Pe scurt despre principalul

Reacțiile fazei de întuneric a fotosintezei au loc în mediul intern al cloroplastelor și ziua, și noaptea. Pe contul fixării CO₂ și 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 și o transformă în energia legăturilor chimice ale hidraților de carbon sintetizați. Acești compuși sunt consumați de organismele-heterotrofe. Plantele verzi și cianobacteriile, acumulând bioxidul de carbon și eliminând oxigen, influențează și asupra componenței gazelor din atmosferă.

Chemotrofele folosesc energia pentru sinteza compușilor organici din cei anorganici, care se degajează în timpul oxidării compușilor anorganici.

TEST PENTRU CONSOLIDAREA CUNOȘTIINȚELOR

Alegeți din răspunsurile propuse pe cel corect

- Indicați organitele care conțin clorofilă: a) mitocondriile; b) cloroplastele; c) vacuolele; d) complexul Golgi.
- 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.
- 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.
- Alegeți faza fotosintezei, în timpul căreia sunt sintetizate moleculele de ATP: a) de întuneric; b) de lumină; c) atât în faza de lumină, cât și în cea de întuneric; d) în procesul de fotosinteza moleculele de ATP nu se sintetizează.
- Indicați sursa de energie, pe care o folosesc organismele în timpul chemosintezei: a) se eliberează în timpul scindării compușilor organici; b) se eliberează în timpul oxidării compușilor anorganici; c) se eliberează în timpul scindării moleculelor de ATP; d) energia solară.
- Indicați organitele la care are loc etapa cu oxigen a schimbului energetic: a) mitocondriile; b) cloroplastele; c) complexul Golgi; d) vacuolele cu suc celular.
- 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.
- Numiți condițiile fără care procesul de fotosinteza devine imposibil: a) lipsa bioxidului de carbon în atmosferă; b) lipsa de glucoză în celule; c) lipsa cloroplastelor; d) lipsa mitocondriilor.
- Numiți organismele care realizează chemosinteza: a) plantele verzi; b) animalele; c) ciupercile; d) bacteriile nitrificatoare.
- Indicați organismele care realizează fotosinteza: a) cianobacteriile; b) animalele multiceulare; c) ciupercile; d) bacteriile nitrificatoare.
- Numiți procesele biochimice care aparțin schimbului plastic: a) respirația; b) oxidarea compușilor organici; c) oxidarea compușilor anorganici; d) chemosinteza.
- Numiți procesele biochimice, care aparțin schimbului energetic: a) faza de întuneric a fotosintezei; b) sinteza proteinelor; c) dublarea ADN; d) scindarea compușilor organici fără oxigen.
- Indicați proveniența electronilor, pe contul cărora se înnoiește 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.
- 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.

Creați perechi logice

15. Stabiliți corespunderea între etapele schimbului energetic și numărul moleculelor de ATP, care în timpul acestor etape sunt sintetizate.

- | | |
|----------------|--|
| 1 de pregătire | A 38 molecule |
| 2 fără oxigen | B 36 molecule |
| 3 cu oxigen | C 2 molecule |
| | D moleculele de ATP nu se sintetizează |

16. Stabiliți corespunderea între procesele biologice și locul desfășurării lor.

- | | |
|------------------------------------|----------------------------|
| 1 chemosinteza | A tilacoidele |
| 2 faza de lumină a fotosintezei | B stroma cloroplastelor |
| 3 ciclul Krebs | C nucleul |
| 4 faza de întuneric a fotosintezei | D mitocondriile |
| | E celulele unor procariote |

17. Determinați corespunderea proceselor biochimice unui anumit tip de metabolism.

- | | |
|--|--------------------------|
| 1 reacțiile schimbului energetic | A biosinteza proteinelor |
| 2 reacțiile schimbului plastic | B fotosinteza |
| 3 reacțiile atât ale schimbului plastic, cât și ale schimbului energetic | 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 compușilor complecși 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 compușilor anorganici	1) sinteza moleculelor de ATP	1) sinteza moleculelor de ATP
2) eliberarea energiei în rezultatul oxidării compușilor organici	2) sinteza glucozei din compuși anorganici	2) sinteza glucozei din compuși anorganici
3) eliberarea energiei în rezultatul scindării fără oxigen a compușilor anorganici	3) eliberarea energiei în rezultatul oxidării compușilor anorganici	3) eliberarea energiei în rezultatul oxidării compușilor anorganici

Întrebări cu răspuns deschis

21. Cum se produce schimbul de substanțe între celulă și mediul ambiant al ei? Argumentați răspunsul.
22. Care organite ale celulei eucariote participă la sinteza compușilor organici?
23. Se știe 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 %?



TEMA 4. PĂSTRAREA ȘI REALIZAREA INFORMAȚIEI EREDITARE

În această temă veți afla despre:

- particularitățile de organizare a genelor și genomilor organismelor procariote și eucariote;
- legitatea codării informației ereditare (codul genetic);
- mecanismele de realizare a informației ereditare în celulă (biosinteza proteinelor și rolul diferitor tipuri de molecule ARN în aceste procese);
- ciclul celular și mecanismele divizării celulelor eucariote (mitoza și meioza);
- structura celulelor sexuale și procesele de fertilizare;
- legitatea dezvoltării embrionare și postembrionare a organismelor.

§20. PARTICULARITĂȚILE ORGANIZĂRII GENELOR ȘI GENOMILOR LA ORGANISMELE PROCARIOTE ȘI EUCARIOTE

Amintiți-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 particularitățile structurii lor? Toate organismele au o particularitate universală – ereditatea, adică capacitatea de a transmite urmașilor indicii și particularitățile dezvoltării individuale. Unitatea eredității la toate organismele este **gena** – segment al moleculei de ADN. Ea codează informația ereditară despre structura unei anumite proteine, acidului nucleic sau îndeplinește funcții regulatorii.

Din punct de vedere funcțional, gena este o unitate integră a eredității, fiindcă orice dereglare a structurii ei poate schimba informația 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.

Amintiți-vă: genele procariotelor și eucariotelor, care codează structurile altor molecule, sunt numite **structurale**. Genele, care codează proteine deosebite, ce reglează desfășurarea proceselor biochimice (le intensifică sau le stopează) în celulă, sunt numite **regolatoare**.

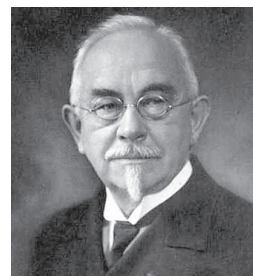
Genele eucariotelor au o structură mozaică: sunt segmente ale genelor care codifică informația ereditară și segmente care nu o codează (des. 101). Segmentele genei, care codează informația ereditară, sunt numite **exoni**, iar cele care nu codează – **introni**. Numărul intronilor în interiorul genelor este diferit: în genele hemoglobinei – 2, în cele ale albușului oului – 7, în cele ale proteinei-cologene ale găinii – 51.

Care este structura genomului în diferite grupe de organisme? Știți deja că moleculele de ADN, interacționând cu proteinele nucleului, intră în componența cromozomilor (excepție fac moleculele de ADN, pe care le conțin mitocondrii și cloroplastele). Garnitura stabilită în nucleul cromozomilor este numită **cariotip**. Fiecare genă ocupă o anumită poziție în cromozom, numit **locus**.

 **Memorizăm:** în succesivitatea nucleotidelor moleculelor de ADN este înscrisă informația ereditară despre toate particularitățile celulei și organismului.

E interesant să știm 

Termenul „genă” a fost propus în 1909 de către savantul danez **W. Johannsen** (des.100).




Des. 100. Wilhelm Ludvig Johannsen (1857–1927).

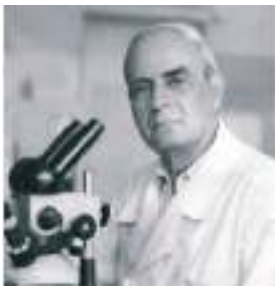
A introdus noțiunile de bază în biologie „genă”, „genotip”, „fenotip”, „populația”



Des. 101. Modelul cu exoni și introni al structurii genei:

■ – introni; ■ – exoni

 **Memorizăm:** însemnătatea regulatorie a genelor constă în aceea că, reglând procesele biochimice în celulă, ele asigură acomodarea la schimbările în mediul care o înconjoară.



Des. 102. Gherșenon 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 știm

O anumită genă poate avea multe alele – câteva zeci și 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 știm

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 nimereste în nucleotidele succesive, codate ale unei anumite gene, atunci această genă își pierde funcțiile. Dacă într-o astfel de genă „săltătoare” nimereste alături de altă genă, atunci funcțiile ei se pot schimba. Deci, există programe genetice care condiționează restrukturarea unor anumitor segmente ale moleculei de ADN. Aceasta diversifică materialul ereditar. Fenomenul genelor „săltătoare” a fost descoperit pentru prima dată de geneticul ucrainean, **Serhii Gherșenon** (des. 102).

Totalitatea moleculelor de ADN, disponibile pentru garnitura haploidă de cromozomi, se numește **genom**. Totalitatea informației genetice, codată în genele unei celule diploide sau poliploide aparte sau a întregului organism se numește **genotip**.

În cromozomii omogeni unele și aceleași gene ocupă locuri identice. Ele codează anumiți indici, de exemplu forma fructelor de roșii. Însă, fructele de roșii 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 însăși genele – **alele**. Genele alele sunt plasate în unul și același 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 și aceiași molecule în mod diferit pot influența una asupra alteia. În acest caz apare varianta indicilor, care este determinată numai de una din cele două alele, o altă variantă parcă dispăre. Mai rar una din genele alele deprimă doar parțial 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 anumiți apar la populație. De exemplu, iepurii au câteva alele, care determină diferite culori ale blănii: sălbatică, Chinchilla, de Himalaya etc. Există și iepuri albinoși, care nu au culoare (des. 103, 2).

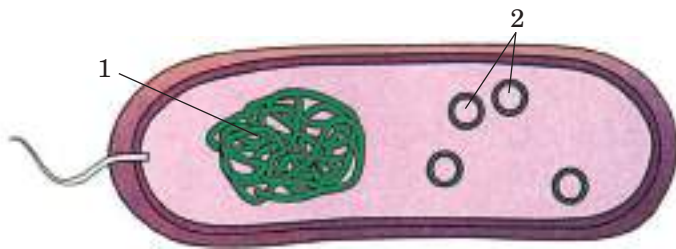


1



2

Des. 103. Variantele indicilor, codate de alelele genelor: 1 – formele fructelor de roșii; 2 – culoarea blănii iepurilor



Des. 104. Materialul ereditar al celulei bacteriene: 1 – nucleoidul; 2 – plasmidele

Care este numărul genelor în genomul diferitor organisme? Cercetarea diferitor reprezentanți ai procariotelor și eucariotelor au demonstrat că numărul genelor la ei oscilează evident.

Amintiți-vă: celulele procariotelor – arheele și bacteriile – nu au nucleu format. Materialul ereditar al lor se păstrează în molecula ADN circular – neseperată de citoplasmă cu înveliș membranar. Ea este situată în zona nucleară a citoplasmei – **nucleoidului** (des. 104, 1).

E interesant să știm

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 conține un număr mare de gene reglatoare, care influențează asupra funcționării celor structurale. Dimensiunea medie a unei gene bacteriene este de circa 950 perechi de nucleotide.

După cum știți, în citoplasma celulelor mai multor bacterii concomitent cu molecula de ADN circular se află și molecule mici de ADN circular. Acestea sunt plasmidele – factorii ereditari extracromozomiali (des. 104, 2). De obicei, ei conțin gene, care sporesc rezistența 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), și încă 8000 de gene codează diferite molecule de ARN (ARN-t, ARN-r etc.). Numărul ADN în nucleu depășește necesitatea pentru codarea tuturor genelor structurale de 8–10 ori. Pricinile acestui fenomen sunt diferite. În primul rând, ADN, stabilit în nucleul eucariotelor, conține 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 conține informație ereditară (*segmente care nu codează*). Acestea sunt, de exemplu, succesiunile nucleotidelor, care despart genele vecine.

E interesant să știm

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 creșterea nivelului dezvoltării evoluționiste dimensiunea genelor eucariotelor crește anume pe contul succesiunilor necodate. Astfel, garnitura de cromozomi haploidă a nematodelor conține 100 milioane perechi de nucleotide, a

Albinism (din latină *albus* – alb) – lipsa înăscută a pigmentilor pielii, blăunii, penelor, sprâncenelor la animale și oameni. Albinismul este condiționat de incapacitatea pigmentilor 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 numește „genotip”. Totalitatea moleculelor de ADN, care au garnitură de cromozomi haploidă, se numește „genom”.

Genele sunt divizate în gene structurale (codează structura proteinelor și ARN) și reglatoare (influențează asupra activității genelor structurale și participă la procesele de replicare a ADN și la transcrierea informației ereditare pe moleculele de ARN). Genele structurale sunt compuse din anumite blocuri. Unele din ele sunt exonii – transcriși în ARN-m și poartă informația în structurile anumitor compuși, alții – intronii – nu. Odată cu ridicarea nivelului de organizare, devine mai complicată și organizarea genomului.

drosofilei – 130 milioane, a găinii – circa 1 milion, a mamiferelor (și a omului, de asemenea) – circa 3,3 mlrd. perechi de nucleotide. Între speciile care aparțin la grupe sistematice apropiate, se observă gradul înalt al asemănării succesivității nucleotidelor genomului. Așadar, genomul omului este asemănător cu cel al șoarecelui în proporție de 80 la sută, a omului și cimpanzeului – în proporție 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 și noțiuni-cheie:

ereditate, genă, gene structurale și reglatoare, exoni, introni, cariotip, genom, genotip, locus, gene alele, plasmide.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Ce este ereditatea? 2. Ce sunt genele și genotipul? 3. Ce tipuri de gene există? 4. Care este structura genelor structurale ale eucariotelor? 5. Explicați esența noțiunii „indice” și variantele ei. 6. Care gene sunt numite alele?

Chibzuiți



Ce este comun și deosebit în noțiunile „genom” și „genotip”?

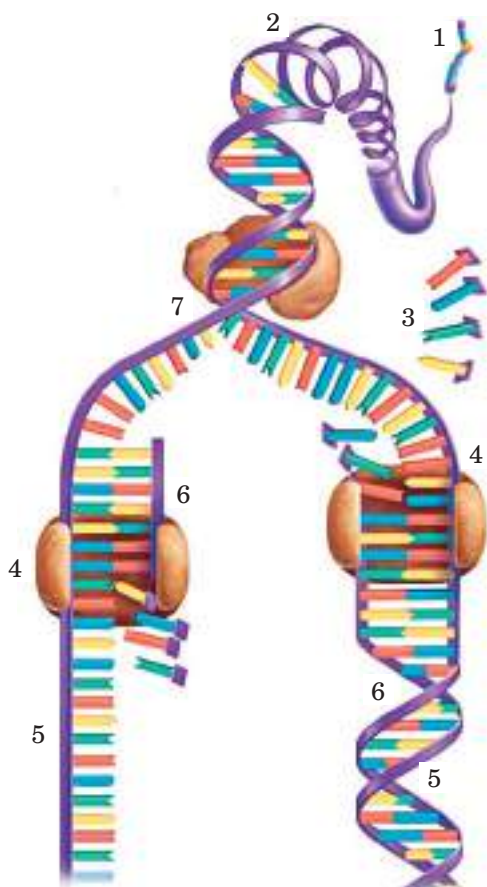
§21. ROLUL DIFERITOR TIPURI DE MOLECULE DE ARN ÎN CODAREA ȘI REALIZAREA INFORMAȚIEI EREDITARE. CODUL GENETIC

Amintiți-vă, care sunt tipurile moleculelor acizilor nucleici. În ce constă principiul complementarității? Care este structura proteinelor? Care este structura reticulului endoplasmatic și ribozomilor? Care este gena, care este structura genelor eucariotelor? Care sunt structura și proprietățile mitocondriilor și plastidelor?

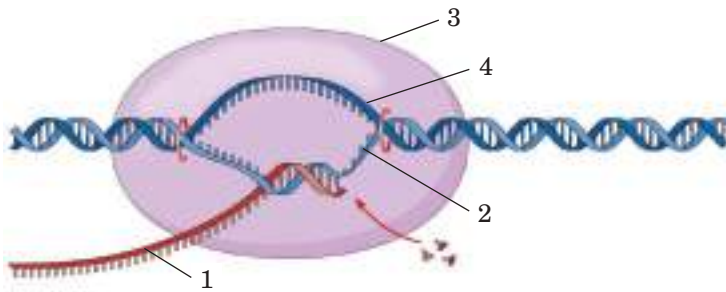
Diferite tipuri de molecule ale acizilor nucleici joacă un anumit rol în procesele de codare, păstrare și realizare a materialului ereditar. Rolul principal în aceste procese le revine moleculelor de ADN, care sunt capabile la autodublare. Acest proces asigură transmiterea exactă a informației ereditare de la celula-mamă la celulele-fiice.

Procesul de autodublare a moleculelor de ADN sau replicarea se bazează pe principiul complementarității: succesivitatea nucleotidelor în lanțul nou-creat al moleculelor de ADN este determinată de plasarea nucleotidelor complementare în lanțul moleculei materne. În timpul replicării, două lanțuri ale moleculei materne de ADN, cu participarea fermenților respectivi, se despletesc, și fiecare dintre ele devine matrice pentru sinteza noului lanț. Fermentul special asigură unirea succesivă a nucleotidelor la capătul lanțului ce se sintetizează. Acest ferment catalizează, de asemenea, reacția creării legăturii covalente între nucleotidele vecine (des. 105).

Tipul nucleotidului (unul din patru: **A**, **T**, **G** sau **C**), care aderă, este determinat de acel lanț al moleculei de ADN, care servește drept matrice: nucleotidul care a aderat trebuie să fie complementar nucleotidului, plasat în punctul corespunzător al lanțului matern. În rezultat, se formează două molecule-



Des. 105. Procesul de replicare a moleculei de ADN: cu participarea fermentului se desfac legăturile de hidrogen și pe fiecare lanț matern, după principiul complementarității, se formează lanțul-fică (găsiți-le pe desen):
1 – cromozomul;
2 – fermenții despletesc spirala dublă a moleculei-materne de ADN;
3 – nucleotide libere;
4 – fermentul specific;
5 – lanțul moleculei-mame de ADN servește drept matrice pentru sinteza celui nou;
6 – lanțul-fică; 7 – furca replicată



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 complementarității pe moleculele de ADN (des. 106). Aceste reacții sunt asigurate de anumiți fermenți.

Deci, în sistemele biologice anumite reacții biochimice au asemenea particularități când o moleculă servește drept bază – matrice – pentru sinteza alteia. Astfel, molecula de ADN servește drept matrice pentru sinteza diferitor tipuri de molecule ARN, iar molecula ARN-m – pentru moleculele proteice. Asemenea procese biochimice sunt numite **reacții ale sintezei matrice**. Ele ne amintesc de metodele industriale, când dintr-o singură formă-matriță se obțin multe detalii. De exemplu, cu ajutorul unei matrițe pot fi tipărite multe bancnote sau bătute multe monede. La fel și în timpul reacției sintezei matrice noile molecule sunt create în conformitate cu planul de structură al moleculei-matrice: monomerii moleculei, care se sintetizează, sunt plasați 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 și greșelile. De exemplu, greșeli în succesivitatea nucleotidelor lanțului de ADN noul sintetizat pot să apară (cu o anumită frecvență mică) în timpul replicării, când nucleotidul este necomplementar nucleotidului din matrice. Moleculele de ADN pot fi afectate sub influența diferitor compuși chimici (atât molecule proprii ale celulei, cât și altele care au nimerit din exterior), radiației, razelor ultraviolete etc. În asemenea cazuri fermenții sistemului de reparare de obicei taie din lanț un mic segment cu defectul respectiv sau cu un nucleotid întâmplător, după ce fermentul ADN-polimeraza creează un fragment normal, folosind alt lanț ca matrice (des. 107).

Ce este codul genetic? Care sunt particularitățile lui? În organismele vii se creează o cantitate enormă de proteine. Informația despre structura fiecăreia dintre ele se păstrează în celule. Sistemul unic de codare a informației ereditare pentru toate organismele vii – **codul genetic** – se păstrează în celulă sub forma unei anumite succesivități a nucleotidelor moleculelor acizilor nucleici. Anume această succesivitate a nucleotidelor și determină ordinea aflării resturilor de aminoacizi în lanțul polipeptidic în timpul sintezei.

Savanții au descoperit că fiecare aminoacid în lanțul polipeptidic este codat într-o anumită succesivitate din trei nucleotide – așa-numitul, **triplet**. Patru nucleotide diferite de ADN sau ARN pot crea 64 de combinații ($4^3=64$). Deci, există 64 de diferite triplete. Deoarece sunt cunoscute numai 20 de aminoacizi standard, se poate presupune că unul și același

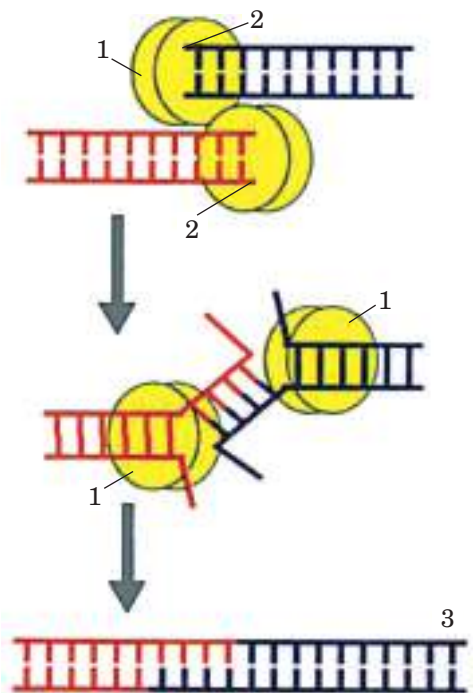
Des. 106. Sinteza moleculei de ARN-m (1) pe unul din lanțurile moleculei de ADN (2). Acest proces este asigurat de fermentul special (3). Al doilea lanț de ADN (4) în acest moment rămâne neactiv

E interesant să știm

Procesul de replicare este **semiconservativ**: fiecare din cele două molecule-fiice de ADN create primește un lanț de la molecula maternă, iar al doilea se sintetizează pe el după principiul complementarității din nucleotide libere. Anume datorită acestui fapt molecule-fiice de ADN sunt copia exactă a celei-mame.

E interesant să știm

În afară de nucleu, în mitocondriile și cloroplastele celulelor eucariote are loc replicarea ADN mitocondrial și 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) și le dezunesc; 3 – fragmentul reînnoit al moleculei de ADN

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 codati de câteva triplete (de la două până la șase) și numai două – de unul.

Faptul că unul din aminoacizi poate fi codat de câteva triplete are o mare însemnătate biologică, deoarece sporește siguranța codului genetic. Deci, înlocuirea întâmplătoare a restului unei baze azotate într-un anumit triplet cu altul nu întotdeauna este însoțită 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 și al treilea – din cel vertical din dreapta. În locul intersecției liniilor se află informația, care urmează să fie determinată. Vă amintim că în tabel au fost incluși tripletele ARN-m și 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, codati 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) și cisteina (CIS), MET – tripletul de start

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, informația genetică la procariote și 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 direcție, care determină ordinea citirii tripletelor întregului lanț de nucleotide. Această particularitate asigură recrearea precisă a moleculelor de proteină la indivizii diferitor generații. Începutul procesului de sinteză a moleculelor de proteină este determinat de tripletul **AUG**, numit *de start*. Informația genetică este citită succesiv – pas cu pas (des. 108). În codul genetic sunt, de asemenea, trei triplete (**UAA, UAG, UGA**), fiecare dintre ele semnaleză despre încetarea sintezei lanțului polipeptidic. Ele sunt numite *codoni stop*.

AUG CCA GAU CCC GAA ... UGA
met pro asp pro glu codoni stop

Des. 108. Citirea informației genetice

Analizați tabelul 6, atrageți atenția asupra faptului că tripletele UAA, UAG, UGA nu codează nici un aminoacid, spre deosebire de tripletul AUG.

Termeni și noțiuni-cheie:

replicarea, reacția sintezei matrice, repararea moleculelor de ADN, codul genetic, tripletul.

Verificați-vă cunoștințele 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 și care sunt particularitățile lui? 5. Care este însemnătatea biologică a faptului că majoritatea aminoacizilor din componenta proteinelor sunt codați nu de unul, dar de câteva triplete? 6. Ce înseamnă reacțiile sintezei matrice? Care este însemnătatea lor biologică?

Chibzuți



Ce însemnătate 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 țineți 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 și 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) și de reparare a deteriorărilor și greșelilor (reparare). Funcțiile principale ale ADN sunt codarea, păstrarea informației ereditare și transmiterea ei celulelor-fiice în timpul înmulțirii.

Tipul deosebit al reacțiilor biochimice, când o singură moleculă servește 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 și despre încetarea ei.

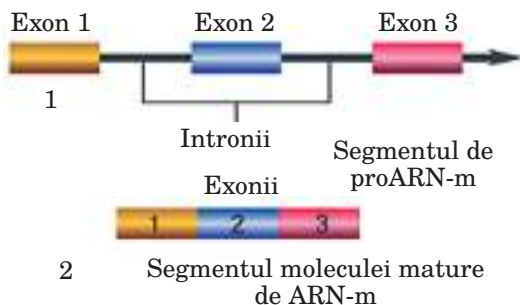


Memorizăm: sinteza moleculei proteice este ultima verigă a procesului de realizare a informației ereditare.

🌱 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 știm

În timpul transcrierii pe genă se sintetizează premergătorul ARN-m (proARN-m) – molecula care conține segmente, care corespund atât exonilor, cât și intronilor genei proteice. Apoi intronii se taie, și se adaugă cozile exonilor vecini. Acest proces original de „coacere” a moleculei de ARN-m se numește **splicing** (din engleză *splice* – încheierea 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 îndeplinește funcția de matrice (de aici și provine denumirea ei).



Des. 109. Structura ARN-m până (1) și după (2) procesul de splicing

📌 **Memorizăm:** molecula de ARN-t unește aminoacidul și-l transportă la locul sintezării moleculei de proteină. La transportarea complexului moleculei „ARN-t și aminoacidul” participă microcilindrii și microfibrele citoplasmei.

reacțiilor fermentilor. 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 și 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 și 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 și biosinteza acizilor nucleici, el se desfășoară după principiul reacțiilor matrice. Crearea fiecăruia din cei 20 de aminoacizi standard (principali) este un proces complicat, cu mai multe trepte, care catalizează mulți fermenti.

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, și 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, și 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

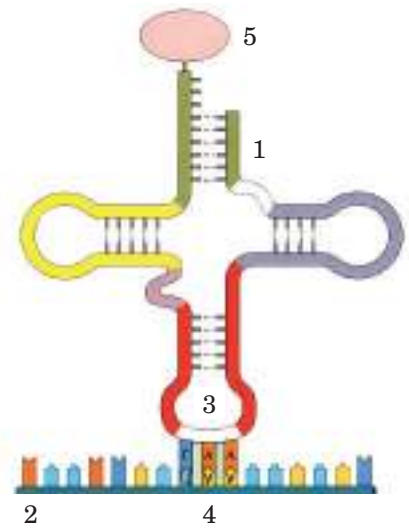
Mai întâi în citoplasmă fiecare din aminoacizii, care urmează să intre în componența moleculei de proteină, cu participarea fermentului specific prin legătura covalentă, aderă la o anumită moleculă de ARN-t (des. 110; *amintiți-vă* structura moleculei de ARN-t). La desfășurarea acestui proces se consumă 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 și cu restul aminoacidului, aderat la o anumită moleculă de ARN-t. Astfel, molecula de ARN-m nimereste între două subunități ale ribozomului. *Amintiți-vă:* din componența subunităților ribozomilor fac parte molecule de proteină și ARN-r. Structura moleculei de ARN-r determină structura și activitatea funcțională a acestei organite. Împreună cu proteinele, ea asigură o anumită plasare a moleculelor de ARN-m și ARN-t în timpul biosintezei moleculei de proteină.

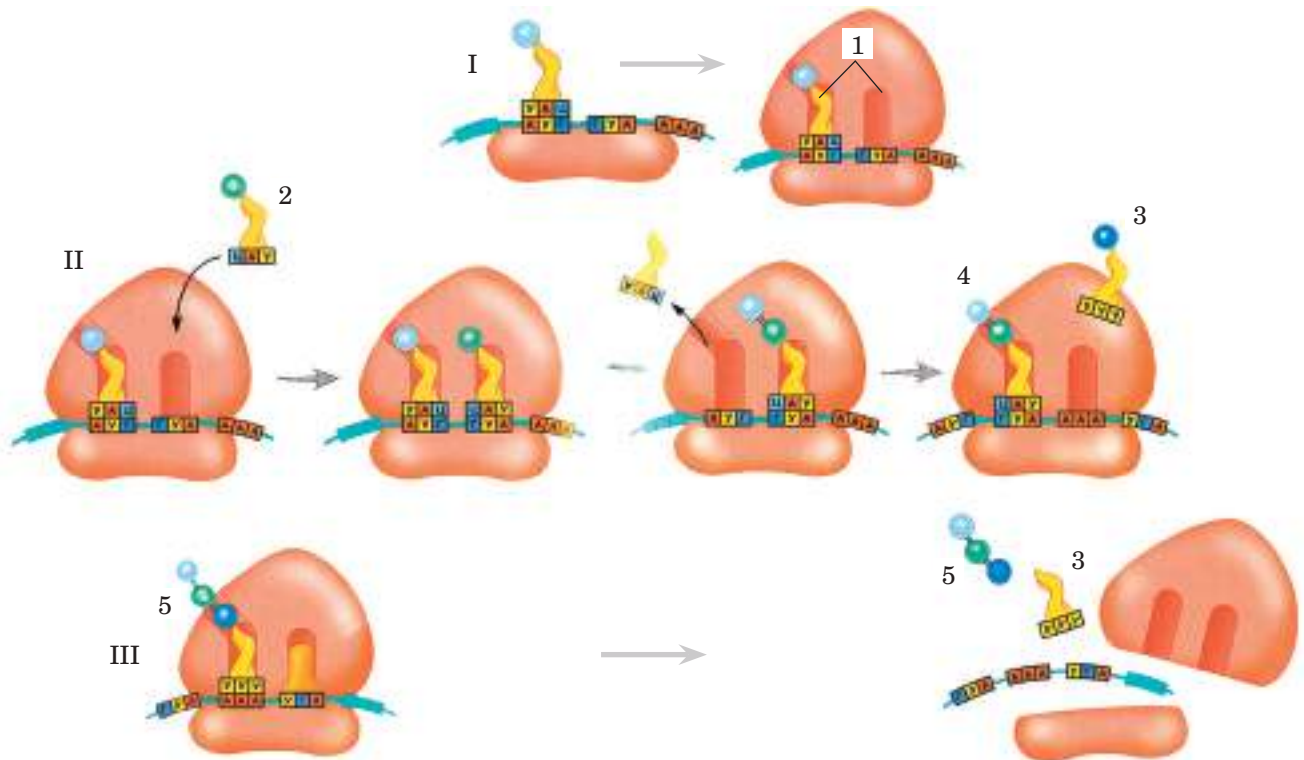
La început ribozomul se leagă cu codonul de start AUG din componența ARN-m. Un astfel de complex este gata pentru începerea sintezei moleculei de proteină. În acest caz codonul (un anumit triplet din componența moleculei ARN-m) este identificat de anticodon – tripletul complementar din componența ARN-t (găsiți-i pe des 110).

În etapele următoare ale biosintezei proteinei lanțul polipeptidic se prelungeste 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.

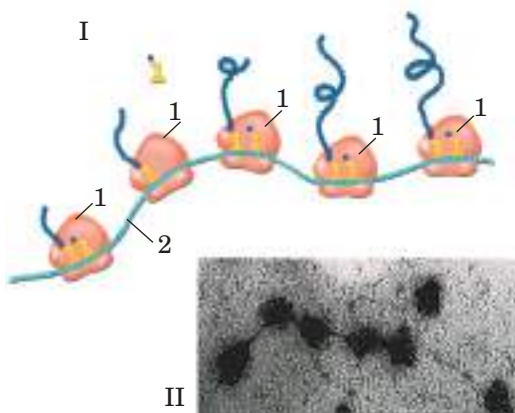
Principalele operații de translare sunt asigurate de **centrul funcțional al ribozomului**. Dimensiunile lui corespund lungimii a două triplete – în el concomitent se află doi codoni vecini de ARN-m și două molecule de ARN-t (des. 111). Într-o parte a centrului funcțional anticodonul ARN-t



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 nimereste 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 peptidică cu aminoacidul transportat de cea de a doua moleculă de ARN-t. Ribozomul înaintează și cea de a doua moleculă de ARN-t nimereste 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



Des. 112. Structura și funcțiile poliribozomilor. I. Câțiva ribozomi (1), uniți de molecula ARN-m (2), creează poliribozomul (polizomul). II. Microfotografia electronică a poliribozomului

Memorizăm: datorită asocierii unor ribozomi aparte în polizomi în una și aceeași perioadă de timp sunt sintetizate mai multe molecule de proteină.

Memorizăm: numai obținând o anumită structură spațială, molecula de proteină devine funcțional 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 mulți fermenți.

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 lanțului polipeptidic. În etapa finală blocul sintetizat își capătă structura spațială firească.

identifică codonul ARN-t, iar în cealaltă – aminoacidul se eliberează de ARN-t. Când ribozomul înaintea de-a lungul moleculei de ARN-m, locul lui îl ocupă al doilea ribozom, apoi al treilea, al patrulea ș.a.m.d. și biosinteza moleculelor de proteină continuă. Numărul ribozomilor, care concomitent pot fi plasați în molecula de ARN-m, determină lungimea ei, însă nu depășește 20. Complexul de ribozomi, unit în molecula ARN-m, se numește **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 (amintiți-vă: asemenea codonuri stop există trei – **UAA, UAG, UGA**). Atunci **translarea încetează**: ribozomul liber se descompune în subunități, 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 știm

Pentru sporirea siguranței procesului de încheiere a sintezei moleculei de proteină (terminație) codonii stop se dublează. De obicei, primul este codonul **UAA** (tripletul terminal de bază), iar după el, la o distanță foarte apropiată în același cadru de citire se află unul din tripletele terminale de rezervă – **UAG** sau **UGA**.

La etapa de încheiere a biosintezei blocul sintetizat își capătă structura spațială firească. Cu participarea fermenților respectivi se scindează resturile de aminoacizi de prisos, în componența moleculei pot intra componente neproteice (grupurile fosfatice, de carboxil etc., glucide, lipide etc.) – molecula sintetizată de proteină se schimbă pentru a îndeplini anumite funcții.

Procesul de sinteză a moleculelor de proteină este însoțit de consumul de energie, care se eliberează în timpul scindării moleculelor de ATP.

Termeni și noțiuni-cheie:

transcrierea, translarea, lanțul de codare (de conținut) al ADN, codon, anticodon, centrul funcțional al ribozomului, poliribozomul (polizomul).

Verificați-vă cunoștințele obținute



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 informația 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 câțiva (până la 20) ribozomi?

Chibzuiți



Genele codează structura moleculelor de proteină sau a moleculelor de ARN. Cum determină ele desfășurarea sintezei altor molecule: de glucide, lipide etc.?

Rezolvarea exercițiilor elementare de replicare, transcriere și translare

Scopul: a însuși rezolvarea exercițiilor elementare la biologia moleculară

Exercițiul 1. Unul din lanțurile moleculei de ADN este compus din următoarele resturi de nucleotide: TAC GAA CGC ATG CGA TCC

Indicați succesivitatea nucleotidelor în lanțul-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

Exercițiul 2. În componența lanțului matern al moleculei de ADN intră nucleotidele cu următorul coraport: A – 22 %, T – 33 %, C – 21 % și G – 24 %. Stabiliți componența în procente a nucleotidelor lanțului-fiică al moleculei de ADN, care a fost sintetizat pe lanțul matern în procesul de replicare. Care este componența 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 %.

Exercițiul 3. În componența lanțului-fiică al moleculei de ADN, care a fost sintetizat pe lanțul matern în procesul de replicare, intră 32 % nucleotide de adenină. Determinați numărul nucleotidelor de guanină.

Exercițiul 4. Lanțul matern al moleculei de ADN are următoarea succesivitate a nucleotidelor: ATG CCG TAG GCT. Câte legături de hidrogen apar între ele și nucleotidele complementare ale lanțului-fiică al acestei molecule, sintetizat în procesul replicării?

Exercițiul 5. Unul din lanțurile moleculei de ADN are următoarea succesivitate a nucleotidelor: TCG GAA ACG TAA CAG GTA CAT TAT.

În ce ordine la centrul funcțional al ribozomului, legat de molecula ARN-m, sintetizată pe acest lanț, 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, ARN-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.

Exercițiul 6. Segmentul moleculei ADN arată astfel:

ATA GTC CGA GTA TCC

TAT CAG GCT CAT AGG

Care din cele două lanțuri 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 celui, pe care ea a fost sintetizată: ATA GTC CGA GTA TCC.

* **Exercițiul 7.** Lanțul 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.

1. Comparând structura moleculei de ADN până și după dereglare, găsiți tripletul schimbat.
2. Determinați structura polipeptidelor, care codează lanțul de ADN până și 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 succesiune a resturilor de aminoacizi se formează polipeptidul, codat de segmentul respectiv al moleculei de ADN până la dereglare, determinăm succesiunea 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 succesiunea resturilor de aminoacizi în molecula polipeptidului sintetizat: fenilalanină – leucină – treonină – valină – treonină.

După mutație succesiunea resturilor nucleotidelor în molecula de ARN-m va fi următoarea:

UUU UUA ACC GUA AAC.

Folosind tabelul „Codul genetic”, stabilim succesiunea resturilor de aminoacizi în molecula polipeptidului, sintetizat după dereglare: fenilalanină – leucină – treonină – valină – treonină.

Comparând componența de aminoacizi a polipeptidelor, sintetizate până și 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 codati 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.

Exercițiul 8. Câți aminoacizi codează molecula de ARN-m, dacă ea este sintetizată pe segmentul moleculei de ADN, care este compus din următoarele nucleotide: AAGTCAGCACTCCAAATT?

Exercițiul 9. În ce succesiune 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?

Exercițiul 10. În ce succesiune a nucleotidelor moleculei de ADN este codat segmentul moleculei de proteină, dacă structura lui este următoarea: LIZINĂ – GLICINĂ – CISTEINĂ – GLUTAMINĂ – ASPARAGINĂ – TREONINĂ?

Exercițiul 11. Care succesiune a acizilor nucleici este codată de o astfel de succesiune a nucleotidelor ADN: AGCATTCCAGTCTGCATG? Care va fi succesiunea aminoacizilor, dacă din cauza dereglărilor din această moleculă se desprinde cel de-al doilea nucleotid?

Exercițiul 12. Care succesiune a aminoacizilor este codată de o astfel de succesiune a nucleotidelor ARN-m: GCUGCAUAAACCUGACAGCUA? Care va deveni succesiunea aminoacizilor, dacă din cauza dereglării din această moleculă se desprinde al doilea nucleotid?

Exercițiul 13. Resturile nucleotidelor unui lanț al moleculei de ADN au următoarea succesiune: TAC GAC ACG GCG ATT TAC AGG CGG TCG ACT. Câte molecule ale aminoacizilor ea codează?

Exercițiul 14. Succesiunea resturilor de aminoacizi ale moleculei polipeptide este următoarea: ASPARAGINĂ – IZOLEUCINĂ – PROLINĂ – TREONINĂ – VALINĂ – CISTEINĂ. Ținând cont de faptul, că majoritatea aminoacizilor principali sunt codati de câțiva tripleți, determinați posibilele variante ale succesiunii nucleotidelor, care pot coda acest polipeptid.

§23. CICLUL CELULAR. MITOZA

Amintiți-vă, ce sunt specia, neuronii, fasciculul fibrovascular, cromatina, centriolii. Ce sunt centromerul și kinetocorul?

Perioada de existență a celulei de la începutul unei diviziuni și până la următoarea sau de la începutul ultimei diviziuni a celulei și până la moartea ei se numește **ciclul celular** (des. 113). Durata lui în diferite organisme este diferită: la bacterii el durează 20–30 min., la celulele eucariotelor – 10–80 ore și mai mult (de exemplu, infuzorii paramoci se divizează la fiecare 10–20 de ore).

Între două diviziuni succesive ale celulei există o anumită perioadă, numită **interfază** (din latină *inter* – între și greacă *phasis* – apariție). În alte cazuri interfaza durează de la ultima



Memorizați: ciclul celular este compus din perioada de diviziune a celulei și intervalul între două diviziuni (sau de la ultima divizare a celulei și până în momentul morții ei).

diviziune a celulei până în momentul morții ei. Un astfel de fenomen există în celulele organismelor multicelulare, care și-au pierdut capacitatea de a se înmulți (neuronii, eritrocitele, fasciculele fibrovasculare etc.).

În perioada interfazei celula crește, în ea se sintetizează activ proteinele și alți compuși organici. Cele mai intensive procese ale sintezei se desfășoară 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 și plastidele.

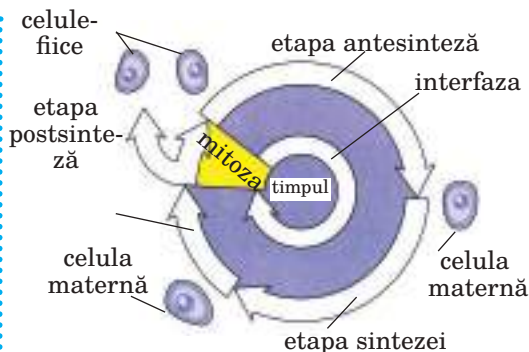
Perioada între încheierea precedentei divizări a celulei și perioada sintezei este numită *antesinteză*, iar între încheierea perioadei de sinteză și începutul următoarei divizări – *postsinteză* (des. 113). Durata interfazei constituie de cele mai multe ori până la 90 % din timpul ciclului celular. 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 însoțit de comprimarea cromozomilor și crearea unui aparat special – **fusul de diviziune**, care asigură împărțirea 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 și 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 îngroașă și 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 și constata numărul lor. Treptat se micșorează și dispar nucleolii. În majoritatea celulelor în timpul diviziunii învelișul nuclear se descompune în fragmente și dispore (cu excepția la unele animale unicelulare, alge și 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 și cromozomii încep să se miște spre partea centrală a celulelor (des. 114. II).

În timpul **metafazei** (din greacă *meta* – după) se încheie spiralizarea cromozomilor și formarea fusului de diviziune. Se văd mai clar detaliile structurii cromozomilor. Ei parcă „se aliniază” pe o singură suprafață în partea centrală a celulei, iar centromerii lor sunt repartizați la distanțe egale de la fiecare pol al celulei. La sfârșitul metafazei două unități 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, și unele cromatide ale fiecărui

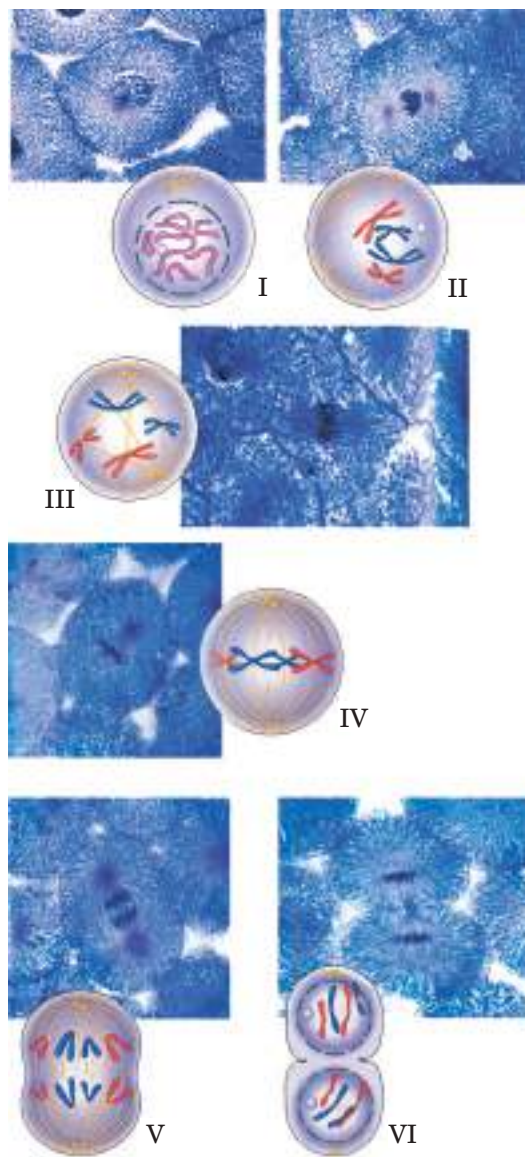


Des. 113. Schema generală a ciclului celular.

Temă: caracterizați diferite perioade ale interfazei



Memorizăm: procesul mitozei asigură stabilitatea cariotipului organismelor unei anumite specii, adică înșăși existența speciilor biologice în decursul perioadelor istorice îndelungate.



Des. 114. Mitoza. I. Profaza: dispariția învelișului nuclear; II. Profaza: cromozomii nimeresc în citoplasmă; III. Începutul metafazei: fibrele fusului de diviziune se unesc cu kinetocorii; IV. Încheierea metafazei: cromozomii sunt adunați în centrul celulei; V. Anafaza: cromatidele fiecărui cromozom migrează spre polii celulei; VI. Telofaza: formarea nucleolelor, diviziunea citoplasmei și formarea celulelor-fiice



Fiecare celulă, la fel ca și 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 și celulele mușchilor – zeci de ani.

Memorizăm: desfășurarea 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 și activitatea vitală a ei? 2. Propuneți variantele voastre de aplicare a modelării la cercetarea structurii și 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 și interfază. În interfază celula crește, se dublează moleculele de ADN, mitocondrii, plastidele, sunt sintetizate activ proteinele, alți compuși organici etc.

Mitoza este compusă din patru faze succesive: profaza, metafaza, anafaza și telofaza. În timpul profazei cromozomii sunt comprimați, treptat dispar nucleolii, învelișul nuclear, se formează fusul de diviziune. Fibrele fusului de diviziune se fixează pe centromeri, și cromozomii încep să se deplaseze spre partea centrală a celulei.

În timpul metafazei se încheie spiralizarea cromozomilor și formarea fusului de diviziune. La sfârșitul metafazei cromatidele fiecărui cromozom se separă una de alta. În timpul anafazei se divizează centromerii și cromatide aparte ale fiecărui cromozom încep să se miște spre diferiți poli ai celulei.

cromozom încep să se miște spre diferiți poli ai celulei. Fiecare cromatidă corespunde unei jumătăți a materialului ereditar al cromozomului în profază, adică cromatidele conțin materialul ereditar identic.

Telofaza (din greacă *telos* – sfârșit) durează din momentul încetării mișcării 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 învelișul nuclear, apar nucleolii, și nucleeele celulelor fiice capătă aspectul pe care l-au avut în interfază. În decursul telofazei treptat dispăre fusul de diviziune, se divizează citoplasma celulei materne și se creează două celule-fiice.

Care este însemnătatea biologică a mitozei? Diviziunea mitotică asigură transmiterea exactă a informației ereditare de la celula maternă celulelor-fiice în decursul mai multor cicluri celulare succesive. Fiecare celulă-fiică primește câte o cromatidă de la fiecare cromozom. Datorită acestui fapt se păstrează și numărul permanent de cromozomi în toate celulele-fiice, precum și garnitura stabilă de informație ereditară.

Urmăriți procesele de activitate vitală a celulelor, învățați-vă să deosebiți 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 și separarea cromatidelor-fiice în anafază. Ciclul celular este dirijat cu exactitate. Există așa-numitele *puncte de control*, în care el este verificat, dacă decurge normal și este oprit în cazul erorilor. Trecerea ciclului celular prin aceste puncte de control este dirijată de fermenți speciali.

Deci, studiind materialul precedent despre structura și procesele de activitate vitală a celulei, ați înțeles că celula este un sistem biologic integrat care se autoreglează. În primul rând, aceasta se referă la organismele unicelulare, la care celula este, totodată, și un organism de sine stătător. La organismele multicelulare funcționarea unor celule aparte este reglată de substanțe biologice active (fitohormonii la plante, hormonii și neurohormonii la animale), iar la majoritatea animalelor multicelulare – și de sistemul nervos. Pentru celulele eucariotelor este caracteristică periodicitatea fixă a proceselor fizico-chimice, care au loc în ele. Aceasta, la rândul său, determină și periodicitatea proceselor biologice în organismul nostru: perioada de somn și de nesomn, periodicitatea eliminării fermenților digestivi în decursul zilei etc.

Asupra activității celulei pot influența factorii mediului ambiant din preajma ei. De exemplu, pentru sinteza clorofilei în celulele plantelor este nevoie de lumină solară. Dacă ea lipsește, clorofila nouă nu este sintetizată.

LUCRARE DE LABORATOR

Fazele mitozei (pe exemplul celulelor rădăcinilor de ceapă)

Ustensile și materialele: microscop, micropreparate permanente ale rădăcinilor de ceapă sau de alte plante la diferite stadii ale

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 și 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 compuși din două cromatide fiecare), anafazei (cromozomii se află la polii celulei), telofazei (cromozomii se despiralizează, apare învelișul nuclear și un perete de separare între două celule-fiice).
4. Comparați cele văzute cu microfotografiile diferitor stadii de diviziune mitotică a celulelor.

Termeni și noțiuni-cheie:

ciclul celular, interfaza, mitoza, profaza, metafaza, anafaza, telofaza.

Verificați-vă cunoștințele 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.

§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 fecundației este însoțit 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 înmulțească pe cale sexuală, la fiecare generație s-ar dubla, atunci fiecare generație următoare ar constitui o nouă specie biologică. Însă, în natură așa ceva nu se întâmplă: la speciile care se înmulțesc 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 și mitoza, este compusă din patru faze succesive: profaza, metafaza, anafaza și telofaza (des. 115).

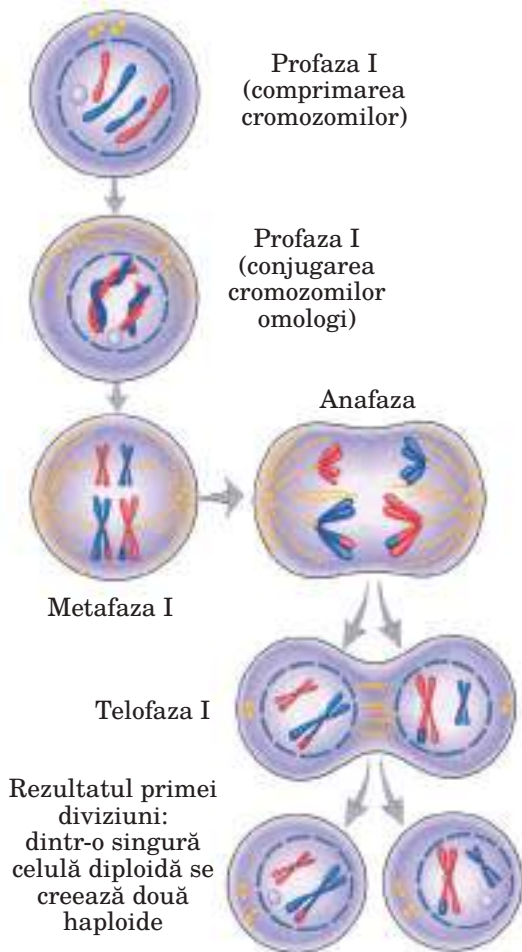
Datorită diviziunii mitotice a celulelor organismele cresc și au loc procesele de regenerare.

La începutul telofazei se produce despiralizarea cromozomilor, în jurul fiecăreia din cele două grupări de cromatide se formează învelișul nuclear, apar nucleolii și nucleeele celulelor-fiice devin așa ca și în interfază. Treptat dispăre fusul de diviziune, are loc divizarea citoplasmei celulei materne și 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.



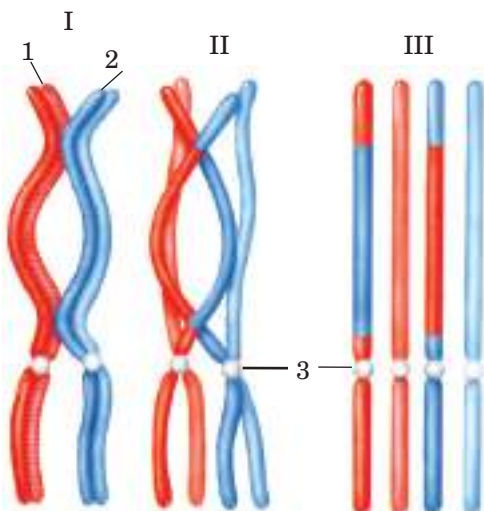
Memorizăm: meioza (din greacă *meiosis* – micșorare) este un mod deosebit de diviziune a celulelor eucariote, în rezultatul căreia garnitura lor de cromozomi se reduce de două ori.



Des. 115. Prima diviziune meiotică: dintr-o singură celulă diploidă sunt create două haploide.

Temă. Examinați cu atenție desenul și caracterizați evenimentele, care au loc în timpul uneia sau altei faze ale primei diviziuni meiotice

Memorizăm: crossing-over-ul este una din sursele variabilității ereditare.



În timpul profazei a primei diviziuni meiotice (profaza I) cromozomii încep să se comprime și să capete formă de bastonașe (des. 115, I). Apoi cromozomii omologi se apropie și 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 conectați între ei.

În timpul conjugației se poate produce fenomenul de **crossing-over** (din engleză *crossing-over* – încrucișat) – cromozomii omologi fac schimb de anumite fragmente (des. 116). În rezultat se formează noi combinații ale materialului ereditar și 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 învelișul nuclear și 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 centromerii cromozomilor omologi sunt plasați unul în fața 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 opuși ai celulelor. Fiecare dintre ei este compus din două cromatide. Așadar, la sfârșitul anafazei I lângă fiecare pol al celulei se adună garnitura de cromozomi înjumătățită. 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 învelișul nuclear. În celulele animalelor și a unor feluri de plante cromozomii se despiralizează și citoplasma celulelor materne se divizează. Însă, în celulele multor specii de plante citoplasma poate să nu se divizeze.

Interfaza între prima și a doua diviziune meiotice este scurtată: moleculele de ADN în această perioadă nu se dublează. În celulele multor plante interfaza în genere lipsește, 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 știți, sunt compuși din două cromatide, se comprimă, dispar nucleolii, se ruinează învelișul 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 și formarea

Des. 116. Schema care ilustrează procesul crossing-over-ului: I – cromozomii omologi (1 și 2) se apropie. II – după conjugare cromozomii omologi încep să se îndepărteze (3 – centromerii), dar continuă să rămână cuplați în unele segmente.

III – cromatidele cromozomilor omologi, care după crossing-over au făcut schimb de segmente (găsiți aceste segmente pe desen). Astfel, în procesul crossing-over-ului se formează doi cromozomi omologi cu garnituri diferite de informație ereditară

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 învelișurile nucleare, nucleolii și începe crearea fibrelor fusului de diviziune. 2. Metafaza II: atrageți atenția asupra faptului cum sunt plasați cromozomii: la fel ca și în timpul mitozei. 3. Anafaza II: spre polii celulei se îndreaptă cromatidele aparte cu cromozom. 4. Telofaza II: dispar fusul de diviziune, sunt formate învelișurile nucleare, nucleolii și se fragmentează citoplasma. 5. Rezultatul meiozei: dintr-o singură celulă maternă diploidă se formează 4 celule-fiice haploide

fusului divizării. La fel ca și 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 și cromatidele fiecărui cromozom se îndreaptă spre diferiți poli ai celulei (des. 117, 3).

În timpul telofazei celei de-a doua diviziuni meiotice (telofaza II) cromozomii se despiralizează din nou, dispăre fusul de diviziune, sunt formați nucleolii și învelișul nuclear. Se încheie telofaza II cu diviziunea citoplasmei (des. 117, 4). În rezultatul celei de-a doua diviziuni meiotice numărul cromozomilor rămâne același, ca și după prima diviziune, însă numărul cromatidelor fiecărui din cromozomi se reduce în jumătate. De asemenea, și conținutul moleculelor de ADN în fiecare celulă-fiică, se reduce în jumătate în comparație cu cea maternă.

În ce constă importanța biologică a meiozei? Meioza este un mecanism perfect, care asigură stabilitatea cariotipului speciilor, ce se înmulțesc pe cale sexuală. Datorită celor două diviziuni meiotice, celulele sexuale au o garnitură de cromozomi înjumătățită în comparație cu cele asexuale. Garnitura de cromozomi, caracteristică pentru organismele unei anumite specii, este înnoită în timpul fecundației.

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 conțină garnituri diferite de informație ereditară, pot nimeri în diferite celule-fiice (des. 117). Astfel, celulele, care s-au format în rezultatul diviziunii meiotice, pot avea garnituri diferite de informație ereditară.

Temă. Comparați evenimentele, care au loc în timpul mitozei și meiozei. Pe rând comparați fazele mitozei și ale primei diviziuni meiotice, iar apoi – fazele mitozei cu cea de a doua diviziune meiotică. Determinați trăsăturile asemănătoare și cele diferite între ele.

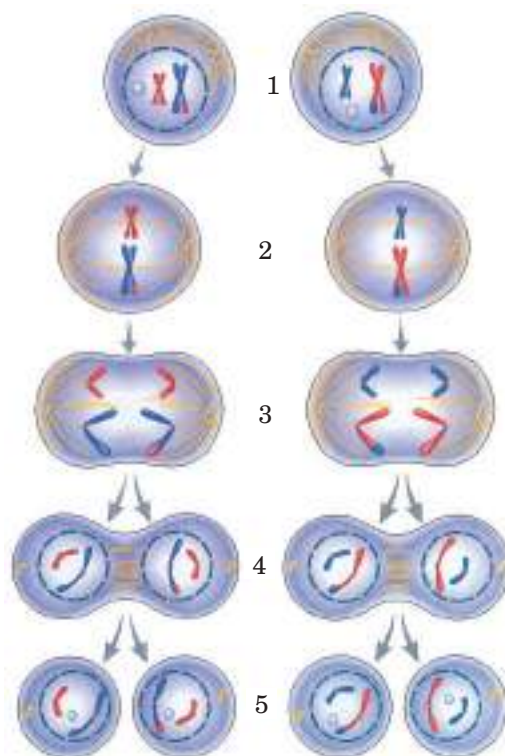
Termeni și noțiuni-cheie:

meioza, conjugarea cromozomilor, crossing-over-ul.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Din câte diviziuni este compus procesul meiozei? 2. Ce este conjugarea cromozomilor omologi și 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, interfața între care este redusă, iar la unele plante practic lipsește. Fiecare din aceste diviziuni, la fel ca și mitoză, este compusă din patru faze succesive: profaza, metafaza, anafaza și telofaza.

După două diviziuni meiotice succesive ale celulei materne sunt create patru celule-fiice haploide.

Meioza este un organism perfect care asigură stabilitatea cariotipului speciilor, care se înmulțesc pe cale sexuală. Meioza, de asemenea, asigură și variabilitatea ereditară a organismelor.

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.

tribue 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 nesenxuale (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).

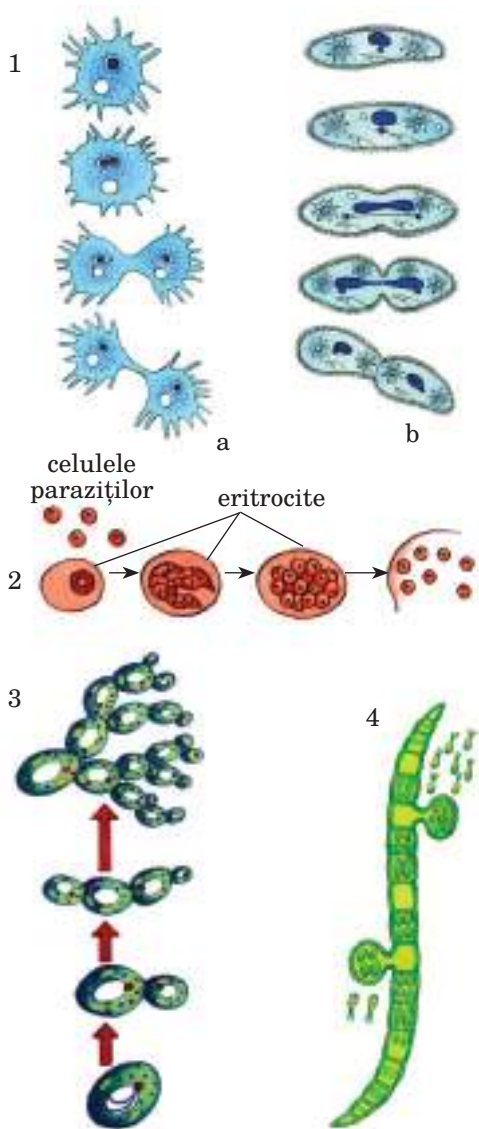
În cazul *diviziunii celulei în două* (des. 118, 1) sunt create două celule-fiice, de două ori mai mici decât cea maternă. Celulele-fiice se alimentează, cresc, reînnoiesc garnitura normală de organite și încep să se înmulțească când ating dimensiunile celulei materne. În timpul *diviziunii multiple* 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).

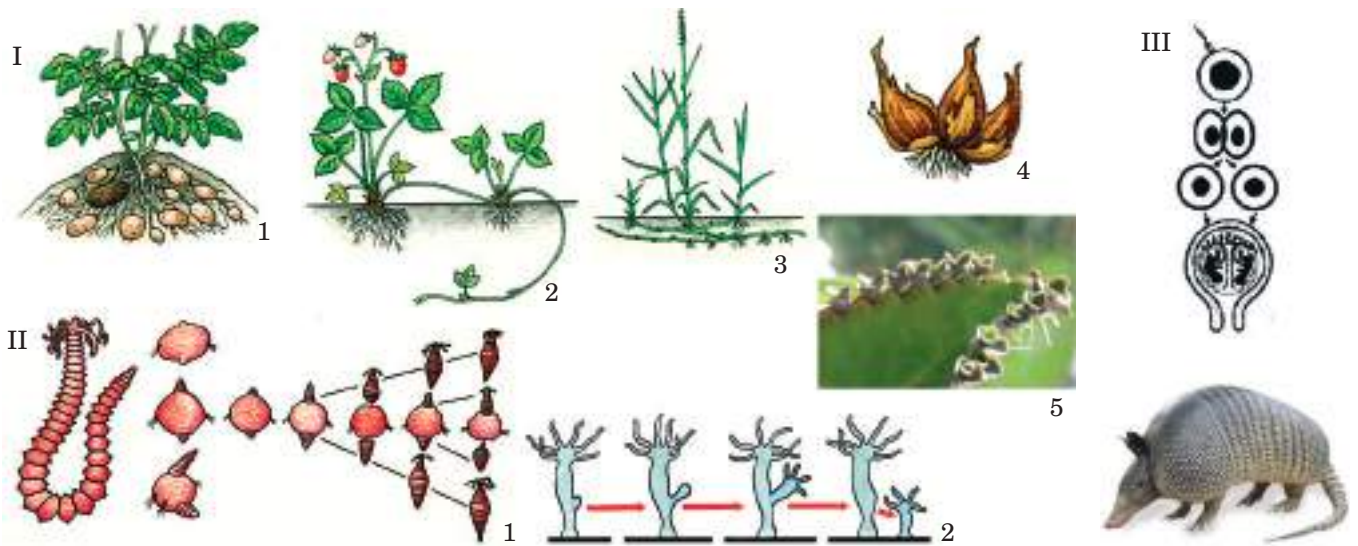
Metoda înmulțirii asexuale, potrivit căreia în organismele multicelulare se separă grupe de celule, se numește **vegetativă** (din latină *vegetativus* – vegetal sau *vegeto* – învie).

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 *înmușurării* 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).



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



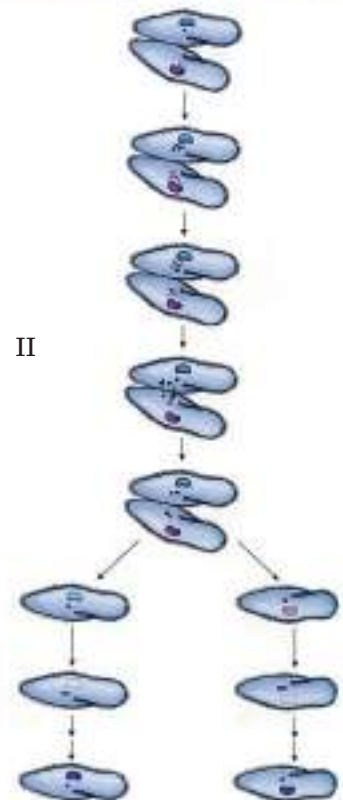
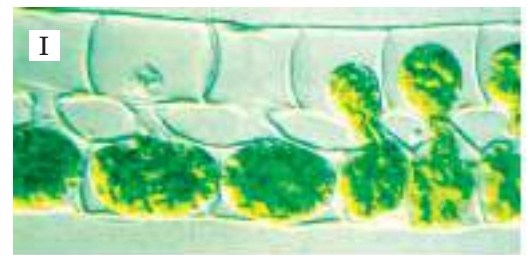
Des. 119. I. Procedeele de înmulțire vegetativă a plantelor: 1 – prin tuberculi la cartofi; 2 – prin vlăstari la căpșuni; 3 – prin segmente ale rădăcinilor la chir; 4 – prin bulbi-fice; 5 – prin înmuguriri la Bryophyllum. II. Înmulțirea vegetativă la animale: 1 – fragmentarea și următoarea înmugurire a segmentelor aparte la viermele inelat; 2 – înmugurirea la hidră. III. Poliembrionia la mamiferele placentare

Care este însemnătatea înmulțirii asexuale? În unele grupuri de organisme aceasta este unica posibilitate de a lăsa urmași. Speciile, capabile pentru înmulțirea sexuală, prin această metodă pot da urmașilor indivizi, care din anumite pricini devin izolați de alții. Datorită înmulțirii asexuale indivizii într-o perioadă scurtă de timp își pot mări considerabil numărul.

Procesul sexual înseamnă unirea într-o singură celulă a materialului ereditar din două celule. El asigură diversitatea materialului ereditar al urmașilor și a genofondului populației în întregime. Cu cât e mai divers genofondul populației, cu atât mai mare șanse are ea de a se acomoda la schimbările din mediul ambiant (*chibzuiți* de ce). Procesul sexual este caracteristic pentru majoritatea speciilor eucariotelor (cu excepția unor organisme unicelulare, cum ar fi amiba, euglena verde, Chlorella). Procesul sexual al eucariotelor, de regulă, se desfășoară în formă de conjugare și copulație.

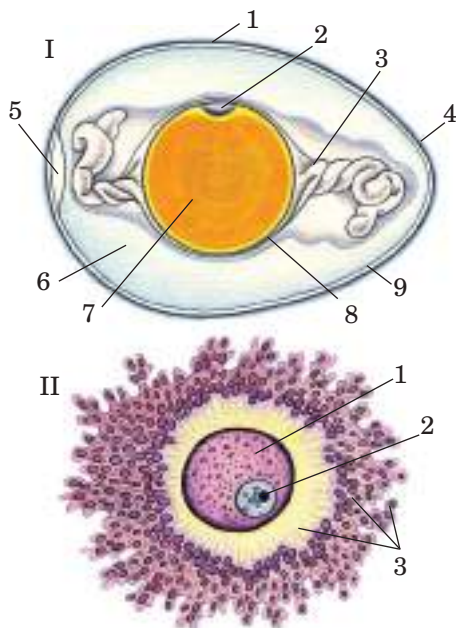
În timpul **conjugării** (din latină *coniugatio* – comunicare) celulele organismelor unicelulare (o parte din speciile de bacterii, alge, animale) sau multicelulare (unele ciuperci, alge fibroase verzi) fac schimb de material ereditar (des. 120).

La unele alge și ciuperci conținutul unei celule trece în alta prin poduri citoplasmice temporare. Astfel se formează zigotul, care după o anumită perioadă de liniște 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 creați dispăre; rămân numai doi – migrator (masculin) și imobil (feminin). În continuare două celule se apropie și prin podurile citoplasmice fac schimb de nucleii migratori, care se combină cu cei imobili. Apoi, celulele se îndepărtează și după câteva divizări la fiecare dintre ele se înnoiește garnitura normală de nuclee: în celulă sunt nucleii mare și mic.



Des. 120. Conjugarea: la mătasea broaștei (I) și infuzorii parameci (II)

De cele mai multe ori gameții feminini au o dimensiune mai mare, deoarece în ei se acumulează substanțe nutritive, necesare pentru dezvoltarea embrionului. În schimb, gameții masculini sunt mai mici, deoarece poartă doar o parte din materialul ereditar. La multe organisme gameții masculini au flagele și sunt capabili să se miște activ. Dacă ar avea dimensiuni mai mari, aceasta le-ar complica mișcarea.

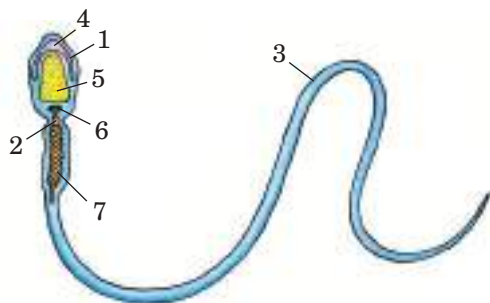


Des. 121. Structura ovulului.

Structura oului de pasăre: 1 – coaja;
2 – discul germinativ; 3 – cordonul;
4 – membrana de sub coajă;
5 – camera de aer; 6 – albușul;
7 – gălbenușul; 8 – membrana vitelină;
9 – învelișul sub coajă.

Structura ovulului mamiferelor:

1 – citoplasma; 2 – nucleul;
3 – învelișurile secundare



Des. 122. Structura spermatozoidului

la mamifere: 1 – capul; 2 – gâtul;
3 – flagelul; 4 – acrozomul; 5 – nucleul;
6 – centriola; 7 – mitocondrii

Copulația (din latină *copulatio* – comunicare) este procesul de fuziune a două celule sexuale specializate (gameți).

Care este structura celulelor sexuale? Funcția celulelor sexuale (gameți) este de a transmite informația ereditară de la indivizii din generația părinților la urmași. În comparație cu celulele asexuale ele au o garnitură haploidă de cromozomi. În ovulele fecundate (zigot) este reinnoită garnitura de cromozomi, caracteristică pentru celulele somatice. Examinăm particularitățile structurii celulelor sexuale, având ca exemplu animalele vertebrate.

Celulele sexuale feminine – **ovulele** – au întotdeauna o rezervă însemnată de substanțe nutritive și sunt înconjurată de câteva învelișuri. *Amintiți-vă:* la păsări ovulul este acoperit cu un înveliș gros proteic, cu două membrane subțiri sub coajă, coajă tare din carbonat de calciu acoperit cu o peliculă externă (des. 121. I). Învelișul extern îndeplinește funcțiile de protecție, iar cea de proteină, în afară de aceasta, mai servește și ca sursă de apă pentru dezvoltarea embrionului. Apoi ea este consumată de pui, înainte de ieșirea acestuia din ou.

Ovulele la mamifere, de asemenea, sunt acoperite cu câteva învelișuri, care îndeplinesc funcțiile de protecție și de nutriție (des. 121. II). Învelișul lor e mai mic decât la târâtoare și păsări, a căror embrion un timp îndelungat se dezvoltă în afara organismului mamei.

Gameții masculini, care au flagele și sunt capabili de a se mișca activ (la alge verzi, plante superioare cu spori, majoritatea animalelor etc.), de regulă sunt numiți spermatozoizi. La alge roșii, plantele conifere și angiosperme, ciuperci, la o parte de animale (nematode, raci de râu, crabi) gameții masculini sunt lipsiți de flagele și sunt numite *sperme*.

Spermatozoidul mamiferelor (des. 122) are *cap* scurt, în care se află nucleul, centrul celular și o mică cantitate de citoplasmă. Informația ereditară este strâns împachetată. În partea de înaintea capului se află un organit deosebit – *acrozomul* (des. 122, 4). Ea conține fermenți, care desfac învelișul ovulului, asigurând pătrunderea în el a spermatozoidului. După cap urmează *gâtul*. El conține 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 numește **gametogeneză** (din greacă *gamete* și *genesis* – proveniență). Îl vom examina, servindu-ne drept exemplu mamiferele. Ovulele și spermatozoizii sunt creați de glandele sexuale cu celule sexuale diploide primare. Procesul de creare a celulelor sexuale are câteva stadii succesive: înmulțirea, creșterea, maturizarea și formarea (des. 123).

La **stadiul înmulțirii** premergătorii diploizi ai celulelor sexuale masculine și feminine se înmulțesc prin diviziuni mitotice succesive. De aceea, garnitura de cromozomi a lor rămâne diploidă. La **stadiul creșterii** aceste celule se măresc până la anumite dimensiuni. La **stadiul maturizării** premergătorii diploizi ai spermatozoizilor și ovulelor se divizează cu ajutorul meiozei și se transformă în gameți haploizi nematurizați.

Procesele de creare a gameților masculini și feminini au anumite particularități. În timpul maturizării celulelor sexu-

Des. 123. Schema gametogenezei la mamifere: I. spermatogeneza:

1 – celula diploidă a premergătorului se înmulțește 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 – spermatozoizii; 4 – la stadiul de formare citoplasma și nucleul spermatozoizilor se comprimă, dimensiunile lor se micșorează și astfel apar spermatozoizii; II – ovogeneza: 1 – celula diploidă a premergătorului se înmulțește pe calea mitozelor succesive; în rezultatul primei diviziuni meiotice s-au format două celule haploide: cea mai mare cu rezerve de substanțe nutritive (2), și mai mică (3 – corp polar); în rezultatul celei de-a doua diviziuni meiotice se formează patru celule haploide: ovulul mare (4) și trei corpi polari (3); 5 – ovulul haploid matur

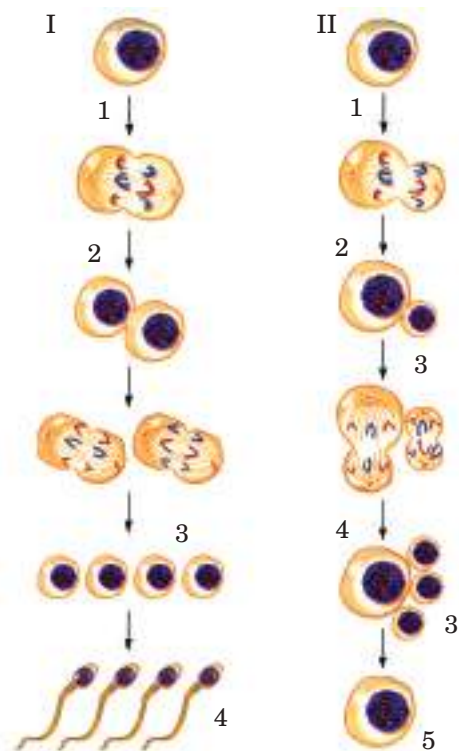
ale masculine se formează patru celule haploide identice. La **stadiul de formare** nucleul și citoplasma acestor celule se comprimă, iar dimensiunile lor se micșorează. Așa sunt creați spermatozoizii. Numai după aceasta ele capătă capacitatea de a se mișca și de a fecunda ovulul.

La **stadiul creșterii** celulelor sexuale feminine după prima diviziune meioză sunt create două celule haploide diferite ca dimensiune: mare, cu rezervă de substanțe nutritive, și mică (așa-numitul corp polar). După cea de a doua diviziune meiotică – la **stadiul maturizării** – se formează patru celule haploide: un ovul mare și trei corpi polari, care după un timp oarecare dispar.

Devierile la formarea spermatozoizilor și ovulelor este condiționată 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, conține, de asemenea, toate organitele și rezerva de substanțe nutritive, de care se folosește embrionul în procesul dezvoltării. Pătrunderea masei principale de citoplasmă în ovul este asigurată de două diviziuni meiotice inegale succesive cu crearea corpilor polari, meniți pentru eliminarea materialului ereditar de prisos.

Diferă crearea celulelor sexuale masculine și 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 conține în interiorul lui embrionul semințelor. Acolo, de asemenea, se află șase celule: lângă ovulul haploid sunt două celule înrudite.



E interesant să știm

Dimensiunile ovulelor depind de numărul substanțelor nutritive de rezervă. De exemplu, la majoritatea mamiferelor, embrionii cărora primesc substanțe nutritive din organismul mamei prin placenta, dimensiunea ovulului (fără luarea în considerare a membranelor externe) variază de la 50 mkm (la șoareci) și 180 mkm (la oi). La om diametrul ovulului este de 90 mkm. Dacă ovulul conține o cantitate însemnată de substanțe nutritive de rezervă (gălbenuș), diametrul lui este de 5–7 cm (la rechin), 8 cm (la struț) etc. Cu luarea în considerare a învelișului extern dimensiunile acestor ovule sunt și mai mari. De exemplu, oul struțului african este de peste 15 cm în lungime, iar greutatea – 1,5–2 kg.

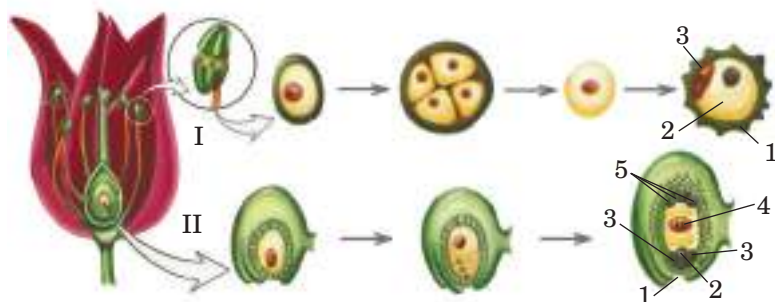
Des. 124. Celulele sexuale ale florii.

I. Granulele cu polen:

1 – învelișul; 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 fecundație



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 și 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 desfășura 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 numește „gametogenează”: a gameților masculini „testiculare” și a celor feminini „ovare”.

La celălalt pol, de asemenea, se formează trei celule haploide, care nu participă la procesele de fecundare și formare a semințelor. 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 și noțiuni-cheie:

înmulțirea asexuală și sexuală, sporii, poliembrionia, procesul sexual, conjugarea, populația.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Care este însemnătatea biologică a procesului de înmulțire? 2. Ce forme ale înmulțirii asexuale cunoașteți? 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 desfășoară? 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 și masculine la mamifere?

Chibzuiți



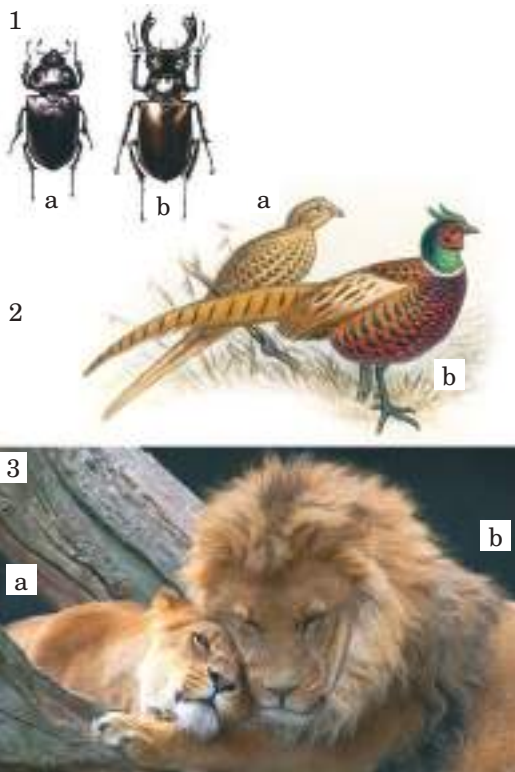
1. De ce odată cu creșterea nivelului de organizare a organismului capacitatea lui de regenerare se reduce? Oare în viitor oamenii vor putea să-și reînnoiască organele pierdute? 2. Care este însemnătatea că în procesul evoluției dimensiunile gameților masculini s-au micșorat, iar celor feminini – s-au mărit?

§26. PROCESELE FECUNDAȚIEI

Amintiți-vă, care sunt procesele de fecundație la diferite grupe de animale și plante. Cum decurge gametogeneza? Ce este acrozomul? Care plante sunt numite monogame și care dioice? Cum se acomodează plantele la diferite metode de fecundație? Care este structura granulei de polen și embrionului semințelor la flori?

Fecundația sunt procesele de contopire a celulelor sexuale masculine și feminine și 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** (*dați exemple*).

Indivizii de diferite sexe ale animalelor se pot asemana la înfățișare (majoritatea meduzelor, polichetele, moluștele bivalve etc.), sau se deosebesc între ele. Fenomenul deosebirii între femelă și mascul se numește **dimorfism sexual** (des. 125). El se manifestă pe deplin în perioada maturității sexuale și este legat de deosebirea în structura organelor genitale și de dezvoltarea indicilor sexuali secundari. *Amintiți-vă*: **indicii sexuali secundari** înseamnă totalitatea particularităților, potrivit cărora, în afară de organele genitale, se deosebesc



Des. 125. Manifestări ale dimorfismului sexual la rădașcă (1), fazani (2), lei (3): femela (a); masculul (b)

indivizii de diferite sexe, dezvoltarea lor este condiționată de influența hormonilor sexuali. Acești indici le ajută indivizilor de diferite sexe să se găsească și să se cunoască unul pe altul, stimulează comportamentul sexual etc.

Dezvoltarea glandelor sexuale masculine și feminine este posibilă și 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 hermafroditismului? La organismele hermafrodite sporește verosimilitatea de a lăsa urmași, se reduce consumul de energie în căutarea partenerului pentru înmulțire. De aceea, hermafroditismul se întâmplă foarte des între animalele care duc un mod de viață cu puține mișcări (anumite specii de crustacee, moluște bivalve etc.) și între paraziți. De exemplu, la cestode corpul este alcătuit din câteva mii de segmente și în fiecare din ele funcționează concomitent glande feminine și masculine. Aceasta asigură fecunditate fenomenală: un singur segment al parazitului *Taeniarhynchus saginatus* (care afectează bovinele) conține 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 fecundație există? Există procese de autofecundație și de fecundație încrucișată. **Autofecundația** este procesul contopirii gameților masculini și feminini, creați de un singur individ. Se înțelege, că la animale acest proces este caracteristic pentru hermafrodite, iar la flori – pentru speciile cu autopolenizare.

În timpul autopolenizării polenul nimerește pe stigmatul pistilului florii de la aceeași plantă (la diferite soiuri de grâu, roșii, mazăre etc.) (des. 128).

Autofecundația 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 și feminine, anumite deosebiri ale structurii sistemului sexual la animale, fenomenul dioic la plante etc.

Fecundația încrucișată este legată de faptul că spermatozoidul (sperma) fecundază ovulul altui individ.

Amintiți-vă: la animale există atât fecundație externă, cât și internă. În cazul fecundației externe celulele sexuale rămân în afara organelor sexuale, de cele mai multe ori în mediul ambiant. Ea este caracteristică pentru majoritatea speciilor acvatice (polichete, moluște bivalve, majoritatea peștilor osoși și amfibiilor) și pentru unele animale terestre și de sol (de exemplu, viermii de ploaie). Aceasta este legat de faptul că



Des. 128. Schema autopolenizării (1) și fecundația încrucișată (2) la flori

E interesant să știm

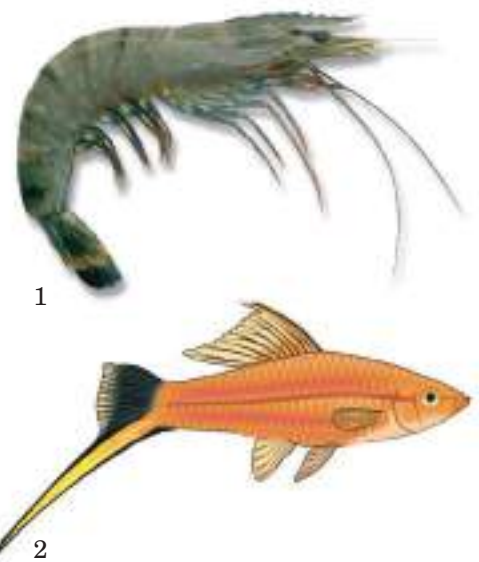
Hermafrodit este o ființă de ambele sexe din mitologia greacă, fiul zeului Hermes și al zeiței Afroditei.



Des. 126. Fenomenul hermafroditismului. I. *Echinococul*: în fiecare segment al lui sunt organe sexuale masculine și feminine; II. Melcul de livadă

E interesant să știm

Se întâmplă cazuri când la început organismul funcționează ca un individ de un anumit sex, iar peste un timp oarecare – de altul (peștele purtător de sabie, unii creveți: des. 127). De exemplu, din cauza populației dense a acvariului, femelele peștelui purtător de sabie capătă indicii specifici masculilor.



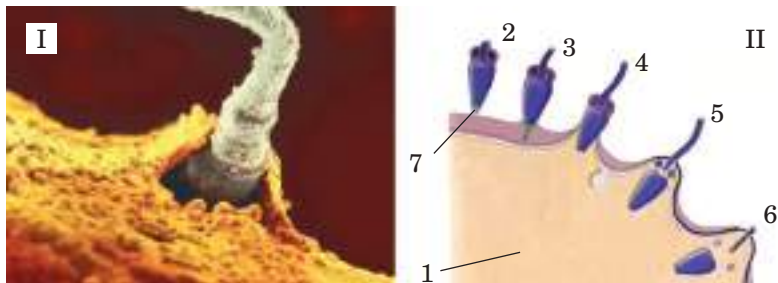
Des. 127. Organismele, care în decursul vieții pot să-și schimbe sexul: 1 – creveți; 2 – peștele purtător de sabie

E interesant să știm

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 și plutește 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 reînnoiește partea din urmă. Și 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



Des. 130. Pătrunderea spermatozoidului în ovul. I. Microfotografia. II. Schema: 1 – ovulul; 2–6 – stadiile succesive ale interacțiunii spermatozoidului cu membrana ovulului și pătrunderea în ea (atrageți atenția asupra faptului că coada spermatozoidului cu mitocondria rămân în afara ovulului); 7 – acrozomul

asupra celulelor sexuale din afara organismului influențează diferiți factori ecologici (temperatura înaltă sau joasă, uscarea solului, razele ultraviolete etc.). Mediul acvatic într-o măsură oarecare nivelează această influență negativă. În afară de aceasta, apa facilitează deplasarea gameților masculini mobili. Ovulele deseori elimină în mediul ambiant substanțe deosebite, care îi atrag numai pe spermatozoizii de specia biologică respectivă, care evită încrucișări între specii.

Fecundația internă are loc în organele sistemului sexual feminin. Ea este caracteristică pentru majoritatea animalelor terestre (gastropode, insecte, târâtoare, păsări, mamifere), precum și pentru mulți indivizi care populează solul, rezervoarele cu apă și paraziți (viermi plăți, nematode, pești cartilaginoși etc.). Astfel, gameții evită influența negativă a condițiilor mediului, crește verosimilitatea fecundației. Fecundația internă deseori este asigurată de organele genitale deosebite, cu ajutorul cărora celulele sexuale nimeresc în organele sistemului sexual feminin.

În procesul fecundației spermatozoidul pătrunde în ovul. Aceasta poate avea loc datorită fermentilor secretați de acrozom (des. 130), mai rar – prin orificiul deosebit în membrana lui.

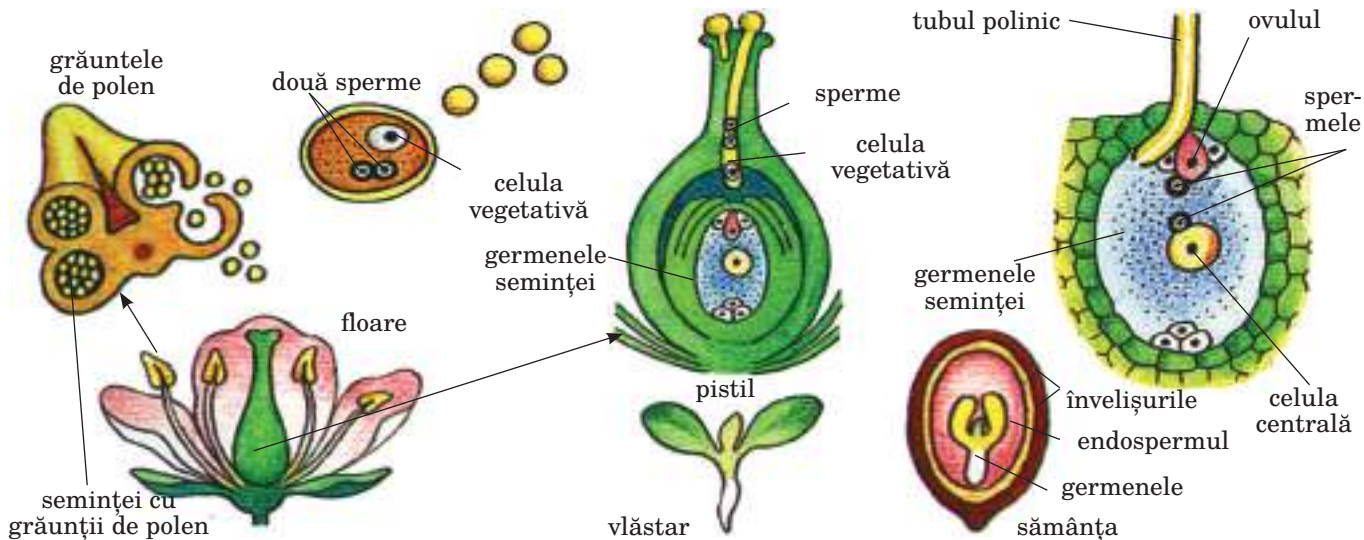
Contactul spermatozoidului și al ovulului este precedat de identificarea lor reciprocă: fecundația este posibilă numai atunci, când gameții masculin și feminin aparțin la una și aceeași specie de organisme. Substanțele biologice active ale ovulului stimulează ruperea acrozomului spermatozoidului. În rezultat, se elimină fermenti, care asigură permeabilitatea învelișului ovulului pentru gametul masculin. După pătrunderea spermatozoidului în interiorul ovulului învelișul lui devine impermeabil pentru alți spermatozoizi, nucleele ambilor gameți se contopesc. Astfel se creează zigotul. În ovulul fecundat se activează procesele schimbului și începe procesul de diviziune a lui.

Care sunt particularitățile fecundației la plante?

Amintiți-vă: algele și plantele superioare cu spori (licheni, ferigi, mușchi și tuiuri) pentru fecundație au nevoie de mediu acvatic, în care spermatozoizii se îndreaptă spre ovule. La plantele de semințe (gimnosperme și angiosperme) fecundația este precedată de procesul de polenizare. **Amintiți-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).



Memorizăm: în cazul fecundației încrucișate în ovulul fecundat se unește materialul ereditar specific ambelor părinți. Deoarece el este diferit, individual-fică, după materialul ereditar se va deosebi de fiecare părinte. Datorită acestui fapt se diversifică genofondul populației.



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 fecundație este cel al plantelor gimnosperme, care mai este numit dublu. Polenul nimereste pe stigmatul florii, sub influența substanțelor biologic active ale lui se umflă și crește în formă de tub polinic (des. 131). Substanțele biologic active ale celulelor glandelor pistilului interacționează cu compuşii învelișului extern al grăunțelii de polen, recunoscându-i compatibilitatea. Aceasta asigură încolțirea numai a polenului speciei sale.

Partea de sus a tubului polinic elimină substanțe deosebite, care înmoaie țesuturile pistilului și-i ușurează trecerea spre germenele seminței. La tubul polinic cu grăunțele de polen trec trei celule haploide – cea mare, vegetativă, și două mici – sperme. Celula vegetativă participă la formarea tubului polinic, care prin orificiul special din învelișurile germenului seminței (orificiu pentru polen) pătrunde la germenele seminței alungit.

Una din sperme se contopește 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 țesut germinal deosebit – **endospermul** (din greacă *endon* – înăuntru și *sperma* – spermă). Substanțele nutritive ale celulei endospermului servesc pentru nutriția germenului.

Crearea celulei triploide, din care cu timpul se dezvoltă endospermul, este însoțită de creșterea conținutului 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 substanțe nutritive și crește mai repede.

Care este însemnătatea biologică a fecundației? În timpul creării celulelor sexuale garnitura de cromozomi a lor se reduce în jumătate, iar în timpul fecundației – se reînnoiește. În afară de aceasta, de la fiecare pereche de cromozomi omologi una este moștenită de la un părinte, cea de a doua – de la celălalt. Deci, jumătate din materialul ereditar viitorul individ îl primește de la unul din părinți, iar cealaltă jumătate – de la al doilea părinte. De aceea, asemenea urmași se deosebesc de fiecare părinte. Excepție fac numai organismele de autoreproducere.

E interesant să știm

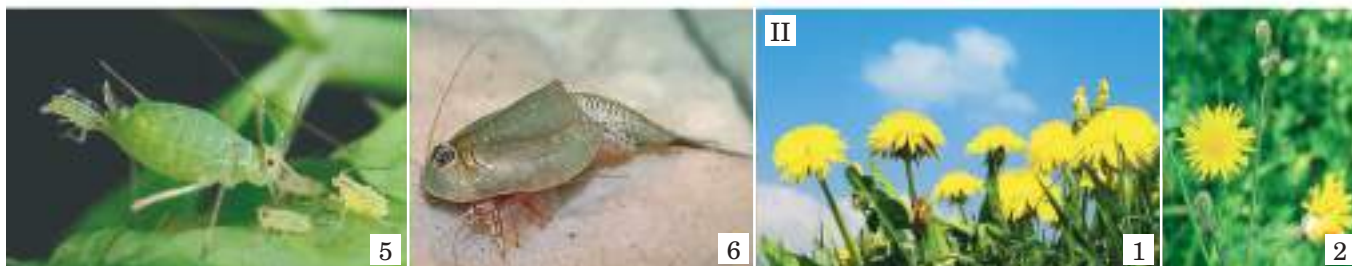
Fecundația dublă la plantele cu flori angiosperme a fost descoperită în 1898 de profesorul de la Universitatea „Sfântul Vladimir” din Kiev (actualmente „Taras Șevcenko”) **S.G. Navașin** (des. 132).



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 și este una din sursele variabilității.



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, deși mecanismul ei amintește de înmulțirea asexuală.

Pe scurt despre principalul

Fecundația este procesul de contopire a celulelor sexuale masculină și feminină cu crearea zigotului, din care se dezvoltă noul organism.

La procesul de fecundație pot participa doi indivizi ai animalelor (fecundația încrucișată) sau are loc autofecundația (la unele hermafrodite). La plantele cu semințe procesul de fecundație este precedat de procesul polenizării, care poate fi încrucișat și de autopolenizare. La animale fecundația poate fi internă (are loc în organele sistemului genital) și externă (are loc în afara organelor sistemului genital).

Pentru plantele cu flori este caracteristică fecundația dublă. În acest caz una din sperme se contopește cu ovulul, formând zigotul din care se dezvoltă germenii. Cea de a doua spermă se contopește cu celula diploidă centrală, din care cu timpul se dezvoltă țesutul germinal (endosperm), celulele cărora conțin substanțele nutritive necesare pentru dezvoltarea germenului.

Des. 133. I. Antropoide, capabile la partenogeneză: 1 – trântorii se dezvoltă din ovulul nefecundat; 2 – femela dafniilor poate depune ouă nefecundate, din care ies sau indivizi de ambele sexe, sau numai femele; 3 – fasmidele; 4 – cossaș de stepă; 5 – păduche; 6 – răcușorul triops.
 II. Plante, capabile la partenogeneză: 1 – păpădie; 2 – hieracium

Ce înseamnă partenogeneza? Deși fecundația este un înveliș caracteristic al înmulțirii pe calea sexuală, organismele-fice se pot dezvolta și din ovule nefecundate cu ajutorul partenogenezei (din greacă *partenos* – fată și *genesis* – origine).

Există organisme pentru care partenogeneza este unicul procedeu de înmulțire (unele tipuri de insecte labilia rufipes); la altele (carasul argintiu, șopârle, crustacee din *Artemia*) există populații bisexuală și partenogeneze. În ciclul vital al păduchelii și dafniei rânduirea generațiilor e ceva firesc, adică a celor care se înmulțesc pe cale sexuală și pe calea partenogenezei (des. 133. I, 2). Partenogeneza este, de asemenea, răspândită la plantele care se înmulțesc prin spori și prin semințe (des. 133. II).

Termeni și noțiuni-cheie:

autofecundația și fecundația încrucișată, autopolenizarea și polenizarea încrucișată, fecundația internă și externă la animale, fecundația dublă la plantele cu flori, partenogeneza.

Verificați-vă cunoștințele 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 și 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 și deosebit între înmulțirea asexuală tipică și partenogeneza. 3. De ce hermafroditismul, mai întâi de toate, este caracteristic pentru animalele-parazite și pentru cele ce au un mod de viață legat de un anumit loc?

§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 fice). 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-embriionară.

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-embriionară** (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-fice).

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 plăți, 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.

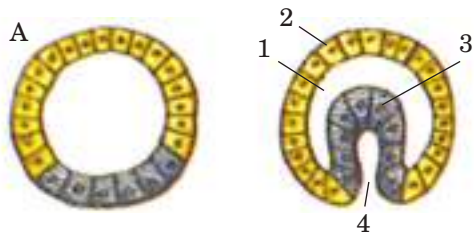


Des. 134. Organisme longevive:
I. Spongia de genul *Anoxicalix*;
II. Lichenul-hartă

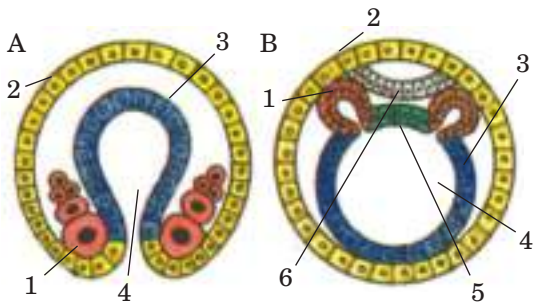


Des. 135. Stadiile dezvoltării embrionare, create în rezultatul segmentării: 1 – blastula; 2 – morula

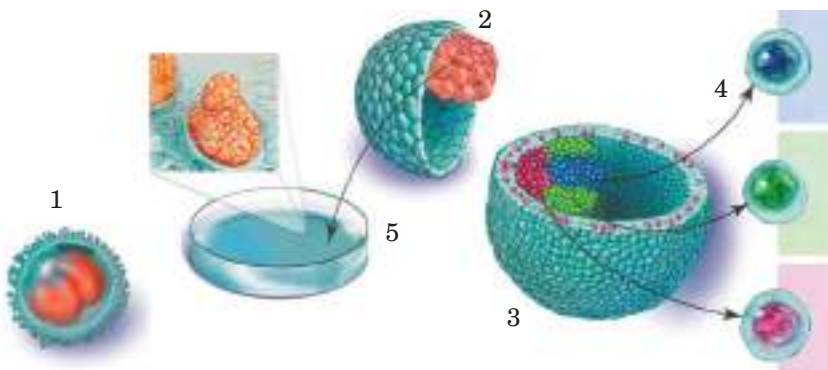
Memorizăm: diferențierea (din latină *diferentia* – diferit) apare în timpul ontogenezei diferitor tipuri de celule la început uniforme. Datorită diferențierii, celulele, cu timpul, formează diferite țesuturi și organe. Diferențierea este determinată ereditar, deoarece în celulele de diferite tipuri 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- și endoderm și 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



Des. 138. Celulele sușe: 1 – diviziunea celulelor sușe; urmașii lor (2) se diferențiază (3) și pot pune începutul celulelor diferitor țesuturi (4); 5 – celulele sușe pot fi cultivate în mediul nutritiv artificial

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 și 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 și *derma* – piele) și 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 și meduzelor. La indivizii maturi ai acestor animale corpul este alcătuit din două straturi de celule, are cavitatea primară și tubul digestiv.

La majoritatea animalelor după încheierea gastrulei între foițele embrionare externă și 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 și-au păstrat cavitatea primară – **protostome** (viermii plăți și inelați, viermii țipari, antropoidele, moluștele etc.).

În timpul formării gastrulei cu două sau trei foițe are loc **histogeneza** (din greacă *histos* – țesut și *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 biologice active etc.

Celulele care participă la histogeneza pot fi sușe, semisușe (celule-premergătoare) și diferențiate (mature). **Celulele sușe** sunt nediferențiate și 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 și 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**

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.

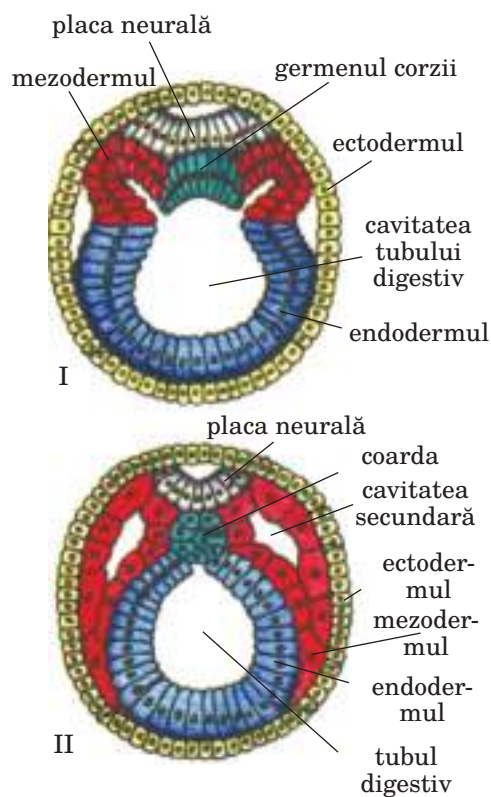
În același timp cu crearea tubului neural sub el se formează coarda și intestinele. Amintiți-vă: coarda este axa elastică a scheletului la animalele cordate. Numai la anumite grupe (peștii acipenseriformi și dipnoi etc.) ea se păstrează în decursul întregii vieți. La majoritatea coarda există numai în embrion, iar la animalele mature este înlocuită cu coloana vertebrală cartilaginoasă sau osoasă.

La formarea diferitor țesuturi, organe și sisteme ale acestora participă diferite foite 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 amfiburilor 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, epiteliiile 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.

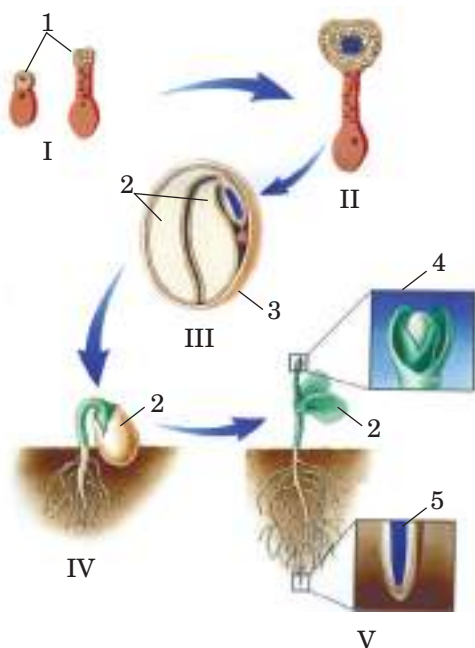
Care sunt particularitățile dezvoltării embrionare a plantelor superioare? La plantele superioare zigotul, în rezultatul diviziunii, formează țesuturile meristeme din care se formează și alte țesuturi și organe embrionare. *Amintiți-vă:* embrionul la angiosperme este compus din rădăcina embrionară și 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 germenul este o componentă a seminței, care este acoperită cu coajă și conține substanțe nutritive de rezervă.

Memorizați: procesul de creare a plăcii neurale și 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

Memorizați: orice influență negativă care dereglează mecanismele regulatorii, poate cauza defecte ale dezvoltării și chiar moartea embrionului.



Des. 140. Dezvoltarea seminței angiospermelor și încolțirea ei:
 I – etapa de început a dezvoltării embrionare (1 – germenule);
 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 vârful: 4 – al lăstarului; 5 – al rădăcinii)

Termeni și noțiuni-cheie:

ontogeneza, perioadele de dezvoltare embrionară și post-embriionară, 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?



Pe scurt despre principalul

Dezvoltarea embrionară a animalelor multicelulare începe cu segmentarea. În rezultatul ei se formează blastula sau mola.

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), semisuşe și diferențiate. Fiecare din germenule frunzelor pune începutul structurilor respective.



Memorizăm: embriionizarea dezvoltării este fenomenul când perioada embrionară continuă pe contul nutriției embrionului cu substanțe nutritive din organismul matern (mamiferele cu placenta, unii pești cu cartilaj, scorpioni) sau din ovule (târâtoarele, păsările).

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 de dezvoltări post-embriionare la animale. Cum are loc dezvoltarea post-embriionară a plantelor angiosperme? Ce înseamnă regenerația? Ce sunt hormonii, neurohormonii și fitohormonii? Ce este ciclul de viață? Ce este partenogeneza?

Dezvoltarea post-embriionară 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-embriionară: **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.

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 naște sau iese din învelișul 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 **ovoviviparitate** (la majoritatea târâtoarelor și antropoide, păsări, mamiferele care se înmulțesc prin ouă, viermii plăți etc.).

Dezvoltarea directă este caracteristică pentru hidre, cili, 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 majoritatea viermilor intestinali, plăți 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*).

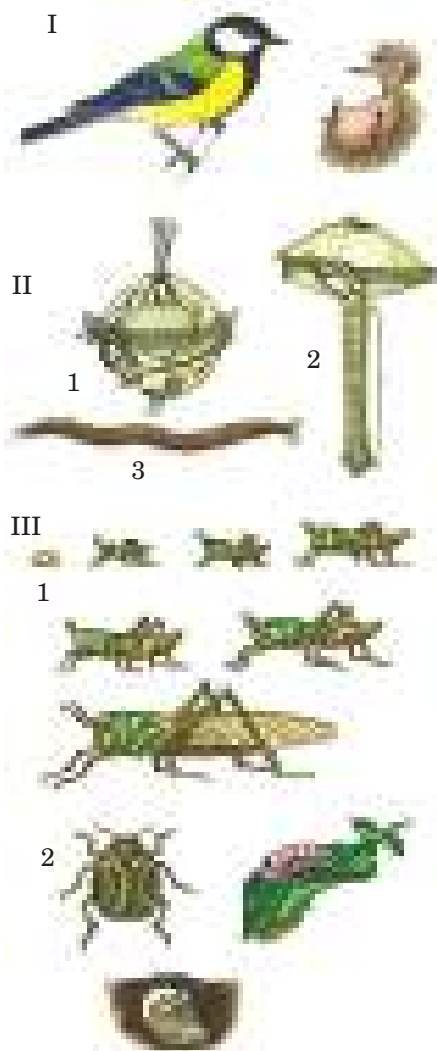
Tipul indirect de dezvoltare îndeplinește câteva funcții biologice importante, orientate la asigurarea existenței speciei. **Funcția nutritivă:** la o anumită fază de dezvoltare animalul primește cele mai multe substanțe nutritive, necesare pentru încheierea ei. **Folosirea rațională a resurselor** constă 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 viață 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 viață? Ciclurile de viață asigură existența neîntreruptă.



2

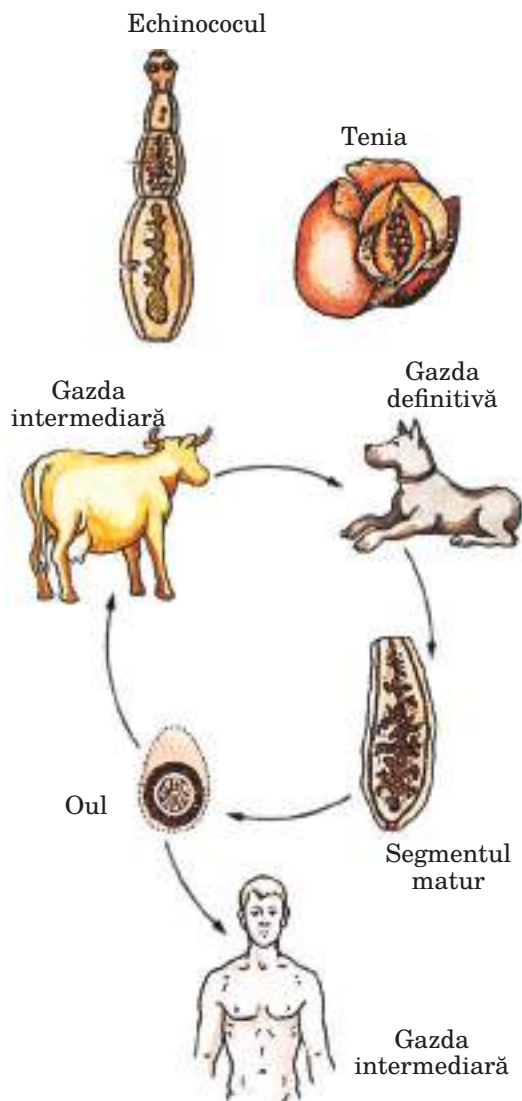
Des. 141. Animalele care mor imediat după înmulțire: 1 – insecta de o singură zi; 2 – somonul roz



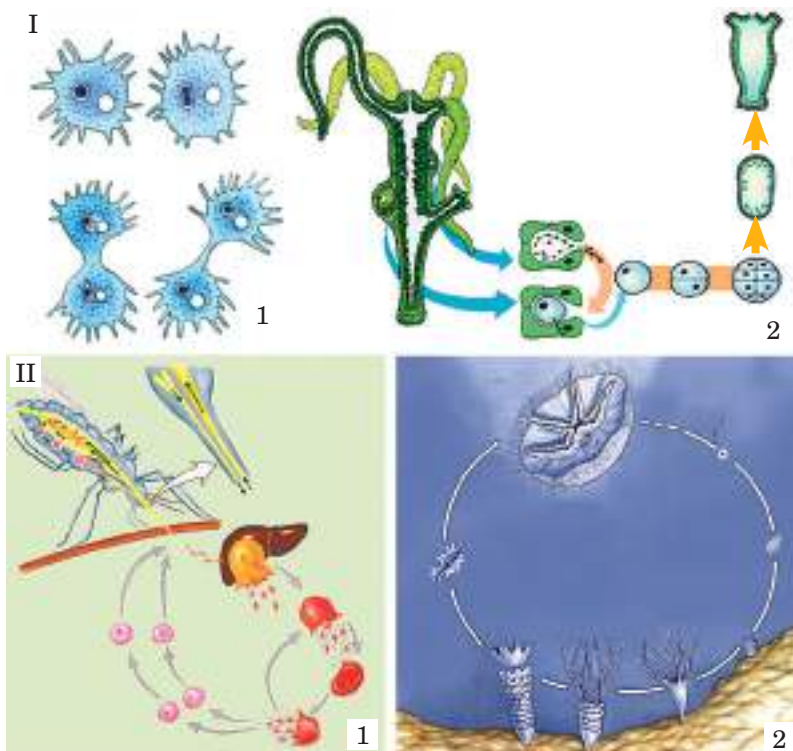
Des. 142. Animale cu tipuri de dezvoltare direct și indirect. I. Dezvoltarea directă la păsări. II. Dezvoltarea indirectă a viermelui polichetei: 1 – larva; 2 – formarea la larvă a noilor segmente; viermele matur. III. Dezvoltarea indirectă la insecte: 1 – cu transformarea parțială; 2 – cu transformarea totală

Memorizăm: ciclul de viață este perioada ce cuprinde aceleași faze de dezvoltare a două sau mai multe generații succesive.

Memorizăm: ciclurile de viață complexe cu rânduirea generațiilor, care se înmulțesc pe căi diferite (de exemplu, sexuată și asexuată) asigură capacitatea speciei de a menține numărul populației în diferite condiții ale mediului ambiant.



Des. 144. Ciclul de viață al echinococului. **Temă.** Descrieți-l, folosind cunoștințele obținute în clasa a 7-a



Des. 143. Ciclurile de viață: I. Simple: 1 – amoeba proteus; 2 – hidrele. II. Complexe, care prevăd rânduirea generațiilor sexuate și asexuate. 1. Ciclul de viață a Plasmodium malariae. 2. Ciclul de viață a aureolei. **Temă.** Folosind cunoștințele la lecțiile de biologie în clasa a 7-a, amintiți-vă detalii ale acestor cicluri.

Ciclurile de viață sunt simple și complexe. În timpul **ciclurilor de viață simple** nu are loc schimbarea firească a diferitor generații (de exemplu, sexuate și asexuate) și organismele nu sunt supuse unor schimbări însemnate. Acestea sunt ciclurile de viață ale multor animale unicelulare, hidrei, viermilor țipari, moluștelor, animalelor cordate (des. 143. I).

Pentru **ciclurile de viață complexe** este caracteristică rânduirea diferitor generații, fiecare dintre ele deosebinduse de altele prin particularitățile structurii, ontogenezei, garnitura de cromozomi, procedul de înmulțire etc. (des. 143. II). De exemplu, la unele alge brune și roșii și la plantele superioare cu spori se schimbă generațiile sexuate (de cele mai multe ori haploide) și asexuate (de cele mai multe ori diploide). În ciclul de viață a multor animale unicelulare (foraminifere, Plasmodium malariae) și la unele multicelulare, de asemenea, se observă rânduirea firească a generațiilor, care se înmulțesc pe cale sexuată și asexuată.

E interesant să știm

Generațiile sexuate și asexuate se rânduiesc în ciclurile de viață ale unor astfel de paraziți ai omului și animalelor ca echinococul și alveococul. La stadiul de larvă al acestor viermi, numită tenie, pe calea înmulțirii asexuate se formează noi capsule – capul parazitului cu organele de fixare (des. 144). Capsulele alveococului se pot desprinde de masa generală și prin sânge pot nimeri în alte organe, care se aseamănă cu crearea metastazelor în cazurile bolilor oncologice.

Lipsa tratamentului poate cauza moartea gazdei. Omul se poate molipsi de echinococ și alveococ, contactând cu câinii vagabonzi, pe blana cărora pot rămâna multe ouă ale acestor paraziți.

În ciclul de viață la viermii plăți, unele animale antropoide (puricele de baltă, afida etc.) se rânduiesc generațiile, care se înmulțesc pe calea sexuată și asexuată. Rânduirea generațiilor sexuate și partenogenetice are o mare însemnătate biologică pentru ființele care trăiesc în condițiile variabile ale mediului și nu sunt capabile să supraviețuiască în perioade nefavorabile în stare activă. Înmulțirea sexuată asigură existența neîntreruptă a speciei, iar partenogeneza oferă posibilitatea în măsură deplină să folosească perioadele favorabile la înmulțirea rapidă a numărului populației.

Termeni și noțiuni-cheie:

dezvoltarea directă și indirectă, cicluri de viață simple și complicate.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Prin ce se caracterizează dezvoltarea directă? 2. Ce este dezvoltarea embrionară și care este însemnătatea ei biologică? 3. Ce funcții importante pentru existența speciei îndeplinește faza de larvă a dezvoltării? 4. Care cicluri de viață sunt numite simple și complexe? 5. Care variante ale rânduirii generațiilor sunt cunoscute în ciclurile de viață complexe ale animalelor și plantelor?

Chibzuiți



La plantele cu flori se rânduiesc generațiile sexuate și asexuate. Chibzuiți prin ce se caracterizează fiecare din aceste generații.



Pe scurt despre principalul

Dezvoltarea post-embriionară a animalului și omului cuprinde perioada care începe după naștere sau după ieșirea din ou și durează până la moarte. Ea poate fi directă sau indirectă. În cazul dezvoltării directe se naște organismul tânăr, care se aseamănă cu cel matur, dar este de dimensiuni mai mici. În cazul dezvoltării indirecte individul tânăr (larva) se deosebește de individul matur prin particularitățile structurii și procesele vitale.

Ciclul de viață este perioada între aceleași 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 și complexe. În cazul ciclurilor de viață simple toate generațiile următoare nu se deosebesc între ele după structura și particularitățile ontogenezei. Ciclurile de viață complexe sunt realizate prin rânduirea diferitor generații, fiecare dintre ele se deosebește una de alta prin particularitățile structurii, ontogeneza, garniturile de cromozomi, procedeele de înmulțire etc.

TEST PENTRU ÎNTĂRIREA CUNOȘTINȚELOR

Alegeți din răspunsurile propuse pe cel corect

1. Numiți stadiul gametogenezei la care are loc meioza: a) înmulțirea; b) creșterea; 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 numește înmulțirea organismelor pe contul separării părților multicelulare: a) sexuată; b) vegetativă; c) partenogenetă; d) poliembrionia.
4. Cum se numește înmulțirea pe contul contopirii gameților: a) copulație; b) vegetativă; c) partenogenetă; d) conjugare?
5. Numiți grupa de plante pentru care este caracteristică fecundația dublă: a) mușchi; b) ferigi; c) gimnosperme; d) angiosperme?
6. Numiți grupa de animale pentru care este caracteristic dezvoltarea directă: a) insecte; b) pești cartilagiноși; c) pești osoși; 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?

Creați perechi logice

14. Stabiliți corespunderea între stadiile gametogenezei la mamifere și evenimentele care au loc în timpul lor.

- | | |
|---------------|---|
| 1 înmulțirea | A comprimarea citoplasmei spermatozoizilor, formarea părții învelișurilor externe ale ovulelor |
| 2 creșterea | B diviziunile mitotice succesive ale celulelor sexuate primareosztódása |
| 3 maturizarea | C mărirea dimensiunilor celulelor |
| 4 formarea | D meioza |

13. Stabiliți corespunderea între fazele mitozei și 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 învelișului nucleic |
| | E dispariția nucleolilor |

14. Stabiliți corespunderea între fazele meiozei și 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 și 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 învelișul 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. Procedul prin care se autodublează molecula de ADN este numit semiconservator. Explicați de ce.

22. Ce este comun și deosebit la crearea spermatozoizilor (spermelor) și ovulelor la mamifere și la plantele cu flori?

23. Ce este comun și diferit la procedul vegetativ și la alte procedee de înmulțire asexuată?

24. De ce la animalele terestre predomină fecundația internă? Argumentați răspunsul.

25. Care este legătura între histogeneză și organogeneză?

26. Care sunt funcțiile generațiilor sexuate și asexuate în timpul ciclurilor de viață complexe?



CAPITOLUL 5. LEGITĂȚILE MOȘTENIRII CARACTERELOR

În această temă veți afla despre:

- proprietățile de bază ale eredității;
- rolul genotipului și al factorilor mediului în formarea fenotipului organismelor; metodele clasice de cercetări genetice;
- fenomenul moștenirii înlănțuite; teoria cromozomială a eredității;
- genetica sexului și moștenirea, înlănțuită cu sexul;
- formele variabilității organismelor; tipurile mutațiilor, cauzele și urmările lor;
- bolile ereditare ale omului și consultarea genetică;
- metodele moderne ale geneticii moleculare.

§29. GENETICA ESTE ȘTIINȚA DESPRE PARTICULARITĂȚILE EREDITĂȚII ȘI 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 plasmatică? 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 și particularitățile dezvoltării individuale la urmași.

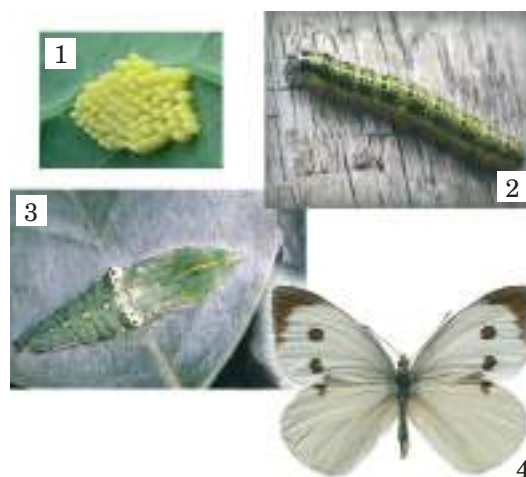
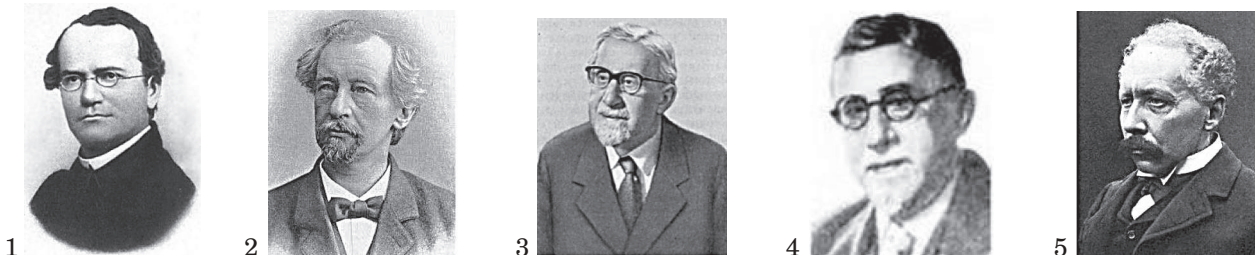


Fig. 145. Fazele de dezvoltare ale fluturului: oul (1) – omida (2) – pupa (3) – fluturele adult (4).

Temă: Explicați, cum se modifică organismul fluturului la fiecare fază de dezvoltare

Memorizăm: variabilitatea este capacitatea organismelor de a dobândi noi caractere în procesul dezvoltării individuale.



Des. 146. Savanții care au stat la originea geneticii: 1. **Gregor Johann Mendel** (1822–1884), preot și cercetător ceh, a stabilit legăturile 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** (1861–1926) – 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 legăturile distribuției ale fenelor în populațiile de organisme de diferite specii.



Des. 148. Formele de primăvară (1) și de vară (2) ale flutirelui 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. Bateson (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 flutirelui de urzici. Dacă flutirelele 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 flutirelui 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 **dominantă**. 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,

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*.

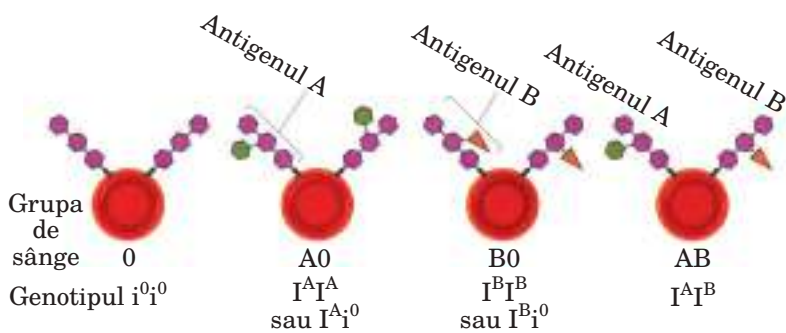
Indivizii, în genotipurile cărora sunt două alele diferite – una dominantă (**A**) și alta – recesivă (**a**) sunt numiți *heterozigoți*.

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 **I^A** și **I^B**, iar alela **i⁰** este o formă inactivă a genei corespunzătoare. Alela **I^A** și **I^B** complet domină față de alela **i⁰**, astfel ca oamenii cu genotip **I^Ai⁰** sau **I^Bi⁰** se manifestă numai alelele dominante și se formează grupa a doua (**A**) sau a treia (**B**) respectiv de sânge. Însă alelele **I^A** și **I^B** nu domină una față de alta. La omul, în genotipul căruia se află alelele **I^A** și **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, hibridi 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 *letal* (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* – aceleași și *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

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 *recessus* – îndepărtare).

Memorizăm: participarea ambelor gene alele la determinarea unei variate a caracterului organismului heterozigot se numește codominanță (din lat. *co* – împreună și *dominantis*).

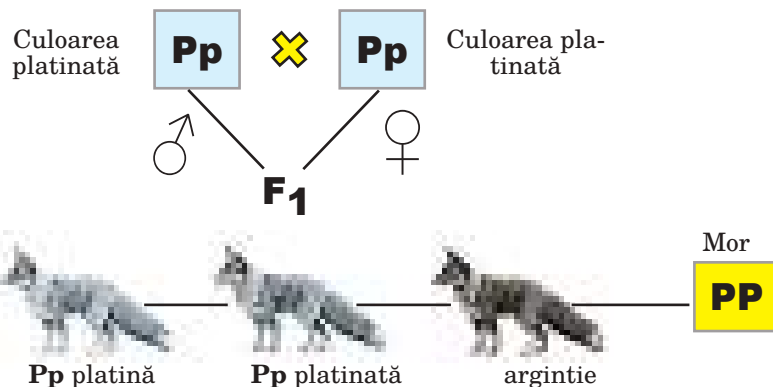
Memorizăm: heterozigot (din gr. *heteros* – altul) reprezintă celula sau un individul cu un set diploid sau poliploid de cromozomi, cromozomi omologi ale căruia transportă diferite alele ale anumitei gene.

Pe scurt despre principalul

Fenomenele eredității și variabilității sunt studiate de știința genetica, data nașterii a căreia este considerat anul 1900.

În rezultatul interacțiunii genotipului cu factorii mediului se formează fenotipul – totalitatea tuturor caracterelor și 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 numește „dominanță”. Dacă în genotip indivizilor diploizi sunt prezente două alele identice, ei sunt numiți „homoziгоți”, iar dacă alelele diferă - „heterozigoți”. Dacă la formarea unei anumite variante a caracterului participă ambele gene alele, un astfel de fenomen se numește „codominanță”. Alelele letale, manifestându-se în fenotip, duc la moartea organismului la o anumită etapă a dezvoltării lui.

Memorizăm: încrucișarea este o combinație a materialului genetic de la diferiți indivizi într-unul singur.



Des. 152. Moștenirea culorii platinată a blănii în vulpi

Termeni și noțiuni-cheie:

ereditate, variabilitate, gene alele, variante dominantă și recesivă ale caracterului, homoziгоt, heterozigot, genotip, fenotip, caracterul intermediar al moștenirii.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Ce este ereditatea și variabilitatea? 2. Explicați sensul noțiunii „caracter” și al variantelor lui. 3. Dați exemple de caractere cantitative și 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 homoziгоte și heterozigoate? 7. Ce este comun și prin ce diferă în fenomenele de codominanță și caracter intermediar de moștenire?

Chibzuiți



A fost determinată o legitate generală biologică, conform căreia heterozigoții sunt mai viabili decât homoziгоții. Gândiți-vă de ce.

§30. METODELE DE CERCETARE GENETICĂ

Amintiți-vă, cum decurge divizarea celulară mitotică și meiotică. Care sunt particularitățile structurii cromozomilor? Ce este genotipul și fenotipul? Ce este populația? Ce studiază știința sistematică? Care unități taxonomice sunt folosite în taxonomia animalelor și plantelor?

Ce metode utilizează geneticienii în cercetările sale? Printre primele metode aplicate în cercetările genetice a fost **metoda hibridologică**. Ea constă în încrucișarea (hibridizarea) organismelor, care se deosebesc după anumite stări ale unuia sau mai multor caractere. Urmașii, obținuți în rezultatul acestor încrucișări sunt numiți **hibrizi** (din latină *hibrida* – amestec). Pe hibridizare se bazează **analiza hibridologică** – cercetarea modului de moștenire a stării caracterului cu ajutorul sistemului de încrucișare. Pentru aceasta printre urmași sunt numărați indivizii cu un anumit fenotip, care au fost obținuți în rezultatul încrucișării.

Încrucișarea poate fi monohibridă, dihibridă sau polihibridă. **Încrucișarea monohibridă** este hibridizarea formelor parentale, care se deosebesc după diferite variante ale anu-

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 aceeași 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 alela 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 este 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 înscrise 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 **F₁** (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



Fenotipul

1

Genotipul Aa



Fenotipul

2

Genotipul aa



Fenotipul

3

Des. 153. Genotipurile și fenotipurile a trei plante de mazăre de grădină au corolă culoare violetă (1, 2) și albă (3).

Memorizăm: încrucișarea analizatoare se bazează pe faptul, că indivizii, homozigoți după o alelă recesivă a unei gene specifice, au întotdeauna doar o anumită variantă a fenotipului și formează gameți de același tip.

Memorizăm: dacă în urma încrucișării analizoare printre descendenți se manifestă segregarea în raportul de 1 : 1 după fenotip, atunci individul, a cărui genotip a fost determinat, a fost heterozigot.

Memorizăm: conform Declarației drepturilor omului și a diverselor acorduri internaționale, este interzisă orice intervenție în informația ereditară a omului prin diferite metode experimentale de cercetare, chiar dacă au scopuri binefăcătoare. Acest lucru se datorează faptului, că o astfel de intervenție poate avea urmări neprevăzute.

Deci, dacă printre urmași, obținuți în rezultatul încrucișării analizoare, 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 încrucișării ar fi decurs astfel:

♀/♂	a	a
A	Aa	Aa
a	aa	aa

Încrucișarea de analiză în selecție dă posibilitatea de a determina genotipul indivizilor, care urmează să fie folosiți pentru obținerea urmașilor cu un anumit fenotip.

Metoda genealogică constă în studierea genealogiei organismelor pentru a urmări caracterul moștenirii diferitelor variante ale anumitor caractere la mai multe generații. În genetica medicală sau în selecție cu ajutorul metodei genealogice este determinat genotipul indivizilor și calculată posibilitatea apariției unei sau altei variante ale caracterului la viitoarele generații. 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 aceeași generație sunt puse într-un sigur rând, fiind unite între ele cu linii orizontale, iar semnele strămoșilor și urmașilor – prin linii verticale. Semnele indivizilor, care au caracterul studiat (de exemplu, sunt bolnavi), sunt vopsite. Cu cât mai multe generații de oameni sau de alte organisme conține arborele genealogic, cu atât el este mai deplin și rezultatele analizei genealogice sunt mai exacte. Astfel, metoda genealogică include două etape principale: alcătuirea a genealogiei și efectuarea analizei genealogice a moștenirii anumitor variante ale caracterelor.

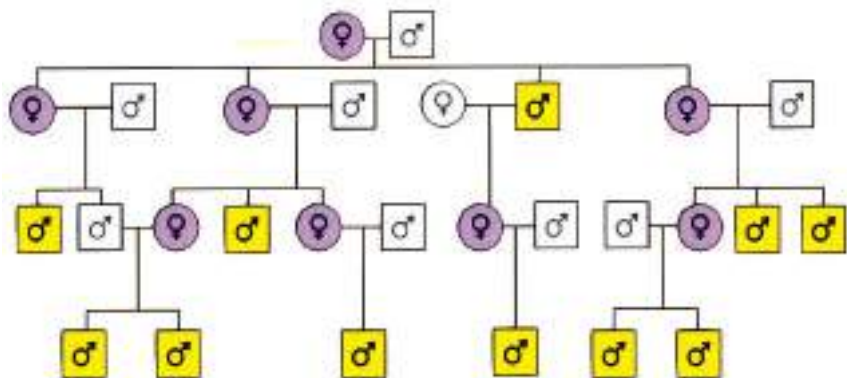
În desenul 154 este prezentată o parte a arborelui genealogic al reginei Angliei Victoria, printre urmașii căreia au fost și împăraii ai Rusiei. După figură putem urmări moștenirea unei boli ereditare periculoase – hemofilia, adică incapacitatea sângelui de a se coagula (*amintiți-vă* de factorii, care favorizează procesul de coagulare a sângelui).

Metoda populațional-statistică ne oferă posibilitatea să stabilim structura genetică a populației, adică care alele posibile din toate genele organismelor de anumită specie se întâlnesc în populația dată, cât de frecvent și în cum se combină. Această metoda este aplicată și în genetica medicală



Regina Victoria

Prințul Albert



Des. 154. O parte din genealogia Reginei Victoria:

- ♂ – bărbat sănătos;
- ♂ (galben) – bărbat, care suferă de hemofilie;
- ♀ – femeie sănătoasă;
- ♀ (cu cerc) – femeie purtătoare a alelei recesive, care determină boala

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 monoziгоți, deoarece au același genotip (*amintiți-vă*, cum apar gemenii monoziгоți). Cercetarea unor astfel de organisme permite să fie clarificat rolul factorilor mediului în formarea fenotipului. La gemenii monoziгоți deseori se manifestă boli comune: astma bronhială, rujeola (coincidența de peste 90%), schizofrenia, diabetul zaharat (circa 50%), tuberculoza (peste 50%) etc.

Metoda dermatoglică se bazează pe studierea reliefului pielii de pe vârful 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).

Termeni și noțiuni-cheie:

hibridizare, hibridi, încrucișare analizoare, 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-

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). Alela recesivă, care provoacă **albinismul** (lipsa congenitală 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



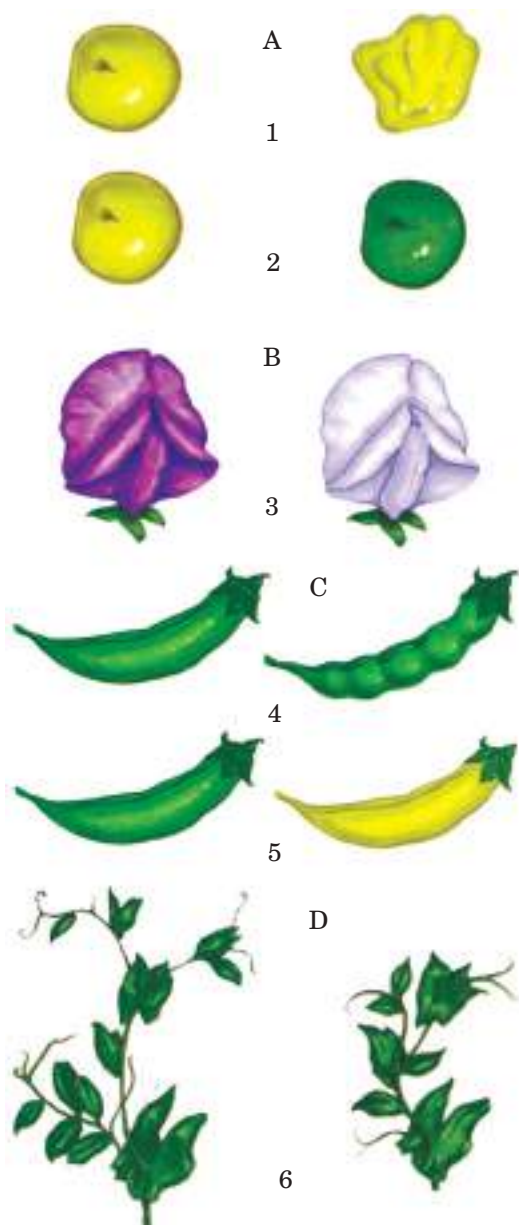
Des. 156. Relieful pielii de pe vârful degetelor este unic pentru fiecare om



Pe scurt despre principalul

În studiile genetice sunt utilizate diverse metode, principalele fiind cele hibridologică, genealogică, citogenetică, populațional-statistică, biochimică, a gemenilor, dermatoglică etc.

Genotipul indivizilor hibridi poate fi determinat prin analiza încrucișării: încrucișarea individului cu fenotip dominant (a cărui genotip trebuie stabilit) cu un individ homozigot după alela recesivă.



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 – boabe bombate sau cu strangulații; 5 – boabe de culoare verde sau galbenă;
D. Tulpina: 6 – lungă sau scurtă

Memorizăm: liniile pure reprezintă urmașii genetic uniformi a unui individ, homozigote după genele cercetate. Ei sunt obținuți în urma autofecundăției la plante sau încrucișării 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 monoziгоți s-au căsătorit cu femei – tot gemeni monoziгоți. Vor fi oare astfel de asemănători între ei copiii din aceste familii, ca și gemenii identici? Argumentați răspunsul.

Proiect didactic:

Alcătuirea genealogiei sale, sau genealogiei familiei unor oameni celebri și demonstrarea moștenirii unor caractere (la alegerea profesorului).

§31. LEGITĂȚILE EREDITĂȚII, CARE AU FOST STABILITE DE G. MENDEL. CARACTERUL STATISTIC AL LEGITĂȚILOR GENETICE ȘI 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

de aceasta, rezultatele cercetărilor erau prelucrate de G. Mendel prin metode statistice, calculând în fiecare generație de hibridi numărul urmașilor cu unele și aceleași variante ale caracterelor (*amintiți-vă*, cum se numesc aceste metode).

Aceasta a dat posibilitate să se stabilească legițele transmiterii diferitor variante ale caracterelor ereditari într-o serie de generații de hibridi, care se înmulțesc pe cale sexuală.

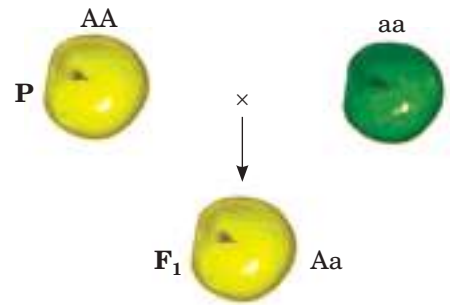
Care legiți ale moștenirii caracterelor le-a stabilit G. Mendel? Cercetările sale G. Mendel le-a început cu **încrucișarea monohibridă**: el a încrucișat două linii pure de mazăre de grădină, care se deosebeau după culoarea semințelor – erau respectiv de culoare galbenă și verde (**P** – formele parentale). Semințele, pe care le-au format urmașii de la această încrucișare (**F₁** – hibridii primei generații) s-au dovedit a fi uniforme – de culoare galbenă (des. 158). Astfel G. Mendel a stabilit **legea uniformității hibridilor din prima generație**: în fenotipul hibridilor 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 hibridii din prima generație și le-a încrucișat între ele. Urmașii lor (hibridii de generația a doua – **F₂**) au produs 8023 de semințe, din care 6022 au fost de culoarea galbenă, iar 2001 – de culoarea verde. Astfel, printre semințele, produse de hibridii de generația a doua, au apărut din nou semințe de culoarea verde (variantea recesivă a caracterului), care au constituit 1/4 din numărul total al semințelor, atunci când partea de semințe de culoarea galbenă (variantea 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 hibridilor din prima generație se observă **fenomenul segregării caracterelor**: la 1/4 din hibridii din generația a doua se manifestă în fenotip varianta recesivă a caracterului, iar la 3/4 – varianta dominantă (fig. 159).

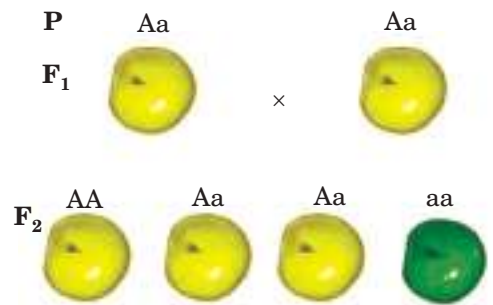
G. Mendel a urmărit moștenirea variantelor dominate și recesive ale caracterelor și în următoarele generații de hibridi, (des. 160). El a atras atenția la faptul, că din semințele de culoare verde cresc plante, care în cazul autopolenizării produc fac semințe numai de culoare verde. Iar plantele, care 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).



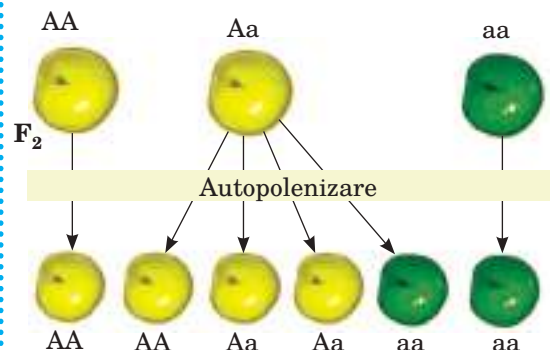
Des. 158. Încrucișarea monohibridă: manifestarea legii uniformității a hibridilor din prima generație

Memorizăm: încrucișând liniile pure de mazăre, G. Mendel a obținut primit forme heterozigote (hibride). Deci, el a aplicat metoda hibridologică de cercetare.

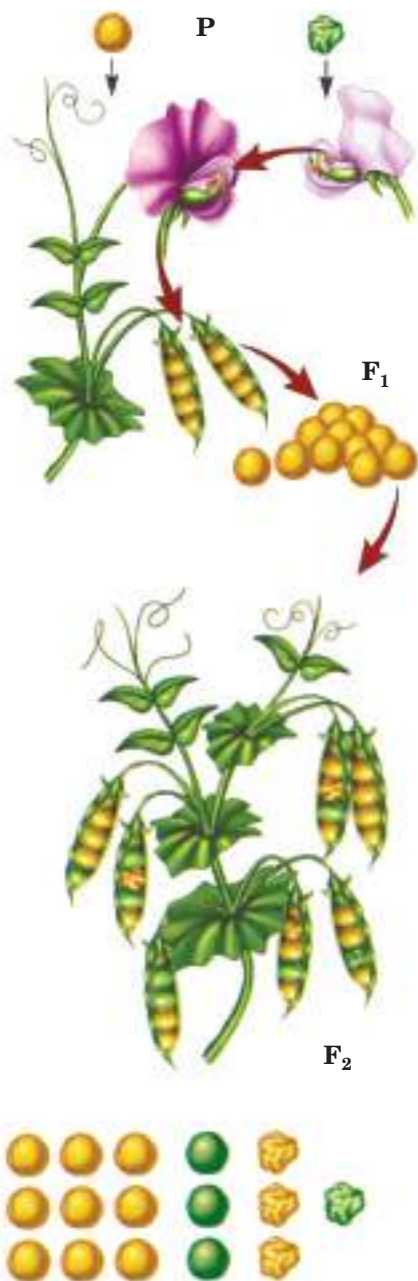


Des. 159. Manifestarea legii segregării

Memorizăm: segregarea reprezintă manifestarea ambelor variante ale caracterului (atât celei dominante, cât și celei recesive) la urmașii indivizilor hibridi.



Des. 160. Segregarea după genotip și fenotip la urmașii din a doua generație de hibridi de mazăre de grădină în cazul autopolenizării



Des. 161. Manifestarea legii combinării independente a caracterelor. Segregarea după fenotip al caracterelor la mazărea de grădină (culoarea și structura suprafeței semințelor) în cazul încrucișării dihibride la hibridii din a doua generație (F_2)

Memorizăm: alelele unei anumite gene în timpul combinării într-un zigot după fecundare nu se amestecă și sunt transmise la următoarea generație într-o formă „pură”.

Hibridii obținuți din prima generație (F_1) au format numai semințe galbene cu suprafața netedă (variantele dominante ale ambelor caractere cercetate). Astfel, G. Mendel a studiat manifestarea legii uniformității hibridilor din prima generație.

Încrucișând hibridii din prima generație între ei, G. Mendel a stabilit la hibridii din a doua generație (F_2) patru grupe fenotipice în următorul raport: aproximativ 9 părți de plantele au produs semințe de culoare galbenă cu suprafață netedă (315 semințe), 3 părți – de culoare galbenă cu suprafață zbârcită (101 semințe), 3 părți – de culoare verde cu suprafață netedă (108 semințe) și 1 parte – de culoare verde cu suprafața zbârcită (32 de semințe). Astfel, genele, care determină culoarea semințelor și caracterul suprafeței lor sunt moștenite independent. Dar de ce la hibridii din a doua generație au apărut noi variante ale fenotipurilor, necaracteristice formelor parentale?

Pentru a explica rezultatele obținute, G. Mendel a urmărit moștenirea diferitelor variante ale fiecărui caracter luat aparte. Raportul semințelor de diferite culori, obținute de la hibridii din a doua generație, s-a dovedit a fi următorul: 12 părți din semințe erau de culoarea galbenă, iar 4 – de culoarea verde. Deci, segregarea după culoare, ca și în cazul încrucișării monohibride, a constituit 3 : 1. Același lucru el a observat și la separarea după caracterului suprafeței semințelor: 12 părți din semințe aveau suprafață netedă, iar 4 părți – zbârcită. Astfel, segregarea după caracterul suprafeței semințelor, de asemenea, a fost în raportul de 3 : 1.

Pe baza rezultatelor obținute G. Mendel a formulat **legea combinării independente a caracterelor**: la încrucișarea di- sau polihibridă segregarea după fiecare caracter are loc independent una de alta. Adică, în cazul încrucișării dihibride în condiția dominanței complete a unei din alelele genelor, prezintă, de fapt, două încrucișări monohibride, ce se suprapun, în cazul celei trihibride – respectiv trei încrucișări etc.

Care sunt bazele citologice și caracterul statistic al legilor eredității? Ipoteza înaintată de G. Mendel cu timpul a fost confirmată experimental. Conform ei gameții organismului hibrid diploid (heterozigot) sunt „puri”, adică, fiecare din gameții lui are numai o singură alelă a unei anumite gene și nu poate concomitent purta două sau mai multe alele. Aceste concepții ale lui G. Mendel au fost dezvoltate de geneticianul englez W. Betson (vezi des. 146, 5). Ele au fost numite **legea (ipoteza) purității gameților**.

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 cantități egale (50 % cu alelă dominantă și 50 % cu alelă recesivă). Cu ajutorul desenului 162 să urmărim comportarea cromozomilor omologi în mitoză în timpul încrucișării monohibride la mazărea de grădină. Unul din acești 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 conține numai o singură genă.

Cromozomul cu alelă dominantă (**A**) este însemnată în figură cu culoare galbenă, iar cu alelă recesivă (**a**) – cu culoare verde. Urmașii, obținuți de la încrucișarea indivizilor

homoziгоți 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 pot 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 (homoziгоți 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 (homoziгоți cu alele recesive – **aa**). După fenotip $\frac{3}{4}$ formate de hibrizii din a doua generație, vor avea culoarea galbenă (homoziгоții după alela dominantă și heterozigoții), iar $\frac{1}{4}$ – culoarea verde (homoziгоții după alela recesivă).

Să înscriem cu ajutorul grilei lui Punnett mersul încrucișării indivizilor parentali, homoziгоți 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

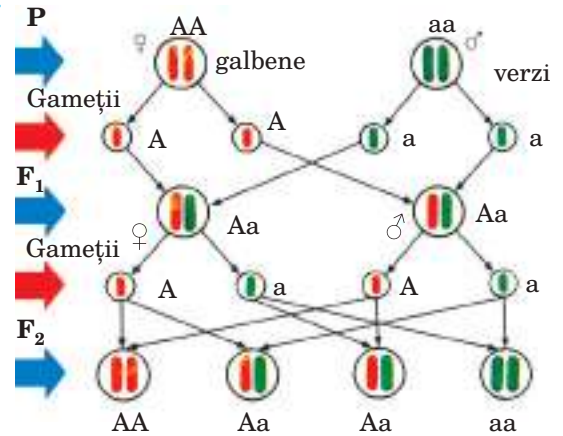
Astfel, printre hibrizii din a doua generație este posibilă formarea a trei variante ale genotipului: **AA**, **Aa** și **aa**. Cu condiția dominanței complete a alelei dominante față de cea recesivă, ele vor determina două variante ale fenotipului.

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:

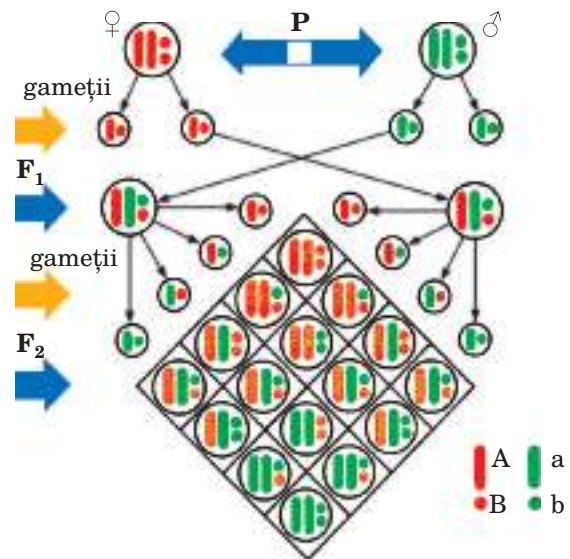
linii pure, recombinanție, legile uniformității hibrizilor primei generații, segregării, combinării independente a caracterelor, purității gameților.



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: urmașii obținuți în urma încrucișării indivizilor, homoziгоți după alelele dominante și 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



Memorizăm: recombinția (din latină. *re* – prefix, care înseamnă re-*Ă*facerea, repetarea acțiunilor, și *combinatio* – combinare) este o nouă combinație de alele ale de gene diferite în gameții hibridilor, 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 și-a efectuat experimentele de hibridizare cu mazărea de bucătărie. El a stabilit legile fundamentale ale eredității. Legea uniformității hibridilor din prima generație (legea dominanței) afirmă: în fenotipul hibridilor primei generații se manifestă doar una din două variante a caracterului – și anume, cea dominantă. Legea segregării: la încrucișarea reciprocă a hibridilor primei generații printre urmașii lor se manifestă fenomenul segregării caracterelor – la 1/4 de urmași din a doua generație de hibridi apare varianta recesivă a caracterului, iar la 3/4 – cea dominantă. Legea combinării independente a caracterelor: la încrucișarea di- sau polihibridă are loc segregarea independentă după fiecare caracter aparte.

Bazele citologice și 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 și 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 și în mod normal nu pot nimeri într-o celulă.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Cum sunt create liniile pure? 2. Formulați legea uniformității hibridilor din prima generație. Se adeverește oare ea la încrucișarea 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 recombinției?

Chibzuiți



Una din formele de înmulțire asexuală este cea vegetativă. Chibzuiți, de ce la acest tip de înmulțire nu se observă segregarea caracterelor la urmași.

LUCRAREA PRACTICĂ 3

Alcătuirea schemelor de încrucișare

Scopul: rezolvând probleme genetice tipice (la încrucișare mono- și dihibridă), de se învățat a alcătui schemele încrucișării.

Exemple de rezolvare a problemelor

Problema 1. La tomate alela formei sferice a fructului (**A**) este dominantă față de alela piriformă (**a**). De la încrucișarea plantelor care formează fructe sferice, s-au format 489 arbuști, care formează fructe sferice, și 183, care formează fructe piriforme. Determinați genotipurile formelor parentale și a urmașilor.

Algoritmul rezolvării problemelor la încrucișarea monohibridă

1. Deoarece de la încrucișarea tomatelor, care formează fructe sferice, s-au obținut urmași, ce produc fructe cum sferice, așa și piriforme, noi putem presupune, că aceste plante sunt heterozigote (cu genotipul **Aa**).

2. Analizăm caracterul segregării hibridilor primei generații (F_1): 489 de arbuști, care formează fructe sferice (fenotip dominant), și 183 arbuști, care formează fructe piriforme (variantea recesivă), constituie aproximativ 3:1.

Înscriem mersul încrucișării:

P (părinții) ♀ **Aa** × ♂ **Aa**
Gameții **A a** **A a**
F₁ (hibridi din prima generație) **AA Aa Aa aa**

Să reținem: prima este scrisă alela dominantă, apoi cea recesivă.

Înscriem tot aceeași 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 încrucișării indivizilor heterozigoți (**Aa** × **Aa**).

* **Problema 2.** La mazărea de grădină gena alelă, care determină culoarea galbenă a semințelor (A) este dominantă față de alela, care determină culoarea verde (a), iar alela, care determină suprafața netedă a semințelor (B), – față de alela, care determină suprafața zbârcită (b). Ambele gene (culorii semințelor și structurii suprafeței) sunt localizate în cromozomi neomologi și, prin urmare, se moștesc independent unul față de altul. Selecționatorii au încrucișat între ele plantele cu semințe galbene și suprafață netedă. În roada obținută de la această încrucișare au fost 36 124 de semințe galbene cu suprafață netedă, 11 954 – de culoare galbenă cu suprafață zbârcită, 12 232 – verzi cu suprafață netedă și 4101 semințe verzi cu suprafața zbârcită. Determinați genotipurile formelor parentale și ale urmașilor.

Algoritmul rezolvării problemelor la încrucișarea dihibridă

1. Deoarece la încrucișarea plantelor, semințele cărora au același 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 și verzi cu suprafața zbârcită), și putem presupune, că plantele inițiale au fost heterozigote cum după gena culorii semințelor, așa și după gena structurii suprafeței.

2. Analizăm natura segregării la hibridii primei generații (F_1): 36124 de semințe galbene cu suprafața netedă, 11 954 – galbene cu suprafața zbârcită 12 232 - verzi cu suprafața netedă și 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, înscrinem mersul încrucișării:

P (părinți) ♀ **AaBb** × ♂ **AaBb**
 Gameții **AB Ab aB ab** **AB Ab aB ab**

F_1 (hibridii 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

Aceeași înscrinem 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 și suprafața netedă a semințelor (9 părți din numărul total de semințe), genotipurile **AAbb, Aabb** – culoarea galbenă și suprafața zbârcită a semințelor (3 părți din numărul total de semințe) **aaBB, aaBb** – culoarea verde și suprafața netedă a semințelor (3 părți din numărul total de semințe), **aabb** – culoarea verde și suprafața 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 încrucișarea indivizilor heterozigoți după ambele gene (diheterozigoți): ♀ **AaBb** × ♂ **AaBb**.

Problema 3. La tomate alela 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 hibridii din prima generație (F_1) au avut tulpina înaltă, iar în a doua generație (F_2) au obținut 19651 indivizi cu tulpină înaltă și 6237 – cu tulpină joasă. Determinați genotipurile formelor parentale, ale hibridilor 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 moștesc, 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.

Au fost încrucișate două linii pure: plante cu tulpină înaltă și fructe sferice cu plante cu tulpină joasă și fructe piriforme. Toți hibridii din prima generație au avut o tulpină înaltă și fructe sferice. La încrucișarea hibridilor din prima generație s-au obținut 4893 de descendenți. Determinați variantele de genotipuri și fenotipuri ale hibridilor din a doua generație. Ce raporturi ale fenotipurilor (în procente) se va observa în la hibridii 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 hibridilor 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 hibridilor 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 lungă. Printre hibridi 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 hibridilor din prima generație?

 **Memorizăm:** genele unui cromozom formează un grup de înlănțuire.

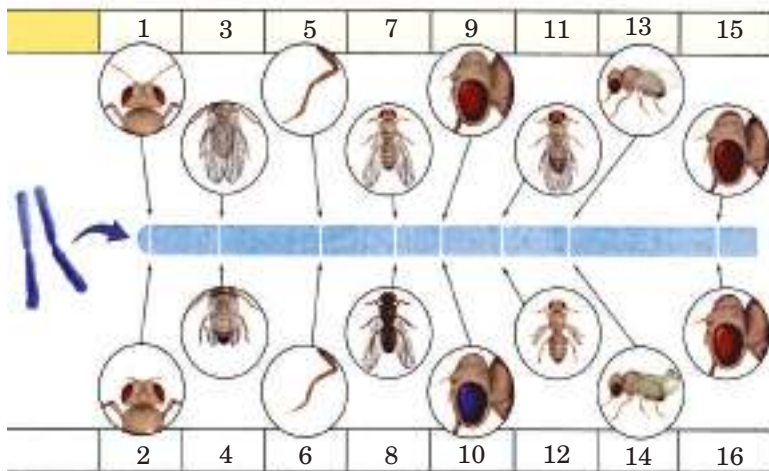
§32. FENOMENUL MOȘTENIRII ÎNLĂNȚUITE. TEORIA CROMOZOMIALĂ A EREDITĂȚII

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, influența 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? *Amințiți-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.



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

Des. 164. Grupa de înlănțuire, indicat pe harta cromozomială a drozofilei: 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

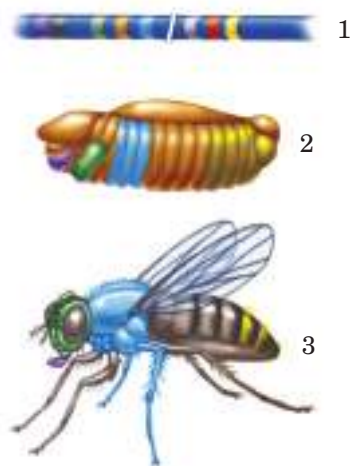
Numărul caracterelor ereditare a organismului depășește cu mult numărul cromozomilor lor în garninura haploidă. De exemplu, în garninura haploide a drozofilei sunt numai patru cromozomi, iar numărul genelor structurale, care determină diferite caractere ereditare, constituie circa 10 mii. Respectiv, 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 hărții 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.

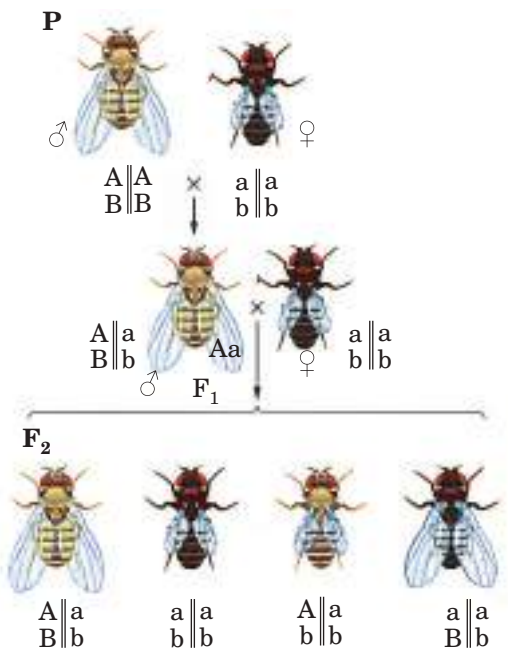
Fenomenul eredității înlănțuite a fost cercetat de renumitul genetician american **T. H. Morgan** (fig. 165). Astfel, ca și G. Mendel la timpul său, T. H. Morgan a ales foarte reușit obiectul pentru experimente – musca drozofilă (des. 166). Aceste insecte pot fi ușor întreținute în laboratoare, pentru 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 drozofilei, homozigoți după alelele dominante ale culorii corpului (gri) și formeii aripilor (normală) cu femelele homozigote după alelele recesive ale genelor respective (culoarea neagră a corpului și aripi reduse). Toți hibridii primei

Memorizăm: hărți genetice ale cromozomilor se numesc schemele, care arată localizarea genelor în cromozom și distanța relativă între ele. Astfel de hărți au nu numai interes teoretic, ci și utilizare pe scară largă în domeniul selecției și ingineriei genetice.



Des. 166. Drozofila 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)



Rezultatele așteptate			
25 %	25 %	25 %	25 %
Rezultatele obținute			
41,5 %	41,5 %	8,5 %	8,5 %

Des. 167. Moștenirea înlănțuită a unor caractere (culorii corpului și formei aripilor) la drozofilă

E interesant să știm

Distanța dintre doua gene ale unui cromozom este măsurată în centimorgan (prescurtat – cM) (această unitate de măsură este numită în cinstea lui T. H. Morgan): 1 centimorgan corespunde distanței 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 distanță de 50 și mai multe morganide genele sunt moștenite independent, ca și cum ar fi localizate în cromozomi neomologi.



Memorizăm: crossing-over-ul este o sursă a variabilității ereditare – combinate.

generații, obținuți în rezultatul unei astfel de încrucișări, au fost heterozigoți după ambele gene, aveau culoare gri a corpului și aripi de formă normală. Pentru a clarifica genotipurile hibridilor din prima generație, T. H. Morgan a efectuat o încrucișare de analiză: le-a încrucișat cu indivizi homozigoți după alelele recesive ale genelor respective.

Teoretic, printre urmașii, obținuți în rezultatul unei astfel de încrucișări, pot fi două variante de segregare. Dacă genele, care determină culoarea corpului și forma aripilor, ar fi fost localizate în cromozomi neomologi, adică ar fi fost moșteniți independent, segregarea ar fi fost următoarea: 25 % de indivizi cu corp gri și cu forma normală a aripilor, 25 % – cu corp gri și cu aripi reduse, 25 % – cu corp negru și aripi normale și 25 % – cu corp negru și aripi reduse (în raport de 1 : 1 : 1 : 1). Însă, dacă aceste gene ar fi fost localizate într-un cromozom și ar fi fost moștenite înlănțuit, atunci printre urmași s-ar fi putut aștepta 50 % de indivizi cu corp gri și cu forma normală a aripilor și 50 % – cu corp negru și aripi reduse (adică în raport de 1 : 1).

Practic rezultatele obținute au fost următoarele: 41,5 % de urmași au avut corp gri și forma normală a aripilor, 41,5 % – corp negru și aripi reduse, 8,5 % – corp gri și aripi reduse și 8,5 % – corp negru și forma normală a aripilor. Segregarea după fenotip, obținută în rezultatul încrucișării analizatoare, era asemănătoare cu cea a formelor parentale, se apropia de raportul 1 : 1 (la fel ca și în cazul moștenirii înlănțuite). Dar printre urmași au fost și alte două variante ale fenotipurilor, care puteau fi așteptate atunci, când genele culorii corpului și formei aripilor ar fi fost localizate în cromozomi neomologi și ar fi fost moștenite independent. Însă numărul lor s-a dovedit a fi foarte mic.

Cum a explicat T. H. Morgan rezultatele obținute? El a presupus că genele care determină culoarea corpului muștelor și forma aripilor, sunt localizate într-un cromozom și sunt moștenite înlănțuit. Însă în timpul formării celulelor sexuale, în procesul meiozei, cromozomii omologi sunt capabili să facă schimb de porțiuni 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 porțiuni ale unei gene, cu ambele sau cu o singură catenă de ADN.

Cercetarea crossing-over-ului a dat posibilitatea să fie descoperite legitățile, care au devenit o bază pentru teoria cromozomială a eredității:

- genele sunt localizate în lungul cromozomului în ordine liniară, adică unul după altul;
- diferiți 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 înlănțuire, datorită cărui fapt are loc moștenirea înlănțuită a caracterelor;
- puterea înlănțuirii între două gene, localizate într-un cromozom, este invers proporțională distanței între ele; cu

cât mai mare este această distanță, 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-over-ului 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 varianțelor de segregare, așteptate în conformitate cu legile eredității stabilite de G. Mendel, este fenomenul moștenirii înlănțuite. El se bazează pe faptul, că genele unui cromozom formează un grup de înlănțuire. Fenomenul moștenirii 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 și de colaboratorii săi.

Cercetarea fenomenului moștenirii înlănțuite a determinat crearea hărților genetice ale cromozomilor – scheme, pe care este arătată ordinea localizării genelor în cromozom și distanțele relative dintre ele.

Termeni și noțiuni-cheie:

moștenirea înlănțuită, grupă de înlănțuire, teoria cromozomială a eredității.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. În ce condiții se adevărește legea combinării independente a caracterelor?
2. În ce constă fenomenul moștenirii 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?

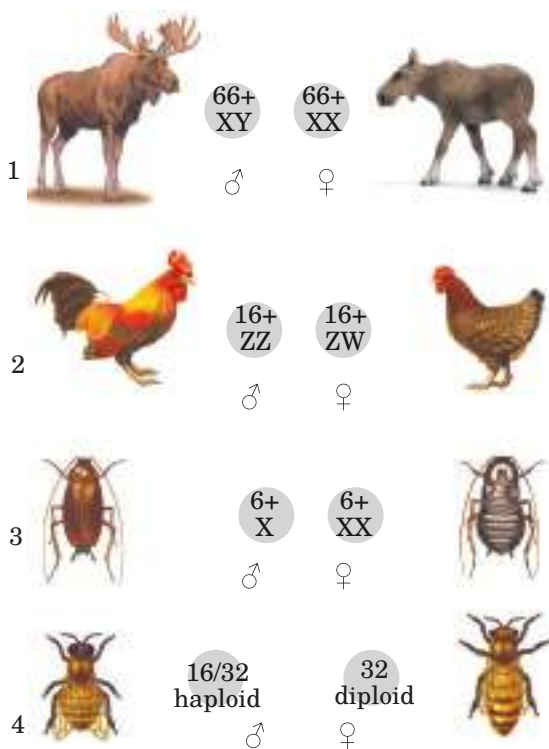
Chibzuți



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.

E interesant să știm

La organismele, la care sexul heterogametetic este cel feminin, cromozomi sexuali au alte simboluri: cromozomi sexuali, care se întâlnesc la ambele sexe, se înseamnă prin litera Z, iar care se întâlnesc numai la sexul heterogametetic, – W.



Des. 168. Mecanismul determinării sexului la animale: 1– X–Y la mamifere (și la om, în special); 2 – Z–W la păsări; 3 – X–0 la unele insecte; 4 – haplo-diploid la albi (mai întâi la masculi – trântori – garnitura haploidă de cromozomi (16), iar apoi numărul de cromozomi se dublează (32))

E interesant să știm

Trebuie de remarcat faptul, că pentru organismele, la care masculii sunt heterogametici, sexul se determină în mod diferit. De exemplu, la om din zigotul cu 44 de autozomi în cariotip și un singur cromozom X (X0) se dezvoltă un organism feminin cu maladii fizice și mintale. Aceste femei nu sunt capabile la reproducere. Iar la drozofilă din zigotul, care are doar un cromozom X, se dezvoltă masculii, care, de asemenea, sunt incapabili la reproducere.

§33. GENETICA SEXULUI. MOȘTENIREA ÎNLĂNȚUITĂ CU SEXUL

Amintiți-vă, care este cariotipul la drozofilă? Prin ce se deosebesc garniturile de cromozomi la bărbat și la femeie? Ce înseamnă cromozomi sexuali și 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 sfârșitul sec. al XIX-lea savanții au atras atenția la faptul, că garnitura de cromozomi ai masculilor și 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. *Amintiți-vă*: asemenea cromozomi au fost numiți sexuali, sau **heterocromozomi**. De exemplu, la masculii drozofilelor unul din cromozomul sexual are o formă de bastonaș (**cromozomul X**), iar altul – în formă de cârlig (**cromozomul Y**). La femelele drozofilei ambii cromozomi sexuali au aceeași structură (**cromozomul X**), deci cariotipul lor poate fi însemnat convențional ca **6A** (6 autozomi) + **XX** (doi cromozomi X), iar cariotipul masculilor – **6A + XY** (prin simbolul „A” sunt însemnați cromozomii asexuali – autozomii, de aceeași structură la indivizii de diferite sexe). Seturi de cromozomi diferite sunt caracteristice și plantelor dioice.

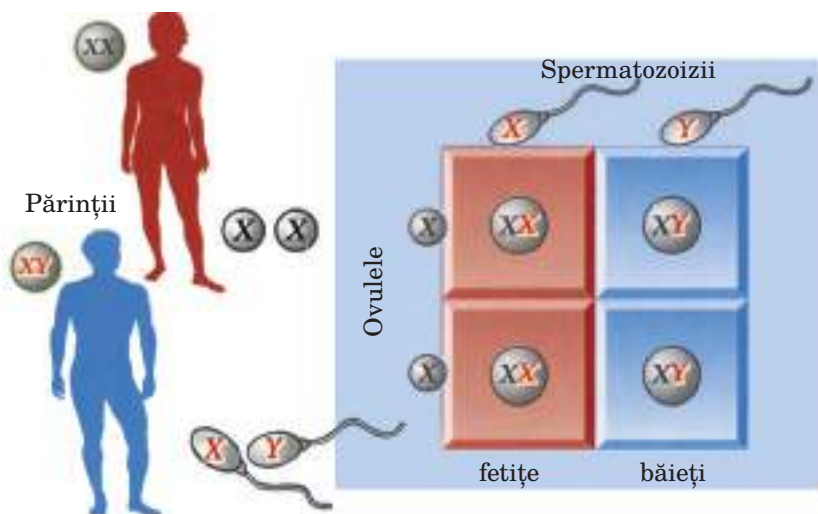
Deoarece în timpul meiozei cromozomii omologi se deplasează în diferiți gameți, la indivizii unui din sexe se formează numai un singur tip de gameți (**sex homogametetic**; (din greacă *gomoios* – la fel și *hamete* – femeie sau *hametes* – bărbat), pe când la indivizii altui sex – două (**sex heterogametetic**; din greacă *heteros* – altul).

La multe organisme sexul homogametetic este cel feminin, iar heterogametetic – cel masculin (muștele, ploșnițele, gândacii, mamiferele, majoritatea peștilor, unii amfibieni), iar la altele – invers (fluturii, reptilele, păsările, unii pești și amfibieni) (des. 168). La unele specii indivizii de diferite sexe se deosebesc după numărul cromozomilor sexuali. Astfel, la coșai sau la gândacul negru de bucătărie în garnitura de cromozomi a femeiei 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, câți și 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 știm

În procesul de dezvoltare a sexului la mamifere pot fi identificate două etape principale. Setul cromozomilor zigotului determină în ce direcție se vor dezvolta glandele sexuale. Dacă în cariotipul zigotului sunt cromozomii **X** și **Y**, primordiile sexuale se vor dezvolta în testicule. La rândul său, testiculele vor elimina testosteronul, hormonul sexual masculin, care va circula prin embrion și va determina



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).

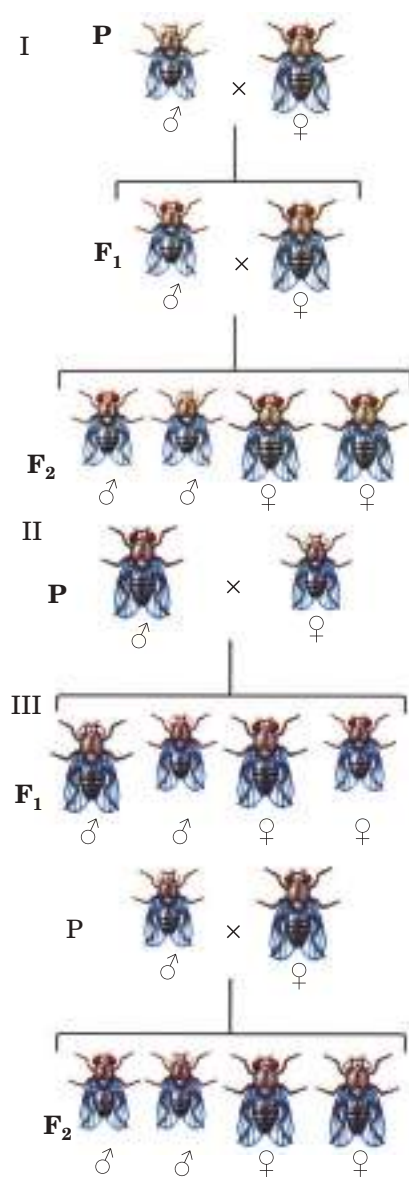
Există și alte mecanisme de determinare a sexului la organisme. De exemplu, la unele animale nevertebrate (la rotatorii, la viermele polichet – dinofilus) sexul viitorilor individ este determinat încă până la momentul fecundării. Aceste animale pot crea ovule de două tipuri: mari, bogate în galbenus, 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 hibridii din prima generație aveau ochi roșii. Printre hibridii din a doua generație, obținuți în rezultatul încrucișării hibridilor primei generații între ei, toate femelele aveau ochi roșii, pe când o jumătate din masculii aveau ochi roșii, iar cealaltă – ochi albi. Concomitent el a încrucișat femelele cu ochi albi cu masculii cu ochi roșii (des. 170, II). Printre hibridii primei generații se observa următoarea segregare 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

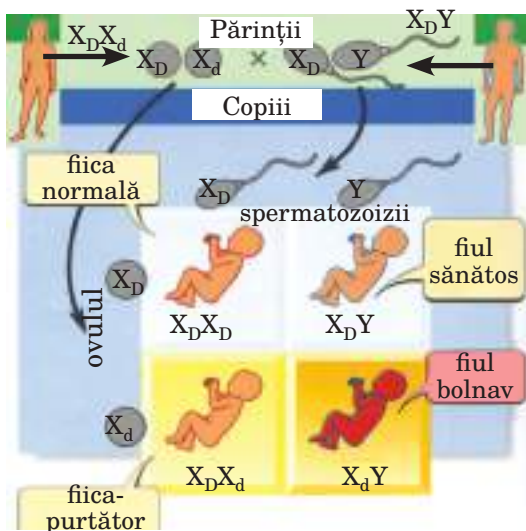


Fig. 172. Mecanismul moștenirii daltonismului la om (asemănător este mecanismul de moștenire a unei astfel de boli, ca hemofilia)

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 homogamic este cel feminin, iar sexul heterogamic – cel masculin (muștele, gândacii, ploșnițele, mamifere, majoritatea speciilor de pești, unii amfibieni, etc.), iar la alții – invers (fluturii, reptilele, păsările, unii pești și amfibieni). La unele specii, indivizii de diferite sexe se deosebesc după numărul de cromozomi sexuali (coșaii, gândacii de bucătărie).

Deoarece în urma meiozei cromozomii omologi se repartizează în diferiți gameți, indivizii unui sex formează un singur tip de gameți (sexul homogamic), în timp ce la indivizii de sex opus – două (sexul heterogamic).

La organismelor unisexuate sexul viitorului individ este determinat în momentul fecundării. El depinde de numărul și tipul cromozomilor sexuali, care se combină în zigot.

Fenomenul moștenirii caracterelor, înălțate cu sexul, apare datorită faptului, că cromozomii X și Y au un set diferit de gene. Prin urmare, anumite caractere pot să se manifeste în principal la indivizii de anumit sex.

masculii – ochi albi. La încrucișarea hibridilor 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 înălțat cu sexul se moștenește culoarea blănii. Se știe că motanii niciodată nu sunt tricolori (cu pete roșcate, negre și albe): ei au pete întunecate sau roșcate. Acest lucru se explică prin faptul, că genele alele, care determină culoarea roșcată 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).

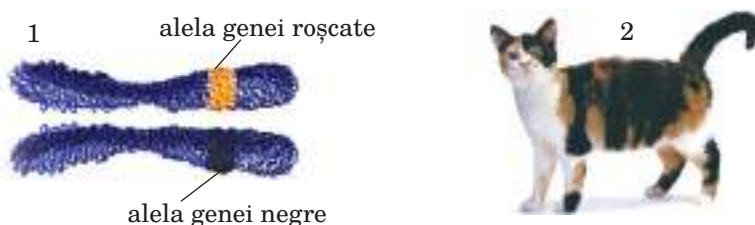


Fig. 171. Moștenirea blănii tricolore la pisici: 1 – localizarea genei, care determină culoarea blănii de motani; 2 – pisica cu blană tricoloră

La om se moștenesc înălțat 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 căreia 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 și noțiuni-cheie:

Sexe homo- și heterogametic, fenomenul moștenirii înălțate cu sexul

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Care mecanisme posibile ale determinării sexului sunt cunoscute la organismele unisexuate? 2. Care sex este numit heterogamic, iar care – homogamic? 3. De ce este determinată ereditatea înălțată cu sexul? 4. Prin ce se poate explica faptul, că sexul heterogamic este mai puțin viabil decât sexul homogamic? 5. De ce în populație numărul de indivizi de un sex poate depăși numărul de indivizi de celălalt sex.

6. Numiți metoda, după care pot fi determinat sexul animalului, dacă masculii și femelele nu se deosebesc după particularitățile de struc.

Chibzuți



La om se observă o mutație, la care celulele conțin numai un singur cromozom X, adică garnitura de cromozomi constituie 45 și 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 constructive? Ce sunt plasmidele, nucleozizii?

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 influența 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 știm

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 numește epistazie (din greacă *epistazis* – încetare, bariera).

E interesant să știm

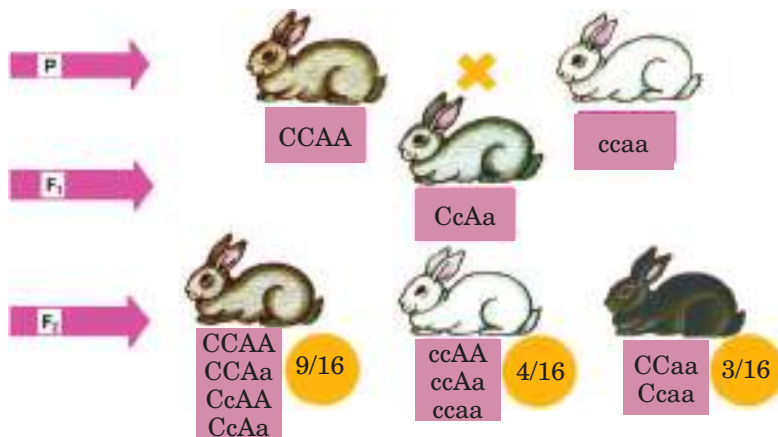
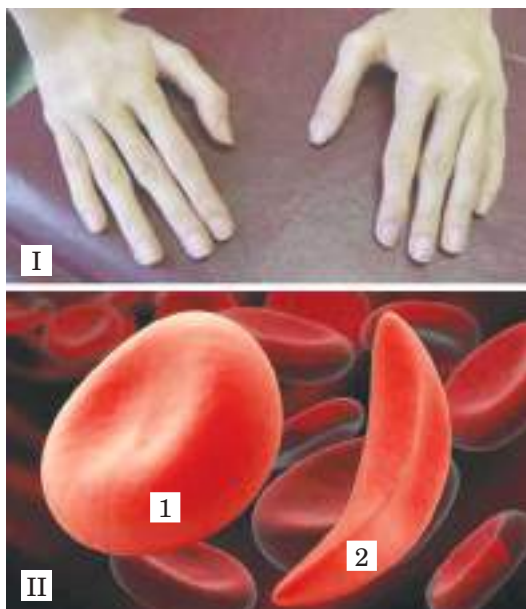
La om dezvoltarea auzului normal este determinat de alelele dominante ale două gene nealele, dintre care unul este responsabil pentru dezvoltarea normală a melcului urechii interne, iar al doilea – a nervului auditiv. Dacă cel puțin una dintre aceste gene este homozigotă după alela recesivă, omul este surd din naștere.

Memorizăm: genele nealele, alele dominante ale căror sunt necesare pentru formarea unei variante a caracterului, care nu sunt specifice fiecărei din aceste gene aparte, se numește complementaritate (din latină *complementum* – adăugare).

Memorizăm: ereditatea citoplasmatică, sau **extranucleară**, este capacitatea anumitor structuri ale citoplasmei de a păstra și de a transmite descendenților o parte a informației ereditare a părinților.

E interesant să știm

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) și se manifestă dereglări în sistemul cardiovascular, digestiv, excretor și 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 rezistență 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 polimerică 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 importanță 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) și bolnav de anemie falciformă (2)

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 înnașcute 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:

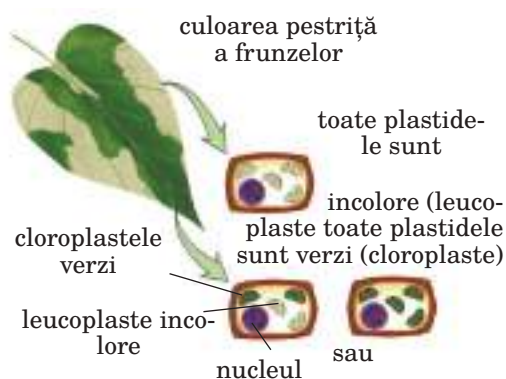
- de moștenirea caracterelor, care sunt codificați de genele extranucleare, localizate în anumite organite (mitocondrii, plastide);
- manifestarea la urmași a caracterelor, condiționate de genele nucleare, însă la formarea acestor caractere influențează și citoplasma ovulului.

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 integrat, deși este format din gene separate, care pot fi moștenite 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 moștenirii citoplasmatică.

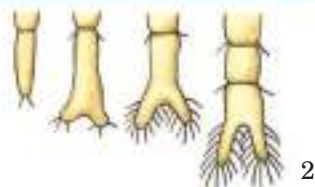
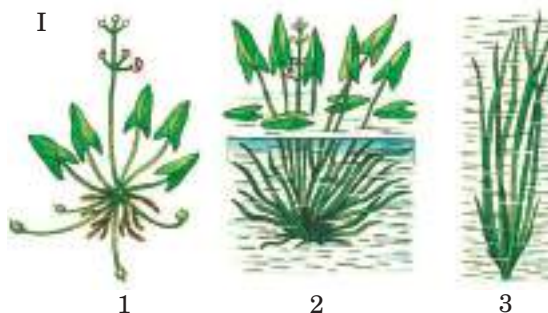


Des. 176. Mecanism de manifestare a eredității citoplasmatică în plante

Pe scurt despre principalul

Genotipul organismelor este un sistem integrat, care s-a format istoric. Integritatea genotipului este determinată de interacțiunea genelor alele și nealele, de acțiunea multiplă a genelor și fenomenul eredității citoplasmatică. 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 și să transmită urmașilor informația ereditară de la părinți.



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. Piloziitatea abdomenului artemiilor în dependență de diferență 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 piloziitatea abdomenului este mai mare)



Des. 178. Diferite categorii de indivizi (caste) la albina meliferă: 1 – regină; 2 – trântorul; 3 – albina lucrătoare

Termeni și noțiuni-cheie:

interacțiunea genelor nealele, acțiunea multiplă a genelor, ereditatea citoplasmatică

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Care sunt funcțiile genelor structurale și reglatoare? 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 citoplasmaticice?

§35. FORMELE VARIABILITĂȚII. VARIABILITATEA MODIFICATIVĂ REPREZINTĂ REZULTATUL INTERACȚIUNII GENOTIPULUI ȘI CONDIȚIILOR MEDIULUI

Amintiți-vă, care gemeni aparțin la cei monoziگوți. 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 anumitor 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 influența 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 piloziitate 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 dispăre treptat în perioada de toamnă-iarnă. După aflarea de scurtă durată în condițiile de munte numărul eritrocitelor în sânge se reduce

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 florilor 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 mediului 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 membrilor, 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).

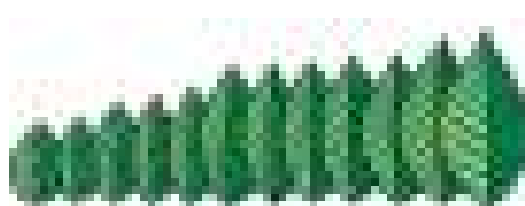
Pentru studierea variabilității anumitului caracter este alcătuită **seria variațională** (din latină *variatio* – schimbare) – succesiunea valorilor cantitative a unei anumite varian-



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

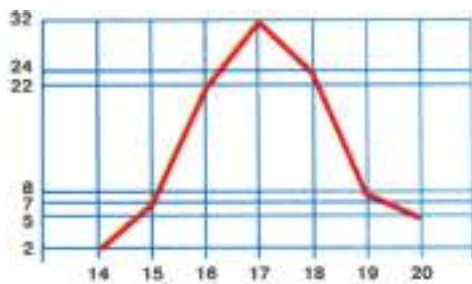
Memorizăm: variabilitate neereditară, sau modificativă, (din latină *modus* – măsură, aspect și *facio* – a face) variabilitate reprezintă o modificare a fenotipului, dobândită în timpul dezvoltării individuale a organismului, cauzată de influența condițiilor de mediului, și care nu sunt asociate cu 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 aceleași genotipuri în condiții diferite pot să se formeze fenotipuri diferite.



Des. 180. Seria variațională a frunzelor de laurociș

Numărul de spice de grâu



Numărul de spiculețe în spicul de grâu

Des. 181. Curba variațională a numărului de spiculețe în spicul de grâu



Pe scurt despre principalul

Variabilitatea este o proprietate universală a materiei vii. Se distinge variabilitate ereditară și neereditară. Variabilitatea neereditară se numește „modificativă”. Fenotipul organismului se formează în urma interacțiunii genotipului organismului cu mediul de viață.

Variabilitatea modificativă se caracterizează prin anumite legități: modificările sunt asemănătoare pentru toate ființele genotipic egale; gradul de manifestare a modificărilor depinde în mod direct de intensitatea și durata acțiunii a factorului ecologic asupra organismului; modificările pot să dispară pe parcursul vieții individului, dacă încetează acțiunea 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 vieți a individului; variabilitatea modificativă de obicei asigură adaptarea la condițiile variabile ale mediului de viață.

Limitele variabilității modificative a caracterului sunt determinate de genotip și se numesc „normă de reacție”.

te a caracterului (*variantelor*), aranjate în ordinea de creștere sau micșorare (des. 180). Lungimea seriei demonstrează amplitudinea variabilității modificative. El depinde de condițiile mediului ambiant: cu cât aceste sunt mai stabile, cu atât mai îngustă este seria variațională, și invers.

Repartizarea variantelor poate fi demonstrată cu ajutorul graficului sub formă de *curbă variațională* (des. 181). Aceasta este prezentarea grafică a variabilității caracterelor a anumitului caracter. Curba variațională demonstrează limitele variabilității modificative și frecvența întâlnirii anumitor variante. Cu ajutorul ei pot fi stabilite valoarea medie și norma de reacție a unor anumite caractere.

Examinați desenul 181 și atrageți atenția: cel mai mare număr de variante revine părții mijlocii a acestei serii, adică valorii medii a anumitului caracter. O astfel de repartizare se explică prin faptul, că valoarea minimă și maximă a caracterului se manifestă atunci, când majoritatea factorilor ecologici acționează într-o anumită direcție: cel mai mult sau cel mai puțin favorabilă. Însă, de regulă, unii factori înlesnesc dezvoltarea caracterului, iar alții, din contra, frânează. Anume de aceea gradul de dezvoltare a unui anumit caracter la majoritatea indivizilor populației și speciei este mediu. Astfel, majoritatea oamenilor au o statură mijlocie, și numai putini dintre ei sunt giganți sau pitici.

LUCRARE DE LABORATOR

Studierea variabilității la plante și animale

Sarcină 1. Examinarea variabilității la plante. Construirea seriei variaționale și curbei variaționale

Utilaj și materialele: ierbar (grâu, orz, porumb etc.), semințe de diferite specii (fasole, porumb, floarea soarelui etc.), frunze (stejar, arțar, tei etc.), riglă sau hârtie milimetrică, colecții de insecte (de exemplu, de cărăbuș) sau de cochilii de moluște, lupe.

Mersul lucrării:

1. Comparați câțiva indivizi (3–5) de o singură specie sau părți ale lor (frunze de graminee, semințe de fasole, tuberculi de cartofi etc.) după fenotip (aspectul exterior, dimensiunile etc.). Rezultatele cercetărilor le notați-le în caiete.

2. Găsiți caractere unice pentru anumite specii la diferiți reprezentanți.

3. Găsiți deosebiri în structura diferitor reprezentanți ai unei specii, comparații cu indivizii de alte specii. Explicați cauzele, care au condiționat aceste deosebiri.

4. Alegeți nu mai puțin de 10 plante de o specie (sau părți ale lor) după anumite caractere (de exemplu, numărul de ochi la tuberculii de cartofi, pete negre pe semințele albe de fasole etc.).

5. Determinați numărul caracterelor alese la fiecare plantă și înregistrați datele obținute în tabel, determinați cât de frecvent se întâlnește fiecare valoare numerică ale acestor caractere, determinați valoarea medie a caracterelor.

6. Construiți pe baza rezultatelor obținute seria și curba variațională: pe axa absciselor indicați variantele, iar pe axa ordinatei – frecvența manifestării a anumitor caractere numerice (cantitative). Caracterizați seria și curba distribuției normale.

Sarcina 2. Examinarea variabilității la animale. Construirea seriei și curbei variaționale

1. Din materialul colecțiilor cu ajutorul profesorului selectați câte 25 de indivizi de femele și masculi de cărăbuși (sau cochilii de moluște). La masculii antenele au șapte lamele mari, iar la femele – șase lamele mai mici. În afară de aceasta abdomenul masculilor au o prelungire mai lungă ca la femele.

2. Determinați deosebirile culorilor corpului la indivizii aleși. Explicați cauzele, care au adus la aceste deosebiri.

3. Măsurați lungimea corpului la femele, apoi la masculi. Rezultatele măsurătorilor efectuate înscriveți-le în caiete.

4. Construiți pe baza rezultatelor obținute seria și curba variațională – aparte pentru femele și pentru masculi: pe axa absciselor indicați variantele, iar pe axa ordonatelor – frecvența manifestării indicatorilor numerici (cantitativi) a anumitului caracter. Analizați seriile și curbele variaționale construite ale distribuției normale. Analizați datele.

Termeni și noțiuni-cheie:

variabilitatea modificativă, norma de reacție, seria variațională, curba variațională

Verificați-vă cunoștințele 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 și curba variațională? 6. Care este rolul genotipului și condițiilor mediului ambiant pentru formarea fenotipului indivizilor? 7. Care este însemnătatea biologică a variabilității modificative?

Chibzuți



De ce anume modificările, care au apărut la etapele timpurii ale dezvoltării individului, se păstrează pe parcursul întregii lor vieți?

§36. TIPURILE MUTAȚIILOR ȘI CAUZELE MUTAȚIILOR

Amintiți-vă, care seturi de cromozomi sunt numite „haploide”, „diploide” și „poliploide”? Ce este conjugarea, reparația ADN-ului, codon de stop, autozomi, heterocromozomi, homo- și heterozigote? Ce sunt proprietățile codului genetic? Ce cercetează sistematică?

În afară de variabilitatea neereditară (modificativă), care nu se moștenește, există și o **variabilitate ereditară**, asociată cu modificările genotipului. Ea poate fi combinativă și mutațională.

Variabilitatea combinativă este condiționată de apariția diferitor combinații ale genelor alele (*recombinații*):

- în rezultatul crossing-overului în timpul conjugării cromozomilor omologi în profază și disjuncției lor independente în anafaza primei diviziuni meiotice;
- combinării întâmplătoare a genelor alele la contopirea gameților în timpul fecundării.

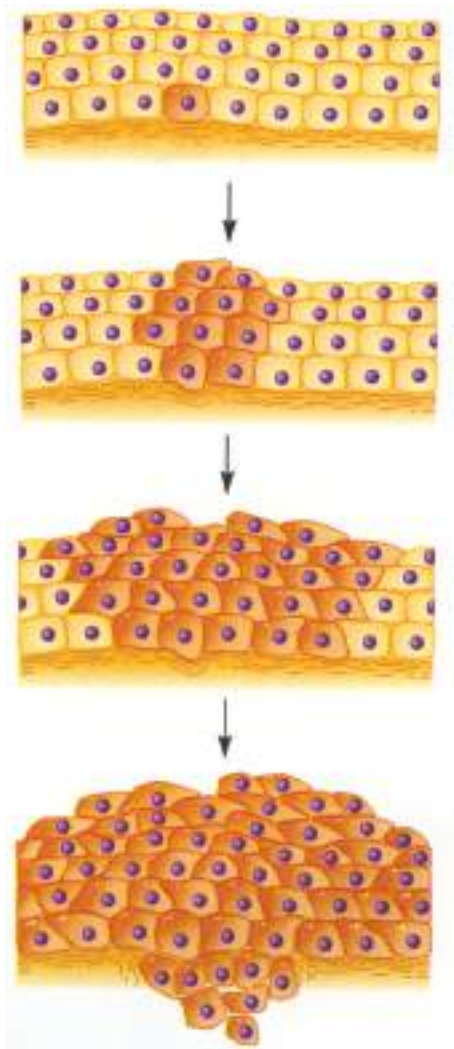
Variabilitatea mutațională. *Mutațiile* (din latină *mutatio* – schimbare) sunt schimbări stabile ale materialului genetic, care apar spontan și pot cauza modificări ale anumitor caractere ereditare ale organismelor. Noi deja am menționat, că bazele *învățăturii despre mutații* au fost puse de savantul 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 și cauza diferite schimbări ale materialului genetic. Respectiv se schimbă și fenotipul indivizilor. Mutațiile se împart în generative și somatice. **Mutațiile generative** apar

E interesant să știm



Mutațiile somatice pot duce la boli grave. De exemplu, mutațiile celulelor măduvei osoase roșii determină leucemie – reproducere malignă a leucocitelor atipice și țesuturilor de alte tipuri – formarea tumorilor (des. 182).

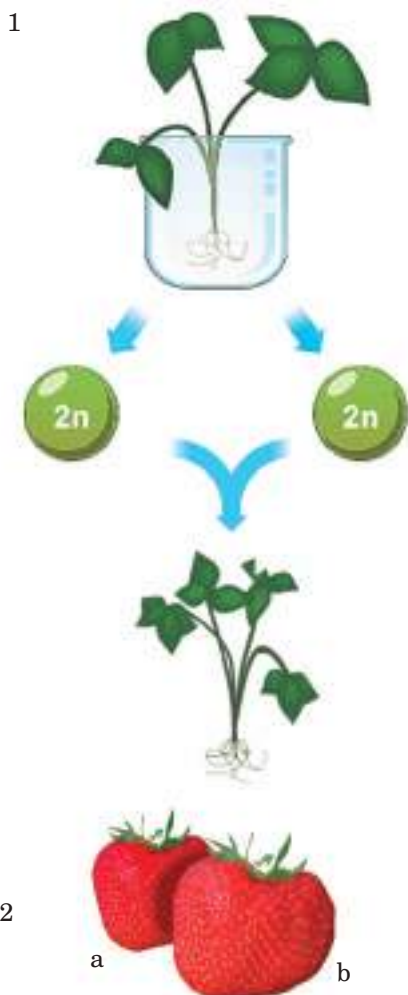


Des. 182. Formarea tumorilor în urma mutației celulei somatice (atrageți atenția la cauza ei – diviziunea celulară necontrolată)

Memorizăm: variabilitatea combinativă determină apariția indivizilor cu diferite variante ale fenotipului.

E interesant să știm

Poliploidia deseori contribuie la creșterea dimensiunilor organismelor, la accelerarea proceselor activității vitale și la creșterea productivității (des. 183). Această metodă este adesea folosită în selecția plantelor în timpul obținerii soiurilor înalt productive (grâului moale, sfeclii de zahăr, căpșunilor etc.).



Des. 183. 1. Schema de formare a căpșunilor poliploide: datorită utilizării alcaloidului colchicinei sunt obținuți gameți cu un set diploid de cromozom. La contopirea lor se formează un zigot tetraploid ($4n$), din care se dezvoltă planta.
2. Fructele de căpșuni diploide ($2n$) (a) și poliploide ($4n$) (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 post-embriionare 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.

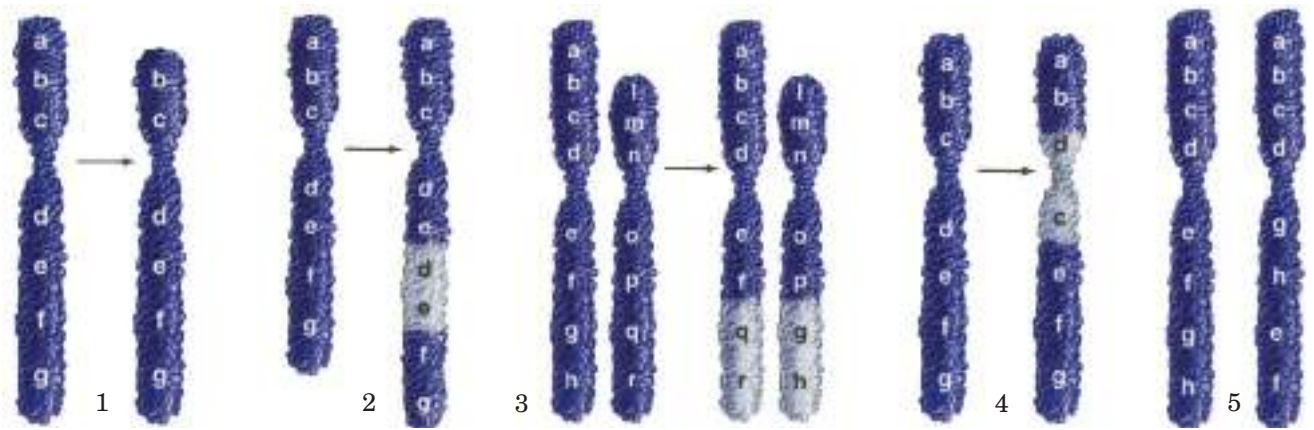
Mărirea numărului garniturilor de cromozomi condiționează **poliploidia** (din greacă *poliploos* – multiplu și *eidos* – specie). Poliploidia mai des se observă la plante, mai rar – la animale (în principal la cele unicelulare, uneori la pluricelulare, care se înmulțesc vegetativ sau partenogenetic). 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 nucleole-



Des. 184. 1. Pierderea unei porțiuni a cromozomului. 2. Inserția unui fragment suplimentar în cromozomul omolog. 3. Mutațiile, în urma cărora doi cromozomi neomologi se schimbă cu porțiuni identice. 4. Tipul de mutații, la care o porțiune a cromozomului, formată în urma a două rupturi se întoarce la 180° și cu ajutorul enzimelor este din nou adăugată în cromozom. 5. Deplasarea porțiunii în interiorul unui cromozom sau în alt cromozom. **Temă:** Urmăriți modificările, care se întâmplă cu cromozomii.

tidelor de ADN, care cuprind porțiuni cu o lungime de la 1 mln de perechi de nucleoli și mai mult.

În cazul **pierderii porțiunii** sale cromozomul devine mai scurt și pierde anumite gene (fig. 184, 1). În rezultatul acestui fenomen în fenotipul organismelor heterozigote pot să se manifeste alele recesive, localizate în porțiunea altui cromozom omolog neschimbat. La om, în cazul pierderii umărului scurt al celui de-al cincilea cromozom, se observă **sindromul „țipătului de pisică”**. Plânsul copiilor mici este asemănător cu glasul unei pisici, pentru ei sunt caracteristice dimensiuni mici ale capului, dezvoltare lentă și incapacitate mintală.

Pierderea porțiunii 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 aparține cromozomului omolog sau neomolog (des. 184.2).

Cum pierderea unei porțiuni, așa și dublarea anumitor fragmente ale cromozomilor pot fi cauzate de dereglarea procesului de conjugare a cromozomului omolog în timpul meiozei și apar în rezultatul ruperilor cromozomilor.

Mutațiile, în urma cărora **doi cromozomii neomologi fac schimb de porțiuni** (des. 184.3), pot cauza incapacitatea de a se înmulți pe cale sexuată.

Uneori **porțiunea cromozomului, formată în rezultatul a două rupturi, se întoarce la 180° și cu ajutorul fermenților 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 mutații poate fi sterilitatea organismelor.

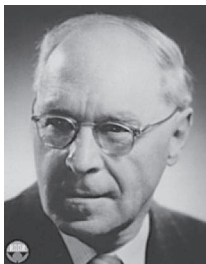
Deplasarea porțiunii în limitele unui cromozom sau în alt cromozom modifică ordinea nucleotidelor (des. 184.5). De exemplu, la drosofilă una din gene ale cromozomului X este capabil să se deplaseze în autozom.

Mutațiile punctiforme reprezintă schimbări stabile ale unor succesiuni de nucleotide în moleculele acizilor nucleici. Acest tip de mutații este cel mai răspândit, poate atinge orice caractere ale organismului și timp nelimitat să se transmită din generație în generație. Mutațiile punctate deseori apar în

Memorizăm: probabilitatea, că mutația, care a apărut, va fi utilă, este foarte mică. De aceea este important de protejat informația ereditară a organismelor de acțiunea factorilor, capabili să provoace mutații.

E interesant să știm

La bărbați pot apărea un cromozom (XXY, XYY), doi (XXXY, XYYY, XX YY) sau trei (XXXXY, XXXYY) cromozomi sexuali suplimentari. Cel mai des se întâlnește varianta XXY. Frecvența apariției băieților cu această mutație constituie 1 la 500–700 de noi născuți. Pentru bărbații cu acest sindrom sunt caracteristice statura înaltă, degete lungi, corp relativ scurt, sterilitatea, predispunerea la obezitate, slăbiciune, retard mintal redus. Apariția 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.). Apariția celui de-al 21-lea cromozom suplimentar provoacă sindromul Dawn.



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)

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 și nimeresc numai la o parte a gameților produși. Astfel apar celule sexuale, cu un număr modificat de cromozomi.

Memorizăm: în condiții normale mutațiile unor alele apar destul de rar. Dar, deoarece numărul de gene ale organismului este destul de mare, și 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 urmași și să provoace la ei boli și maladii ereditare.

Memorizăm: doza factorului mutagen reprezintă produsul duratei și intensității lui.

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 și a organismelor în general. Astfel, odată cu creșterea vârstei mamei crește și frecvența mutațiilor, legate de disjuncția cromozomilor omologi în timpul meiozei. De aceea frecvența nașterii copiilor cu sindromul Dawn crește 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 și vârsta tatei. Astfel, la bărbații de 40 de ani numărul urmașilor de statură pitică, cu membrele scurte, nasul în șa crește de zece ori în comparație cu urmașii taților în vârstă de douăzeci de ani.

Ce reprezintă factorii mutageni? Timp îndelungat cauzele mutațiilor rămăneau 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 nitric, peroxidul de hidrogen, formaldehida (metanalul), diferite preparate medicale etc.).

Din **mutagenii 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.

În celule există sisteme speciale (*sisteme de reparație*) de corectare a erorilor, care apar în timpul dublării moleculelor de ADN și schimbării lor sub influența mutagenilor (amintiți-vă, cum decurge reparația moleculei de ADN). Nivelul general al erorilor, care rămâne după reparații, este neînsemnat: mai puțin de o înlocuire a nucleotidelor, care revine genomului celulei eucariote la o singură dublare a ADN-ului.

Care sunt proprietățile generale ale mutațiilor? Capacitatea de a schimba informația genetică în procesul dezvoltării istorice este o proprietate universală a materiei vii. Mutațiile apar spontan. Schimbările cauzate de mutații pot fi moștenite. Mutații identice pot să apară nu o singură dată și independent de altele. Spre deosebire de modificății, mutațiile sunt neorientate, deci ele pot fi dăunătoare, neutre sau folositoare.

Factorii, care provoacă mutațiile (mutagenii), sunt universali, adică capabili să cauzeze schimbări în materialul ereditar în organismele tuturor speciilor. Unul și același factor, care acționează cu aceiași intensitate asupra organismelor identice din punct de vedere genetic (de exemplu, la gemenii monozigoti), poate cauza la aceste organisme mutații. Totodată mutageni de diferită natură pot provoca la organismele de specii neînrudite schimbări ereditare asemănătoare.

Spre deosebire de modificății gradul manifestării al schimbărilor în fenotip nu depinde de intensitatea și durata acțiunii factorului mutagen: mutagenul slab, care acționează o perioadă scurtă de timp, uneori este capabil să cauzeze schimbări considerabile în fenotip, spre deosebire de un mutagen puternic. Odată cu creșterea intensității acțiunii factorului mutagen până la o anumită limită, frecvența apariției mutațiilor se mărește.

Pentru factorii mutageni, nu există o limită inferioară a intensității acțiunii (pragul inferior al acțiunii), sub care nu sunt capabili să influențeze materialul ereditar. Această proprietate indică faptul că purtătorii eredității organismelor trebuie să fie protejați de toți mutagenii, indiferent de puterea și durata acțiunii lor.

Care este însemnătatea mutațiilor în natură și în viața omului? Mutațiile reprezintă una din principalele surse ale variabilității ereditare – unul din factorii evoluției. Datorită lor apar noi alele ale anumitor gene (ele se numesc *mutante*). Toată diversitatea formelor actuale și dispărute ale ființelor vii se datorează anume mutațiilor.

Urmările generale ale variabilității mutaționale este de reglarea programului ereditar al celulelor și organismului în întregime. Majoritatea mutațiilor sunt dăunătoare pentru ființele vii, deoarece ele, manifestându-se în fenotip, reduc adaptarea organismelor la condițiile mediului ambiant. Totodată mutațiile neutre pot fi și utile în anumite condiții ale mediului ambiant.

Mutațiile cauzate artificial sporesc diversitatea materialului inițial în rezultatul selecției plantelor și microorganismelor, de ce și depinde eficiența ei. În special, multe din plantele de cultură sunt poliploide în comparație cu speciile inițiale (grâul moale, căpșuna de grădină, unele soiuri de sfeclă de zahăr etc.).

E interesant să știm

Diferite specii de organisme vii și chiar diferiți indivizi de aceeași specie se caracterizează printr-o sensibilitate diferită la acțiunea factorilor mutageni. Astfel, indivizii adulți a unor grupe de artropode (scorpioni, diplopode, des. 186) sunt capabile să reziste doze mari de radiații: 100 000 de razi¹. Pentru a ucide celulele unor bacteriene este necesară doza de aproximativ 1 000 000 de razi. Pentru om doză letală este de 700 razi și mai mare.

¹ Principala unitate fizică, care constituie gradul de expunere la radiații este doza absorbită de adiație. Unitatea de măsură a dozei obținute absorbite în sistemul CI este **Ggray (Gy)**. 1 Gy reprezintă o doză de radiații ionizante absorbite, la care substanței cu masa de 1 kg se transmite energia radiației 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 acțiunea radiațiilor ionizante: 1 – scorpionul; 2 – diplopodul

Pe scurt despre principalul

Variabilitatea genetică, care a apărut în urma unor noi combinații de alele ale genelor (recombinațiilor), a fost numită „combinativă”. Drept sursa pentru ea servesc combinările întâmplătoare a genelor alele în timpul contopirii gameților, crossing-overul și disjuncția independentă a cromozomilor omologi în diferitele celule fiice în timpul meiozei.

Variabilitatea mutațională este cauzată de mutații – modificări stabile al materialului ereditar a organismelor, care apar spontan și pot provoca anumite modificări ale caracterelor ereditare ale organismului.

Mutațiile sunt asociate: cu creșterea sau reducerea divizibilă a numărului de seturi de cromozomi; cu modificarea numărului unor cromozomi omologi; cu modificarea structurii unor cromozomi; mutațiile punctiforme sunt cauzate modificarea succesiunii nucleotidelor în moleculele acizilor nucleici.

Mutațiile sunt spontane și induse. Mutațiile spontane apar fără cauze externe semnificative: ca erori a realizării codului genetic, ca urmare a unor deplasări a fragmentelor dintr-o porțiune a moleculei de ADN în alta, acțiunea fondului natural de radiație, razelor cosmice, ce ajung la suprafața Pământului etc. mutațiile induse rezultă la acțiunea factorilor mutageni, care după natura lor pot fi fizici, chimici și biologici (acțiunea virusurilor asupra celulei gazdă).

Variabilitatea mutațională este un factor al dezvoltării naturii vii, care este însoțită de schimbări în genotipul organismelor, genofondul populațiilor, formarea adaptărilor, apariția speciilor noi.

E interesant să știm

Componentele fumului de tutun, alcoolul și altele substanțe toxice sunt mutageni puternici. În special, fumatul tutunului, consumarea drogurilor, alcoolului și anumitor medicamente de către viitoarea mamă, care nu au trecut un control special, pot provoca dereglări ale dezvoltării normale a embrionului. Ca urmare, se naște un copil cu boli ereditare sau defecte de dezvoltare. În tinerețe și la o vârstă matură aceste deprinderi dăunătoare pot duce la cancer în urma acțiunii mutagenilor asupra aparatului mitotic al celulelor. Prin urmare, oamenii care duc un mod incorect de viață, își scurtează viața sa. Printre factorii, care prelungesc durata vieții, sunt practicarea regulată a sportului, nutriția rațională, evitarea situațiilor de stres, renunțarea de deprinderi dăunătoare etc.

Chibzuiți: de ce mutagenii nu sunt aplicați în selecția plantelor.

Mutațiile sunt utilizate în **metodele genetice de combatere a organismelor-dăunătoare**. Pentru aceasta în condiții de laborator asupra masculilor speciei dăunătoare pentru om se acționează cu mutageni (de exemplu, cu raze), care cauzează sterilitatea. Apoi acestora li se dă drumul în natură, unde ei se împerechează cu femele din populațiile naturale. Ouăle depuse de aceste femele nu sunt viabile.

Termeni și noțiuni-cheie:

variabilitatea combinativă, mutațiile, poliploidia, mutageni, mutații spontane.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Care sunt cauzele variabilității combinative? 2. Ce tipuri de mutații vă sunt cunoscute? 3. Care din mutații, legate de schimbările structurii cromozomilor, pot într-o măsură mai mare să influențeze asupra fenotipului organismelor? 4. De ce sunt cauzate mutațiile punctiforme? 5. Care sunt cauzele mutațiilor? 6. Care factori aparțin la mutageni? 7. Care este rolul biologic al mutațiilor? 8. Care mutații sunt numite spontane? 9. Care sunt mecanismele protecției de mutații? 10. Ce proprietăți posedă variabilitatea mutațională?

Chibzuiți



1. De ce mutațiile, legate de reducerea divizibilă a setului de cromozomi, au o influență mult mai negativă asupra viabilității organismelor, comparativ cu cele, care provoacă mărirea divizibilă a numărului de cromozomi? 2. Ce este comun și prin ce se deosebesc variabilitatea mutațională și modificativă?

§37. BOLILE EREDITARE ALE OMULUI. CONSULTAREA GENETICĂ

Amintiți-vă, ce este genomul, populațiile, homozigotul și heterozigotul? Ce afirmă legea segregării independente? Cum pot să interacționeze genele alele și nealele între ele? Ce este acțiunea multiplă a genelor? De ce este cauzată variabilitatea citoplasmatică? Care sunt particularitățile de structură și funcționare al sistemului imun? Ce grupe de mutageni există?

Genetica omului este un compartiment al geneticii, care studiază particularitățile organizării și funcționării genomului omului, legitățile eredității și variabilității lui. Ca și orice știință, genetica omului are metodele sale specifice de studiu. Însă legitățile eredității și variabilității omului, spre deosebire de ale altor organisme, este interzis de le studiat prin metode, legate de intervenția în materialul lui ereditar (de

exemplu, cu ajutorul ingineriei genetice, când anumite gene sunt eliminate sau înlocuite). De aceea în genetica omului se aplică numai metodele gemenilor, genealogică, populațional-statistică, citogenetică și molecular-genetică (*amintiți-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 încrucișare: consangvine și neconsangvine. **Încrucișarea consangvină** are loc între indivizii, care au strămoși comuni cel puțin în șase generații precedente. **Încrucișare neconsangvină** se consideră încrucișarea între indivizi, care n-au avut strămoși comuni în pe parcurs de șase generații precedente.

La oameni, respectiv, se disting căsătorii consangvine și neconsangvine. Căsătoriile consangvine sunt interzise în multe tari. Astfel la catolici trebuie să dispui de un permis special de la biserică pentru căsătoria verișorului și verișoarei de-a doilea.

Una din urmările căsătoriilor consangvine este sporirea frecvenței printre urmași a homozigoților după o anumită alelă. În acest caz alelele (printre care pot fi letale și subletale) pot trece în starea homozigotă și să se manifeste în fenotipul urmașilor.

Pericolul nașterii copilului cu anumite boli ereditare sau cu defecte genetice sporește odată cu creșterea gradului de rudenie a indivizilor, care s-au căsătorit. De obicei în urma căsătoriilor consangvine crește probabilitatea treceri în stare homozigotă și a alelelor utile, însă trebuie, în primul rând, de evitat apariția anomaliilor posibile. De exemplu, dacă ambii părinți sunt fenotipic sănătoși, dar heterozigoți după alelele, care determină surditatea, copiii lor pot să se nască surzi (*temă*: cu ajutorul grilei lui Punnett calculați probabilitatea nașterii copiilor surzi în o astfel de familie). Circa 20 % de albinoși sunt urmași de la căsătoriile consangvine. Sunt cunoscute câteva alele recesive letale, capabile în stare homozigotă să cauzeze moartea prematură.

Totodată **căsătoriile neconsangvine** deseori sunt însoțite de ridicarea heterozigoției. La urmașii de la căsătoriile neconsangvine alelele recesive, capabile în stare homozigotă să cauzeze anumite boli sau defecte ereditare, deseori trec în stare heterozigotă și nu se manifestă în fenotip.



Des. 187. Cariotipul omului (găsiți cromozomii sexuali, determinați sexul omului după cariotipul dat)

Tabelul 6

Variantele dominante și recesive ale caracterelor omului

Variante dominante	Variante recesive
Ochi căprui	Ochi albaștri
Ochi verzi	Ochi albaștri
Gene lungi	Gene scurte
Păr întunecat	Păr deschis
Ochi de tip mongoloid	Ochi de tip european
Prezența restului pleoapei a treia	Lipsa restului pleoapei a treia

Variante dominante	Variante recesive
Miopie	Vedere normală
Lobul urechii liber	Lobul urechii concrecut
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) și din doi sexuali (XX-la femei și XY-la bărbați) (des. 187). El conține 24 grupe de înlănțuire (22 autozomi, cromozomii X și 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 și 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 și **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 moștenire
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 roșie și verde)	X-linkat recesiv
Distrofia progresivă a mușchilor	X-linkat recesiv
Rahitism rezistent la vitamina D	X-linkat dominant

Unul dintre proiectele biologice internaționale de la sfârșitul sec. al XX-lea și începutul sec. XXI a fost descifrarea genomului uman. Savanții au determinat secvențele de nucleotide și au creat hărți 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 depășește 21 de mii, iar cele care conțin informație 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 porțiunilor codificatoare constituie aproximativ 34 de milioane de perechi de nucleotide, ceea ce reprezintă doar 1,2 % din genom.

Molecula inelară a ADN-ului mitochondrial uman este formată din 16 569 de perechi de nucleotide și conține numai 37 gene, dintre care 13 codifică proteine mitochondriale, 2 – ARNr și 22 ARNt.

Genomul uman se caracterizează prin exoni relativ scurți, separați de introni alungiți (aproximativ 34 % din cantitatea totală de ADN).

Memorizăm: condițiile de viață pot atât reduce, cât și spori apariția în fenotip a anumitor defecte și boli.



Des. 188. Polidactilia (apariția a celui de-al 6-lea deget, mai rar celui de-al 7-lea deget la toate sau la unele membre)

Genele, localizate numai în cromozomul X, determină *ereditatea X-linkată*. Ea poate fi X-linkată recesivă și X-linkată dominantă. În cazul *eredității X-linkate recesive* varianta respectivă a caracterului se manifestă în principal la bărbați (*amintiți-vă de ce*). *Ereditate X-linkată dominantă* se caracterizează prin faptul, că varianta respectivă a caracterului se poate manifesta cum la bărbați, așa și la femei. Tații vor transmite genele alele respective numai fiicelor și niciodată fiilor. Unele variante ale caracterelor omului, care sunt moștenite în lanțuit cu sexul, sunt prezentate în tabelul 7.

Genetica medicală este știința despre bolile și defectele ereditare ale omului. Ea elaborează metodele diagnosticării bolilor ereditare, profilaxiei și tratării lor. Genetica medicală contemporană în primul rând se orientează la profilaxia bolilor ereditare, în special la prevenirea nașterii copiilor cu anumite boli sau defecte ereditare.

Conform datelor Organizației Mondiale a Sănătății, 5 din 100 de nou-născuți suferă anumite boli ereditare grave, încă 5 au defecte genetice, iar alții 2 se nasc morți în urma acestor dereglări. Acești indici cresc pe an ce trece în rezultatul poluării mediului ambiant cu diferiți mutageni. În prezent sunt cunoscute peste 4000 de boli ereditare și boli cu predispoziție 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 (apariția despicăturii, care unește cavitatea nazală și bucală în rezultatul apariției fisurii buzei superioare, maxilarului și bolții palatine); buza de iepure (apariția fisurii buzei superioare); polidactilia (des. 188) sau concreșterea degetelor etc.;

- dereglarea funcțiilor fiziologice, de exemplu hemofilia și daltonismul;

- dereglarea proceselor schimbului de substanțe, în special diabetul zaharat, fenilcetonuria și altele.

Unele din bolile ereditare, de exemplu boala Dawn, se manifestă imediat după naștere. Altele, cum ar fi coreea Huntington (afectarea celulelor ganglionilor nervoși, care este însoțită de mișcări involuntare și cu progresie treptată a demenței etc.), se manifestă numai la o anumită vârstă.

Anumite boli ereditate și defectele genetice sunt cauzate de modificarea numărului sau structurii cromozomilor (astfel ca apariția 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, disfuncția cerebelului, defecte cardiace, surditate, retard psihic și altele. În al doilea caz (sindromul Edwards) – deformarea pavilionului urechii, scurtarea degetul mare al piciorului, disfuncția cerebelului, defecte cardiace, o formă gravă de retard mintal, o îmbolnăvire frecventă.

Ce reprezintă consultațiile medico-genetice? Un rol important în profilaxia bolilor ereditare revine **consultațiilor medico-genetice**. La consultațiile medico-genetice lucrează specialiști în diferite domenii – geneticieni, biochimisti, citologi, imunologii, medici etc. Cu ajutorul diferitelor metode ei identifică pe purtătorii alelelor, care condiționează apari-

O parte (5–20 %) de boli oncologice este condiționată de predispoziția ereditară la ele. **Bolile oncologice** (din greacă *oncos* – tumoare și *logos* – învățătură, știință) sunt cauzate de apariția în organism 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 și țesuturi). Conform datelor Ministerului Ecologiei și 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 cancerului glandei tiroide, sistemului limfatic și circulator.

Memorizăm: scopul genoterapiei constă în corectarea sau distrugerea informației ereditare, care cauzează boala.

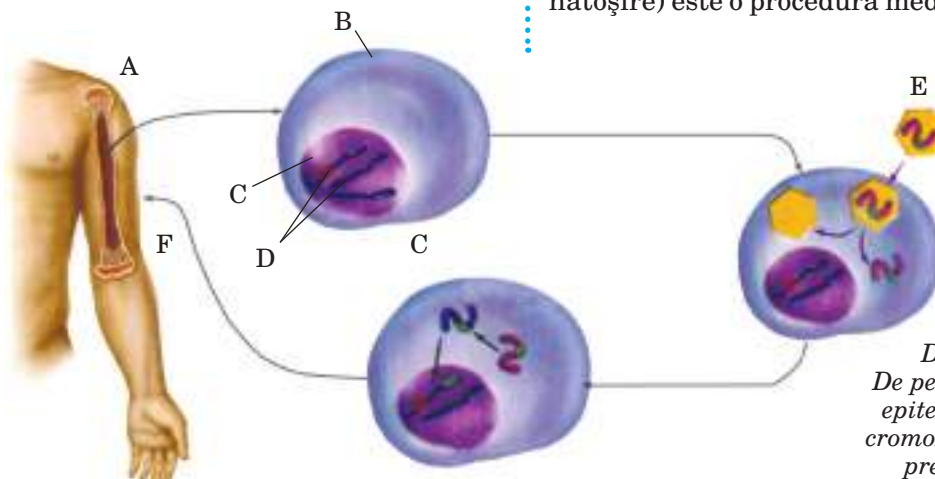
ția bolilor ereditare la urmași. Când probabilitatea apariției urmașilor cu defecte ereditare serioase este mare, atunci viitorilor părinți li se propune să se rețină de la nașterea copilului. Aceasta, în primul rând, este orientată nu numai la prevenirea nașterilor copiilor cu anumite defecte genetice, dar și la prevenirea transmiterii în continuare a alelelor mutante generațiilor viitoare. Cu ajutorul diferitelor metode este determinată predispoziția omului la anumită boală ereditară și pronosticată probabilitatea manifestării ei în viitorul fenotip.

Sunt elaborate diferite teste, care oferă posibilitatea să apreciate alelele defectate, ce răspund pentru bolile și defectele ereditare, nu numai la viitorii părinți, dar și 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 și să se manifeste în genotip. Probabilitatea nașterii copiilor bolnavi la părinții heterozigoți este de 25 %.

O direcție prioritară a medicinei genetice este terapia genică.

Terapia genică (din greacă *terapeia* – tratare, însă-nătoșire) 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

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 și 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.

Diagnostică 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 și tratarea până la apariția primelor simptome ale unor asemenea maladii.



Pe scurt despre principalul

Particularitățile de organizare și funcționare a genomului uman, legăturile eredității și variabilității lui sunt cercetate de genetica omului. Un compartiment ale ei – genetica medicală – cercetează bolile ereditare și viciile umane. Ea elaborează metode pentru diagnosticarea bolilor ereditare, profilaxia și tratamentul acestora.

Genetica medicală modernă se orientează în principal la prevenirea bolilor ereditare, în special evitarea nașterii copiilor cu anumite boli sau defecte ereditare. Un rol important în prevenirea bolilor ereditare îl joacă consultația medico-genetică.

Termeni și noțiuni-cheie:

consultația medico-genetică, terapia genică, diagnosticarea moleculară a bolilor ereditare.

Verificați-vă cunoștințele 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 și defectelor ereditare la om? 4. Sub ce forme pot să se manifeste bolile și defectele ereditare la om? 5. Care metode de cercetări sunt aplicate în genetica medicală? 6. Ce este consultația medico-genetică și care sunt sarcinile ei? 9. Ce sisteme de căsătorii există la om și care sunt urmările lor genetice?

Chibzuți



De ce intervenția în materialul ereditar al omului poate avea urmări negative? Care probleme cu caracter etic apar în timpul consultărilor medico-genetice?

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) micșorarea 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 monoziгоți: 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 moștenească; d) pot să dispară pe parcursul vieții omului.
8. Numiți sursele de variabilitate combinativă: a) combinarea întâmplătoare a gameților în timpul fecundării; b) cantitatea de substanțe nutritive în ovul; c) influența 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) același 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 modificări nu există.
12. Indicați ce determină lungimea seriilor variaționale: a) influența genelor reglatoare; b) influența genelor extra-nucleare; c) influența condițiilor mediului; d) capacitatea anumitei alele la modificări mutaționale.
13. Indicați, cum se numește setul de gene localizate în același cromozom: a) genom; b) cariotip; c) grupă de în-lănțuire; d) plasmidă.
14. Numiți cauza încălcării moștenirii înlănțuite a anumitor caractere: a) acțiunea multiplă a genelor; b) cros-sing-overul; c) ereditatea citoplasmatică; d) segregarea caracterelor.
15. Numiți încrucișarea 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 hibridi: a) dominanță completă; b) caracterul intermediar al eredității; c) acțiunea multiplă a genelor; d) interacțiunea genelor nealele.

Alcătuți perechi logice

19. Determinați căror tipuri de încrucișări 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 încrucișări 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 încrucișări 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 încrucișări 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 |

23. Determinați corespondența între diferitele tipuri de variabilitate și proprietățile lor caracteristice.

- | | |
|----------------|---|
| 1 modificativă | A caracterele dobândite pot să se moștenească |
| 2 mutațională | B noi variante de combinații a alelelor în genotipul urmașilor |
| 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 și 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 iverita |

Sarcini cu alegerea a trei răspunsuri corecte din trei grupuri de răspunsuri propuse

25. Numiți tezele legilor eredității, stabilite de G. Mendel.

Legea uniformității hibridilor primei generații	Legea segregării	Legea combinării independente a caracterelor
1) genele alele ocupă o poziții identice în cromozomii omologi	1) la încrucișarea hibridilor primei generații între ei la urmașii lor se manifestă segregarea: în fenotipul hibridilor 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) moștenirea înlănțuită este perturbată în urma procesului de crossing-over	2) la încrucișarea di- sau polihibridă segregarea după fiecare caracter are loc independent de alte caractere
3) în fenotipul hibridilor primei generații se manifestă doar una din cele două variante ale caracterului, și 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 și codominației.

Fenomenul dominanței complete	Caracterul intermediar al moștenirii	Codominația
1) moștenirea structurii suprafeței semințelor la mazărea de grădină	1) moștenirea culorii corolei la gura leului	1) moștenirea culorii platinată a blâniei la vulpi
2) moștenirea culorii platinată a blâniei la vulpi	2) moștenirea structurii suprafeței semințelor la mazărea de grădină	2) moștenirea grupelor de sânge la om
3) moștenirea culorii corolei la gura leului	3) moștenirea grupelor de sânge la om	3) moștenirea culorii corolei la gura leului

Întrebări cu răspuns deschis

27. Care este există între legile eredității stabilite de G. Mendel și 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 aceeași grupă de înlănțuire, pot fi moștenite independent? Răspunsul argumentați-l.

30. În care cazuri printre urmașii de la încrucișarea părinților unui grup fenotipic pot să se întâlnească alte variante a fenotipului? Răspunsul argumentați-l.

31. De ce alele letale și 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 hibridi?

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 și alte științe biologice?

35. Descrieți influența teoriei cromozomiale a eredității asupra dezvoltării ulterioare a biologiei.

36. Cum reglarea activității genelor structurale influențează asupra formării fenotipului organismului?



TEMA 6. EVOLUȚIA LUMII ORGANICE

În această temă veți afla despre:

- dezvoltarea concepțiilor evoluționiste; factorii evoluției;
- populația ca unitate a evoluției și biogeneza ca mediu al evoluției;
- rolul diferitor științe în argumentarea teoriei evoluției; concepțiile contemporane despre evoluție;
- mecanismele de creare a speciilor;
- opiniile despre lumea înconjurătoare și științifice despre apariția și dezvoltarea istorică a vieții;
- etapele principale ale dezvoltării omului.

Memorizăm: evoluția (din latină *evolutio* – desfășurarea) este un proces ireversibil de schimbare a structurii și funcțiilor sistemelor biologice în decursul dezvoltării lor istorice. Rezultatul schimbărilor evoluționiste este adaptarea la condițiile mediului ambiant.

Memorizăm: specia care o imită pe alta se numește *imitatoare*, iar specia care este imitată se numește model.

§38. PROCESUL EVOLUȚIEI CA PARTICULARITATE UNIVERSALĂ A SISTEMELOR BIOLOGICE

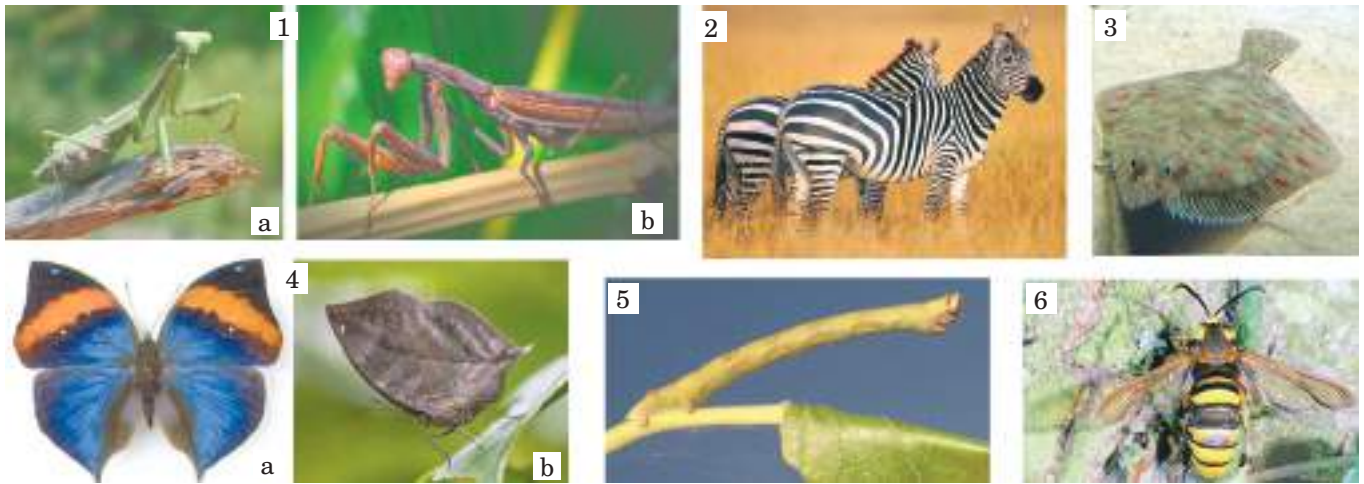
Amintiți-vă ce este adaptarea. Ce este variabilitatea modificării și norma reacției? Ce niveluri de organizare a materiei vii vă sunt cunoscute? Ce este homeostaza?

Știți deja că una din proprietățile sistemelor biologice de diferite niveluri este capacitatea lor de a se dezvolta. În procesele atât de dezvoltare individuală a anumitor indivizi (ontogeneza), cât și de dezvoltare istorică a speciei și a unităților sistematice de cel mai înalt rang apar noi indici, o parte dintre care poate fi moștenită de urmași. Un astfel de proces de dezvoltare a materiei vii poate fi numit **evoluție**.

Evoluția ca proces de formare a adaptației. În condițiile schimbărilor periodice sau a schimbărilor neperiodice pot supraviețui numai acele organisme, care s-au adaptat la ele. Capacitatea de a se adapta este o particularitate pentru toate organismele materiei vii.

Adaptarea organismelor ține de schimbările structurii sau a culorii, de procesele de activitate vitală și comportare, de componența lor biochimică etc. În desenul 190 sunt date exemple de adaptare a organismelor la viața din mediul ambiant. Astfel, culoarea verde a călugăriței o face neobservată de dușmani pe fondalul plantelor verzi. Culoarea vărgată a zebrei ar însemna că în loc deschis ea poate fi ușor observată de răpitoare, iar între plante ea este mai puțin văzută. Asemenea culori sunt numite **homocrome**. Sunt animale capabile să-și schimbe culoarea în corespundere cu condițiile mediului (de exemplu, cambula, caracatița, unii creveți, cameleonul etc.; des. 190, 3).

Ascunzându-se de dușmani, animalele pot lua formele obiectelor vii și 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 înfățișarea unei rămurele uscate. Există un astfel de fenomen ca **mimetismul**,



Des. 190. Culoarea de protecție și comportarea animalelor ca exemple de adaptare la mediul ambiant:
 1 – culoarea de protecție a insectei măicuța o face să fie mai puțin observată de dușmani: 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-și schimbe culoarea în corespundere cu mediul; 4 – fluturele tropical kalima cu aripile întinse (a) și cu aripile strânse (b); 5 – larva viermilor de mătase, în caz de pericol stă nemișcată și se aseamănă cu o ramură uscată; 6 – fluturele *Aegeria apiformis* la exterior se aseamănă cu viespea

când unele specii de animale prin forma corpului și 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 dușmani.

Spre deosebire de speciile neapărate, speciile care au cu ce să se apere (glande toxice, maxilare puternice etc.) deseori se folosesc de culoarea și 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 numește **demonstrare**.

Adaptarea organismelor la depășirea condițiilor nefavorabile constă în crearea chisturilor de animale unicelulare, hibernarea în timpul iernii a animalelor, căderea frunzelor plantelor etc.

Formarea noilor adaptări este condiționată de schimbarea condițiilor de existență și aceasta determină materialul ereditar – genotipul. Apariția noii adaptări este consecința apariției noilor mutații sau apariția noilor combinații ale genelor alele mutante, care au apărut mai înainte (variabilitatea combinativă). Dacă mutația este neutră (potrivit unor anumite condiții, posibil, să fie și folositoare), un astfel de individ este capabil să supraviețuiască și să transmită materialul său ereditar urmașilor. Cu timpul, o astfel de alelă mutantă are șansa de a se extinde în rândurile indivizilor populației, iar concentrarea ei va crește. Astfel, adaptarea anumitor indivizi după o anumită perioadă de timp se poate transforma în adaptarea, caracteristică pentru toți indivizii populației.

Organismele vii se adaptează permanent la acțiunile fiecărui factor ecologic luat aparte, precum și la întregul complex, adică la condițiile de viață din mediul ambiant, reglând procesele de activitate vitală în corespundere cu schimbarea acestor factori. Adaptarea biologică nu numai că asigură rezistența la influența factorilor ecologici, dar și succesul în concurența cu alți indivizi din aceeași sau altă specie.



Des. 191. Fenomenul demonstrării:
 1 – culoarea amenințătoare a tarantulei;
 2 – comportarea amenințătoare a tarantulei: în caz de pericol ea ridică piciorușele din față și pregătește pentru atac chericerile, cu ajutorul cărora introduce veninul în corpul prăzii sau a dușmanului; 3 – sângele buburuzei, care are o culoare vie, conține substanțe toxice și o face necomestibilă; 4 – comportarea amenințătoare a lupului



Des. 192. Speciile ecologic plastice (1, 2, 3) și ecologic neplastice (4, 5): 1 – veverița poate trăi atât în păduri de diferite tipuri, cât și în parcurile orașenești; 2 – șobolanul sur trăiește atât în casele oamenilor, la depozitele cu produse, în comunicațiile urbane, la gunoiște, în păduri, peste tot, unde găsește hrană; 3 – pătlagina crește 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 înmulțește numai acolo, unde se întâlnește această insectă; 5 – crabul de apă dulce poate fi întâlnit numai în râurile de munte și în iazurile legate de ele, are nevoie de apă curată, bogată în săruri de Calciu.

E interesant să știm

La cetacee în rezultatul trecerii la modul de viață acvatic, în procesul de dezvoltare istoric a fost redus brâul membrelor inferioare. Însă sunt cazuri (cu o frecvență de 1:10 000) de apariție a membrelor inferioare nedevelopate (des. 193, 1). Așa ceva se poate observa și la șopârlele fără membre – năpârci, care uneori se nasc cu membre nedevelopate. Cazuri de atavism se întâlnesc și la om (des. 193. 2, 3).

Speciile, care pot supraviețui într-un diapazon mai larg al schimbărilor condițiilor mediului, sunt numite **ecologic plastice** (des. 192, 1–3). Anume aceste specii sunt capabile să populeze noi locuri de existență, sau acelea care s-au schimbat considerabil (în rezultatul incendiilor, defrișării pădurilor, inundațiilor 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 și se adaptează foarte greu chiar la unele schimbări neînsemnate de viață (des. 192, 4, 5).

Evoluția organismelor a fost condiționată de necesitatea adaptării la noile condiții ale mediului ambiant. De exemplu, popularea mediului terestru și aerian de către animale a fost posibilă datorită asigurării cu oxigen a organelor speciale de respirație: trahee la insecte și la păianjeni, plămâni la amfibii, târâtoare, păsări și mamifere (vezi des. 85). Capacitatea de polenizare, care precedă fecundația, le-a făcut pe plantele de semințe (gimnosperme și angiosperme, sau cu flori) să scape de mediul acvatic, necesar pentru fecundația algelor sau a plantelor superioare cu spori.

La speciile, care trec la un mod de viață atașat sau parazitar, adaptările pot fi legate de structura lor simplificată. Astfel, la viermii intestinali, care parazitează în intestinele omului

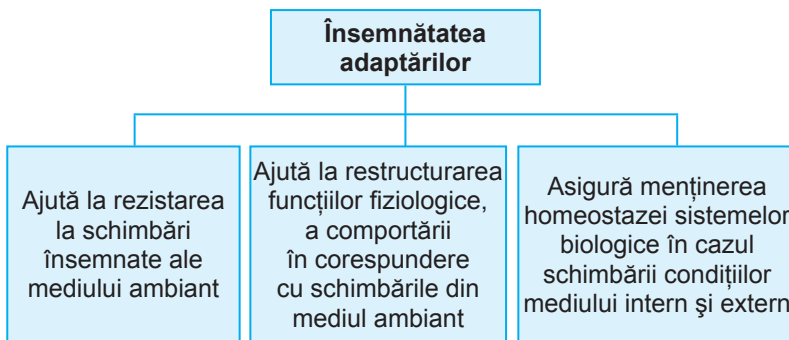


Des. 193. Cazuri de atavism: 1 – la cetacee uneori se nasc indivizi cu apariția membrelor inferioare nedevelopate; 2, 3 – fața acoperită cu păr sau apariția cozii la om este, de asemenea, un rezultat al atavismului

și diferitor specii de animale, dispăre intestinul propriu, iar substanțele nutritive sunt adunate prin membrană. Însă, la ei se dezvoltă anumite organe de fixare (ventuze, trompă cu cârlige etc.). Plantele parazitare pot pierde clorofila și capacitatea de fotosinteză.

Adaptările nu sunt permanente: cele, care și-au pierdut însemnătatea, după un timp oarecare dispar, în schimb pot apărea altele. Aceasta se explică prin faptul că procesul evoluției este ireversibil: dacă condițiile mediului revin la starea precedentă, adaptările de fiecare dată se dezvoltă din nou, dar nu sunt recreate precedentele. După ce în rezultatul schimbărilor condițiilor de existență adaptarea își pierde însemnătatea, cu timpul la populație concentrarea alelei (sau a câtorva alele), care o determină, scade. O astfel de alelă poate să rămână ca rezervă a variabilității ereditare, uneori poate să apară în fenotipul unor indivizi aparte. Apariția la fenotip a particularităților, caracteristice strămoșilor, dar care în procesul evoluției și-au pierdut însemnătatea, se numește **atavism** (vezi des. 193).

Adaptările nu pot fi absolute. De exemplu, la iepurele alb (des. 194), ca și la unele animale, în timpul năpârlirii de toamnă, sub influența 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 însoțită de căderea zăpezii și animalul alb dimpotrivă se observă mai bine pe fondalul întunecat. Însemnătatea adaptării pentru existența normală și funcționarea sistemelor biologice este oglindită pe desenul 195.



Des. 195. Însemnătatea adaptării pentru existența normală și funcționarea sistemelor biologice

Termeni și noțiuni-cheie:

evoluția, adaptarea, speciile ecologic plastice și speciile ecologic neplastice, atavismul.

Verificați-vă cunoștințele 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.

Chibzuți



1. Argumentați de ce procesul evoluției este ireversibil. 2. Ce prezintă atavismul din punctul de vedere al formării adaptărilor?



Des. 194. Culoarea de vară (1) și de iarnă (2) a blănii iepurelui alb



Pe scurt despre principalul

Evoluția este un proces al schimbărilor ireversibile ale structurii și funcțiilor sistemelor biologice în decursul dezvoltării lor istorice. Consecința schimbărilor evoluționiste este adaptarea lor la condițiile mediului ambiant.

Acomodarea organismelor și supra-organismelor sistemelor biologice la condițiile de existență se numește „adaptare”.

Formarea noilor adaptări este condiționată de schimbările condițiilor de trai și este determinată de particularitățile materialului ereditar al organismului.

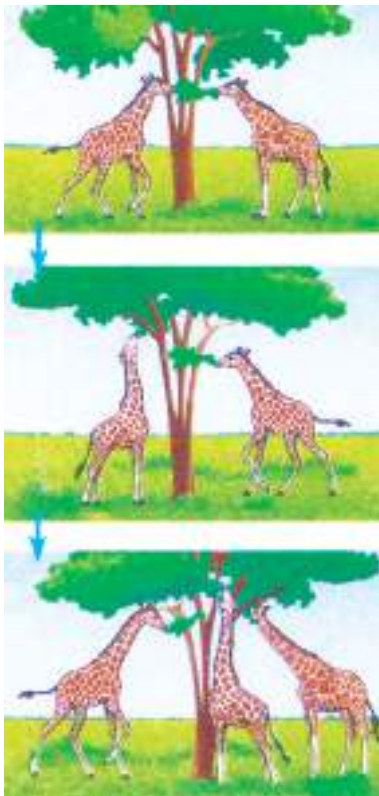
Adaptările se formează la diferite niveluri de organizare a materiei vii: de la cel molecular până la cel de ecosistem. Adaptările sunt nepermanente, acelea, care și-au pierdut însemnătatea, după un timp oarecare dispar, în schimb pot să apară altele.



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 și nimic nu se repetă;
2. **Democrit** (460–370 î. e. n.) considera că viața a apărut în trecut din materie nevie sub influența razelor solare

1



2



Des. 197. Exemple care ilustrează legea lui J.-B. Lamarck „Folosirea sau nefolosirea organelor”: 1 – apariția gâtului lung la girafe; 2 – membrele superioare lărgite la cârțițe

§39. OPINIILE EVOLUȚIONISTE ALE LUI J.-B. LAMARCK. TEORIA EVOLUȚIEI A LUI C. DARWIN

Amintiți-vă de contribuția lui J.-B. Lamarck în dezvoltarea biologiei. Ce este populația? Ce este simbioza? Care forme ale ei cunoașteți? Ce este nișa ecologică?

Istoria dezvoltării învățaturii evoluționiste. Opiniile evoluționiste ale lui J.-B. Lamarck. Chestiunile evoluției sunt studiate de domeniul biologiei – **învățatura evoluționistă**. Aceasta este o știință despre factorii, mecanismele, legitățile generale și consecințele evoluției. Idei aparte despre dezvoltarea istorică a ființelor vii au fost exprimate încă de filozofii din Grecia antică Heraclit, Democrit etc. (des. 196).

Prima ipoteză evoluționistă a fost formulată de eminentul savant francez, Jean-Baptiste Lamarck (vedeți des. 1, 1). *Amintiți-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 vieții” pe Pământ (numită mai târziu *biosferă*). El a elaborat un sistem original de clasificare a animalelor, în deosebi pentru prima dată a împărțit animalele în nevertebrate și vertebrate.

J.-B. Lamarck a expus ipoteza sa evoluționistă în lucrarea „Filozofia zoologiei” (1809). Ea se bazează pe concepția că toate organismele vii sub influența condițiilor mediului ambiant dobândesc acomodări utile, schimbându-și structura, funcțiile, dezvoltarea individuală etc. Deci, potrivit lui J.-B. Lamarck, *evoluția este procesul dobândirii caracterelor utile, care sunt moștenite de urmași*. Organismele inferioare (care nu au sistem nervos) se schimbă sub influența 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 necesităților duce la schimbarea deprinderilor, schimbarea deprinderilor duce la schimbarea acțiunilor, schimbarea acțiunilor cauzează folosirea unor organe și 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 și picioarele din față s-au lungit (des. 197, 1). Cârtiței, care trăiește 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 eredității caracterelor dobândite”: *caracterele utile, dobândite de animal în decursul vieții, sunt transmise urmașilor*. Astfel, girafele au transmis urmașilor gâtul lung și picioarele lungi, cârțițele – membrele superioare lărgite, cu ajutorul cărora ele sapă solul. Deci, considera savantul, fiecare variabilitate este moștenită și determinată de influența factorilor externi. De acum știm că există atât variabilitate moștenită, cât și variabilitate nemoștenită.

Iată un alt factor al evoluției, după J.-B. Lamarck, condiționat de *tendința internă a organismului spre progres*. Acest factor nu depinde de caracterul schimbării condițiilor mediului.

Prin urmare, indiferent de schimbarea condițiilor mediului, nivelul de organizare a organismelor trebuie să crească. Însă, știm deja că atunci când organisme trec la modul de viață parazită 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.

Conceptiile 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.

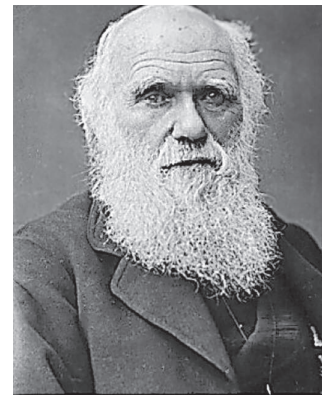
Drept bază pentru teoria evoluționistă a lui C. Darwin a servit convingerea despre capacitatea speciilor de organisme de a se schimba în rezultatul schimbărilor mediului de viață. Savantul considera că adaptările se dezvoltă în organisme treptat, în procesul evoluției lor. Rezultatul îndelungat al adaptației este capacitatea de a lăsa un număr suficient de urmași apti 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 și considera că principala direcție a evoluției este complicarea organizării organismelor vii. Însă el nu a reușit să găsească mecanismele procesului evoluționist.



Des. 198. **Charles Robert Darwin** (1809–1882) eminent savant englez, lucrările căruia au influențat asupra dezvoltării în continuare a biologiei

E interesant să știm

În cariera științifică a lui C. Darwin un rol important a jucat o întâmplare. În anul 1831 el a obținut postul de colaborator științific pe corabia militară „Beagle”, care urma să înconjoare globul pământesc și să cerceteze țărmlul 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.



Des. 200. Speciile de animale care concurează între ele – exemplu al luptei între specii pentru existență:
1 – șobolanul sur și cel negru;
2 – șvabul roșcat și cel negru



Des. 201. Exemplu de luptă cu condițiile nefavorabile ale mediului înconjurător: în pustiul Namib nu plouă deloc, însă în fiecare zi este ceață: gândacii negri în timpul ceții condensează umiditatea din aerul umed pe suprafața corpului

Memorizăm: selecția naturală se caracterizează prin caracterul bine orientat și creativ. După C. Darwin, ea acționează prin păstrarea și acumularea schimbărilor ereditare și formarea noilor adaptații, folositoare pentru indivizii speciei.



Des. 199. Diferite variante de interacțiuni între indivizii unei singure specii: 1 – vânarea de către o haită de lupi a unei prăzi mari – exemplu de interacțiune reciproc avantajoasă între indivizii unei singure specii; 2 – pădure de pini de aceeași vârstă – exemplu de concurență în interiorul speciei

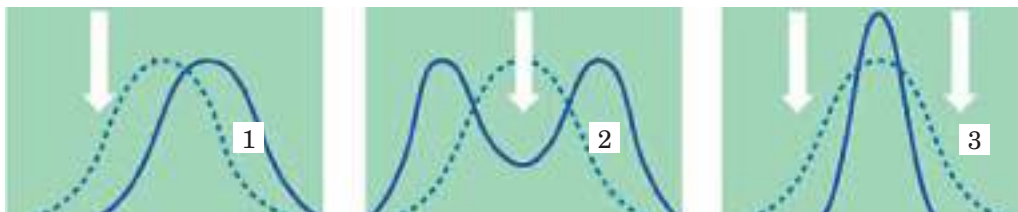
Lupta în interiorul speciei pentru existență are loc între indivizii de aceeași specie, deoarece ei au aceleași cerințe față de mediul ambiant: surse asemănătoare de nutriție, tipuri asemănătoare de ascunziș etc. Potrivit lui C. Darwin, indivizii cei mai bine adaptați sunt capabili să transmită urmașilor 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 existență 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. Amintiți-vă de asemenea forme de relații între specii ca simbioza, rolul animalelor în polenizarea plantelor și extinderea semințelor.

Lupta împotriva condițiilor 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-



Des. 202. Forme ale selecției naturale: 1 – dinamică; 2 – diversificatoare; 3 – stabilizatoare

mai acelea, care corespund mai mult condițiilor de existență. Aceste schimbări contribuie la o rezistență mai bună a organismelor la mediul de viață. Acumulându-se și intensificându-se din generație în generație, aceste schimbări contribuie la perfecționarea speciei și facilitează apariția unor unități sistematice: subspecii, specii, familii etc. Continuatorii lui C. Darwin cu timpul au argumentat că selecția naturală poate fi dinamică, diversificatoare și stabilizatoare (des. 202).

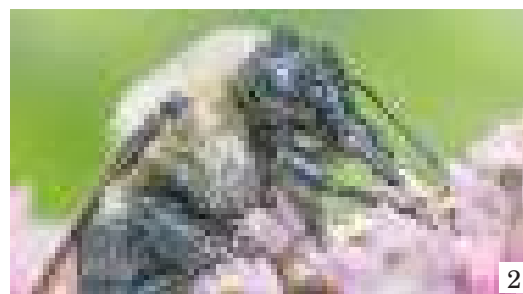
Selecția dinamică se desfășoară odată cu schimbările lente ale condițiilor mediului înconjurător într-o anumită direcție sau în timpul acomodării organismelor la noile condiții în cazul extinderii arealului (des. 202, 1). Ea păstrează schimbările ereditare, care corespund direcției schimbărilor ce au loc în mediul înconjurător. Deci, datorită acțiunilor selecției dinamice în anumită direcție se îndreaptă și norma reacției (vezi pag. 137). Drept exemplu de selecție dinamică servesc observațiile biologului englez V. Weldon asupra populației de crabi din golful orașului Plimuta. El a cercetat că la cinci ani după construcția digului pentru apărarea acvatoriului portului de valurile mari lățimea cochiliei crabilor s-a schimbat: dacă până la construcția digului prevalau indivizii cu cochilia lată, atunci după construcție – cu cochilie îngustă. El a explicat aceasta prin faptul că la indivizii cu cochilia îngustă este îngust și 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.

Selecția stabilizatoare de regulă se manifestă în condițiile permanente ale mediului. Ea menține stabilitatea unui anumit fenotip, care corespunde mai mult mediului înconjurător, și respinge orice schimbări mai puțin adaptive (des. 202, 3). Drept rezultat al acțiunilor selecției stabilizatoare este acomodarea perfectă la anumite condiții de existență, adică specializarea speciilor. Drept exemplu de selecție stabilizatoare este menținerea structurii stabile a florilor plantelor, care sunt polenizate numai de anumite specii de insecte (bunăoară, lucerna este polenizată numai de bondari și albine, organele gurii cărora au forma acestei flori) (des. 202, 2). Teoria selecției stabilizatoare a fost elaborată de savantul ucrainean I. I. Șmalgauzen (des. 203, 1).

Selecția diversificatoare acționează concomitent în două, mai rar în mai multe direcții, 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 roșii cu două puncte negre – este o acomodare mai bună la temperaturile înalte. Alta, dimpotrivă, e de culoare neagră cu puncte roșii – pentru o rezistență mai bună la temperaturi joase. Selecția diversificatoare contribuie la apariția a câtorva variante diferite ale fenotipurilor unei singure populații – acomodarea



1



2

Des. 203. 1. **Ivan Șmalgauzen** (1884–1963): eminent savant în domeniul anatomiei comparative, evoluției morfologiei și embriologiei animalelor. A activat la Universitatea Națională „Taras Șevcenko” din Kiev (1907–1912 și 1921–1941), în perioada anilor 1930–1941 a condus Institutul de zoologie al ANȘ a Ucrainei, care în prezent îi poartă numele. 2. Exemplu de acțiune a selecției stabilizatoare: forma florii urmează să corespundă particularităților aparatului gurii insectelor care o polenizează



Des. 204. Exemplu de acțiune a selecției diversificatoare: două forme ale culorii buburuzei

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 și lupta cu condițiile nefavorabile ale mediului înconjurător), precum și selecția naturală, care are un caracter creativ. Selecția naturală poate fi dinamică, stabilizatoare și diversificatoare.

populației de a supraviețui în condiții instabile ale mediului înconjurător.

Teoria evoluționistă a lui C. Darwin a fost completată și 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 și noțiuni-cheie:

teoria evoluționistă, lupta pentru existență, selecția naturală: dinamică, stabilizatoare și diversificatoare.

Verificați-vă cunoștințele 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 desfășura lupta pentru existență? 4. Caracterizați selecția naturală ca forță-motrice a procesului evoluționist. 5. Ce forme ale selecției naturale cunoașteți?

Chibzuiți



1. Care principii ale ipotezei evoluționiste a lui J.-B. Lamarck corespund opiniilor științifice actuale, dar care – nu? 2. Ce este comun și deosebit în concepțiile evoluționiste ale lui J.-B. Lamarck și 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 și embriologia? Care specii sunt considerate ecologic plastice și care neplastice? Ce este genofondul?

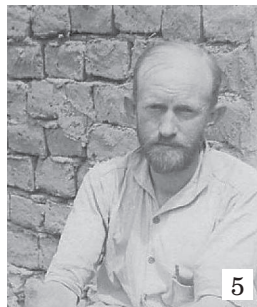
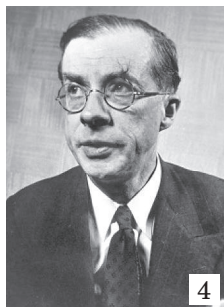
Dezvoltarea concepțiilor evoluționiste. Încă în timpul vieții lui C. Darwin teoria sa evoluționistă și-a găsit continuatori. În același timp au fost și cercetători, care au arătat spre faptele care pe atunci nu puteau fi explicate de această teorie. În deosebi, datele cercetărilor genetice referitor 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 adeptilor 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 adeptii darwinismului și celor ai mutațiilor în salturi au durat mulți ani. Iar cu timpul a

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 strămoșilor și ale speciilor care au apărut mai târziu. H. de Vries, cercetând trăsăturile moștenite la plantele de luminică, a observat apariția unor trăsături noi, anterior necunoscute, în rezultatul anumitor mutații. Asemenea forme mutante nu au putut să se încrucișeze cu indivizii speciei paterne și, de fapt, au devenit specii noi.



Des. 205. Savanții care și-au adus contribuția la dezvoltarea teoriei sintetice a evoluției: 1 – **Oleksii Severțov** (1866–1936): renumit biolog, fondatorul morfologiei evoluționiste a animalelor: din 1902 până în 1911 a lucrat la Universitatea Sfântul Vladimir din Kiev; 2 – **Serghii Cetverikov** (1880–1959): renumit genetician, entomolog, evoluționist. Unul dintre primii a argumentat rolul variației numărului populației ca factor al evoluției; 3 – **Feodosii Dobrjanski** (1900–1975): renumit savant american de origine ucraineană; a stat la începuturile geneticii populațiilor; 4 – **Julian Sorell Huxley** (1887–1975): renumit biolog englez, evoluționist; a fost printre fondatorii Fondului mondial al naturii sălbatice; 5 – **George Gaylord Simpson** (1902–1984): renumit paleontolog american, a introdus termenul „teoria sintetică a evoluției”

devenit clar: datele geneticii nu numai că intră în contradicție cu principiile teoriei evoluționiste, ci, dimpotrivă, le consolidează. Prin eforturile mai multor savanți, ca I. Severțov, 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 evoluției – un complex de idei despre procesul evoluționist, care a apărut în rezultatul sintezei principiilor darwinismului clasic cu concepțiile despre mutații și cu ideile despre populație ca unitate elementară a evoluției.

Principiile de bază ale teoriei sintetice a evoluției.

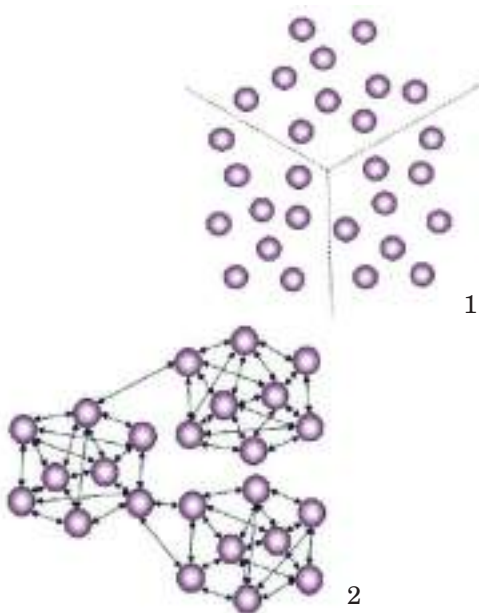
Teoria sintetică a evoluției examinează mutațiile (variabilitatea mutațională) drept sursă principală a variabilității ereditare, alelele mutante se pot uni în diferite combinații (variabilitatea combinativă).

Selecția naturală prezintă **factorii elementari ai evoluției**, care este un rezultat al luptei pentru existență în diferite forme ale ei. **Unitatea elementară a evoluției** este populația. Procesele evoluționiste, care au loc în populații, sunt numite **microevoluție**. Drept rezultat al lor pot fi schimbările materialului ereditar al populației – genofondului ei. Asemenea schimbări pot facilita crearea noilor specii – **crearea speciilor**. Procesele evoluționiste, care duc la crearea unităților sistematice de rang înalt – noi genuri, familii, ordine etc., se numesc **macroevoluție**.

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 populații, care, de regulă, interacționează între ele. O astfel de interacțiune are loc în rezultatul schimbului materialului ereditar (migrarea indivizilor la animale, răs-pândirea sporiilor sau seminței de către vânt, apă, insecte etc.). Deci, populația este o **unitate de structură și funcțională a speciei**. Totalitatea populațiilor asemănătoare între ele, care se deosebesc de alte populații de aceeași specie printr-o variantă sau câteva ale trăsăturilor, formează **subspecia**. Existența subspeciilor atestă despre plasticitatea ecologică a speciei, capacitatea ei de a se adapta la diferite condiții 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, populație) este o comunitate de indivizi de o specie, care interacționează între ei, un timp îndelungat sau mai puțin îndelungat populează teritoriul comun, parțial sau total s-au separat de alte asemenea grupări și se caracterizează printr-o anumită garnitură de informație genetică – genofond.

Memorizăm: există trei feluri de procese evoluționiste:
 microevoluția (procesele evoluționiste au loc în interiorul populațiilor și pot schimba genofondul lor);
 crearea speciilor (crearea noilor specii);
 macroevoluția (aparitia unităților sistematice supraspecii)



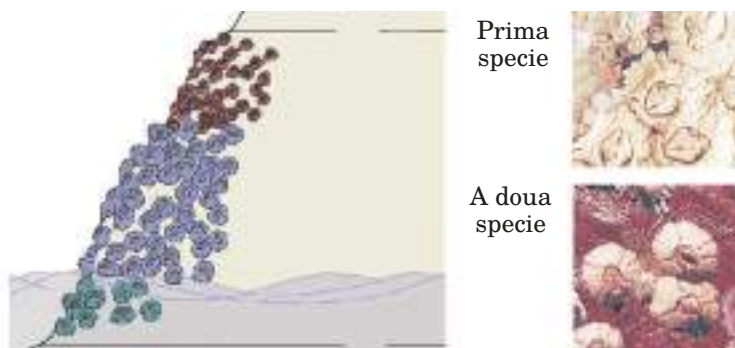
Des. 206. Principiile de separare a anumitor populații: 1 – după teritoriul pe care ele îl memorizează (dacă populațiile sunt separate spațial); 2 – după legăturile funcționale tipice între indivizii unei singure specii

Memorizăm: nișa ecologică este poziția trofică (determinată prin caracteristica hranei pe care o consumă) și spațială a populației de o anumită specie în ecosistem. Ea se formează în rezultatul interacțiunii cu populațiile de alte specii și cu factorii naturii nevăi.

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 aceeași 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 integrat 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).



Des. 208. Exemple cu animale, care formează populații nenumeroase și numeroase: 1 – tigru bengalez; 2 – lăcustele călătoare

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 biomasă (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* (urșii bruni, cârțițele, 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* – învățatură). 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, rațele 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



1



2



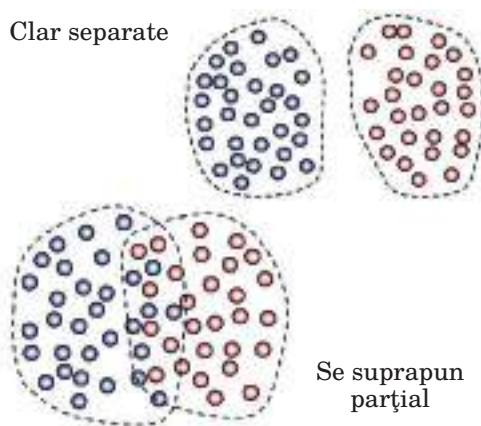
3

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 număra miliarde de indivizi.

Clar separate



Se suprapun parțial

Des. 210. Gradul de separare a populațiilor unei anumite specii

Memorizăm: fiecare specie biologică este un sistem biologic integrat numai cu condiția că între populațiile ei aparte se înfăptuiește 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 și va constitui premise pentru apariția noilor subspecii și specii.

Pe scurt despre principalul

Teoria sintetică a evoluției constituie un complex de idei despre procesul evoluționist, care a apărut în rezultatul sintezei principiilor darwinismului clasic cu teoria despre mutații și cu ideile despre populație ca unitate elementară a evoluției.

Schimbarea numărului populației, cauzată de diferiți factori, se numește „valurile populației”.

Fiecare populație are genofondul său, care se caracterizează printr-o anumită garnitură de gene alele și frecvență de concentrație a anumitor alele și a unirii lor. Genofondul populației se poate schimba în rezultatul acțiunilor diferitor factori evoluționiști: procesul mutațional, selecția naturală, valurile populației, izolarea, deriva genetică. Schimbările însemnate ale genofondului unor populații aparte ale speciei respective pot complica sau face imposibilă încrucișarea 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 aceleiași specii se pot deosebi atât prin garnitura de gene alele, cât și după frecvența concentrației anumitor gene alele și unirii lor.

Asupra genofondului populației pot influența indivizii care migrează activ dintr-o populație în alta și **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 și a unirii lor – așa-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 evoluționiste, care au loc în populații, poate fi apariția noilor subspecii, iar cu timpul și a noilor specii.

Termeni și noțiuni-cheie:

mutații în salt, teoria sintetică a evoluției, populația, nișa ecologică, valurile populației, microevoluția.

Verificați-vă cunoștințele 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 cunoașteți? 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 și genotip? Ce înseamnă areal? Cum se formează fructul la plantele cu flori? Care este însemnătatea fecundației duble la plantele cu flori?

Specia și criteriile ei. *Amintiți-vă:* **specia** este totalitatea indivizilor populației, asemănători după structură, procesele de activitate vitală, poziția în ecosisteme (specia ocupă o anumită nișă ecologică), populează o anumită parte a biosferei (areal), se încrucișează liber între ei (dacă le este caracteristic fecundația încrucișată) și dau urmași 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);

- totalitatea populațiilor asemănătoare între ele, care se deosebesc de alte populații ale aceleiași specii printr-o variantă sau câteva variante ale trăsăturilor, formează subspecia; existența subspeciilor atestă despre plasticitatea ecologică a speciei;

- în natură anumite specii nu se încrucișează cu altele, chiar dacă are loc hibridizarea, urmașii primiți nu sunt capabili de a se înmulți;

- populația este unitatea elementară a evoluției, doar în ea au loc toate procesele microevoluționiste (variabilitatea ereditară, valul populației, deriva genetică, selecția naturală și lupta pentru existență). Indivizii aparte, care formează populația, nu au un destin evoluționist propriu, doar toate evenimentele evoluției sunt realizate în decursul schimbărilor a câtorva generații în rezultatul încrucișării.

Apartenența indivizilor la o anumită specie este determinată după anumite criterii – după trăsăturile și proprietățile caracteristice pentru indivizii speciei date, între care sunt particularitățile structurii și procesele de activitate vitală asemănătoare, cerințele față de condițiile mediului de viață, genomul asemănător etc.

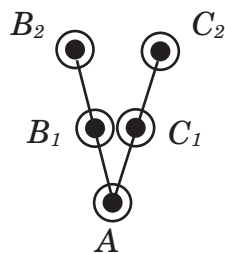
Mecanismele de creare a speciilor. Unul din tipurile procesului evoluționist este **crearea speciilor** – procesul de apariție a noilor specii și schimbării lor în timp. Anterior ne-am amintit că premisele pentru crearea speciilor sunt schimbările în genofondul unor populații aparte sau a unor grupuri de populații, asigurate de izolarea lor reproductivă.

Izolarea în interiorul speciei de lungă durată duce la aceea că anumite populații pot evoluționa independent de altele. Mutațiile, care apar la unele populații, nu pot trece la altele. Deriva genetică duce la aceea că la diferite populații în diferite direcții se schimbă genofondul. La rândul său, selecția naturală restructurează genofondul fiecărei populații izolate în direcția formării adaptației la condițiile concrete ale mediului de viață. De aceea, după genofondul lor populațiile izolate devin tot mai puțin asemănătoare cu populațiile altor specii.

Crearea speciilor se poate produce pe diferite căi, iar cel mai des pe calea divergenței, când de la forma paternă de bază apar două sau mai multe noi specii-urmașe. Noțiunea de **divergență** a fost introdusă de C. Darwin. Prin aceasta el a avut în vedere fenomenul deosebirii trăsăturilor la urmașii strămoșului comun ca urmare a acomodărilor la diferite condiții ale mediului înconjurător (des. 211).

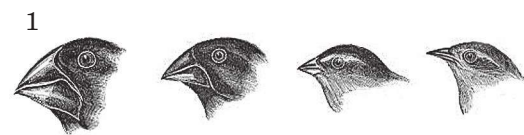
Crearea speciilor pe calea divergenței este rezultatul izolării. Potrivit tipurilor lor, există crearea geografică a speciilor și crearea ecologică a speciilor.

Crearea geografică a speciilor are loc în rezultatul izolării spațiale a populației speciei strămoșești. Există foarte multe exemple. Este vorba și de observările clasice ale lui C. Darwin pe arhipelagul Galapagos asupra varietăților 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 trăiește pe partea continentală a Americii de Sud, lângă țărmul căreia se află insulele arhipelagului. C. Darwin a explicat aceasta prin faptul că specia de pe continent, la timpul său, s-a mutat și pe insulele arhipelagului, unde în condițiile izolării, în rezultatul acomodării la anumite condiții



Des. 211. Schema care ilustrează procesul de divergență:
A – specia strămoșească;
 B_1, B_2, C_1, C_2 – speciile urmașe

Memorizăm: procesul de divergență nu numai că explică apariția noilor specii în procesul evoluției, dar și mărirea treptată a numărului lor, doar o singură specie strămoșească 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: atrageți atenția asupra faptului că diferite specii ale acestor păsări se deosebesc după forma ciocului, adaptat la hrana pe care o consumă; 2 – castorul european (a) și castorul canadian (b)



Des. 213. Speciile de pițigoii, care puteau să apară pe calea separării nișelor ecologice



Des. 214. Broasca comestibilă: specie care a apărut în rezultatul hibridizării broaștelor de iaz și de lac



Des. 215. Diferite specii de ciclode din lacul Victoria, apărute de la strămoșul comun

de pe o insulă sau alta, specia strămoșească a pus începutul unor specii caracteristice pentru fiecare insulă.

Pe teritoriul Eurasiei și Americii de Nord trăiesc două specii de castori: castorul european, extins pe teritoriul țărilor din Eurasia, și castorul canadian, extins în America de Nord și America Centrală (des. 212, 2). Se consideră că apariția acestor specii este legată de faptul că înainte (cu câteva sute de mii de ani în urmă) Asia și America de Nord erau unite cu un pod terestru și pe teritoriul lor comun trăia o singură specie de castori. După crearea strămtorii Bering și în rezultatul izolării geografice, această specie a pus începutul a două specii de sine stătătoare.

Crearea ecologică a speciilor are loc în rezultatul apariției diferitor forme de izolare ecologică în limitele arealului patern:

- apariția noilor specii în rezultatul măririi numărului garniturilor de cromozomi (poliploidizarea);
- apariția izolării reproductive a indivizilor în rezultatul restructurării cromozomiale;
- hibridizarea cu dublarea în continuare a numărului cromozomilor;
- apariția noilor specii prin împărțirea nișelor ecologice.

Ne referim la câteva exemple de creare ecologică a speciilor. Sunt cunoscute câteva specii apropiate de pițigoii (des. 213), care caută hrană asemănătoare sau diferită la diferite niveluri ale coroanei copacilor sau pe pământ. Astfel, fiecare dintre ele își are nișa sa ecologică. Broasca comestibilă (des. 214) a apărut în rezultatul hibridizării broaștelor de iaz și 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 pește – ciclode, care se deosebesc între ele după morfologie, modul de viață, comportament și prin mai multe trăsături. Analiza moleculară și genetică demonstrează că acești pești provin de la un strămoș comun (des. 215).

Mai există un tip de creare a speciilor – transformarea speciilor existente: specia-strămoșească se transformă în specii-urme în decursul unei perioade îndelungate de timp. Această metodă de creare a speciilor se observă atunci, când schimbarea condițiilor de existență 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



diferite epoci geologice. Drept exemplu pot servi speciile unor gastropode din lacurile Sloveniei, lacurile mari din Africa și America de Nord. Fiecare din speciile contemporane ale acestor moluște au un lanț lung de specii-predecesoare (des. 216).

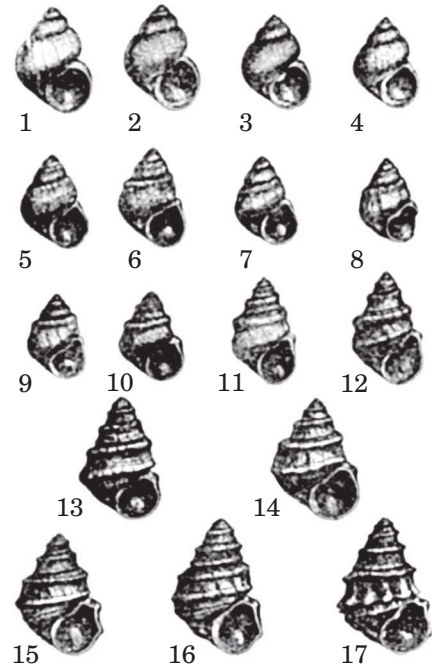
Direcțiile procesului evoluționist. Știți deja că una din direcțiile principale ale evoluției este divergența. Alte direcții ale procesului evoluționist sunt convergența și paralelismul.

Convergența se manifestă atunci, când organismele neînrudite nimeresc în condiții asemănătoare de existență. De aceea la ele, independent una de alta, pot apărea adaptări asemănătoare (des. 217, I). Astfel, la balenele cu dinți (clasa Mamifere) în rezultatul adaptării la vânătoarea activă a apărut forma corpului asemănătoare cu cea a rechinilor (clasa Pești cartilaginosi), iar extremele din față se aseamănă cu înotătoarele. O înfățișare asemănătoare aveau și târâtoarele răpitoare – ihtiozaurii (des. 217, II, 1). Tulpini suculente sunt considerați atât cactușii, cât și unele Euphorbia, deși aceste plante țin de diferite subordine ale clasei Dioicelor (des. 217, II, 2).

În rezultatul convergenței la organismele neînrudite se schimbă numai anumite organe, în primul rând acele, care contractează cu mediul înconjurător. De exemplu, extremele din față ale focilor (familia Phocidae) și ale cetaceelor (familia Cetacea) le asigură mișcarea în apă, de aceea s-au transformat în aripioare. Iar planul general al structurii acestor organisme a rămas neschimbat.

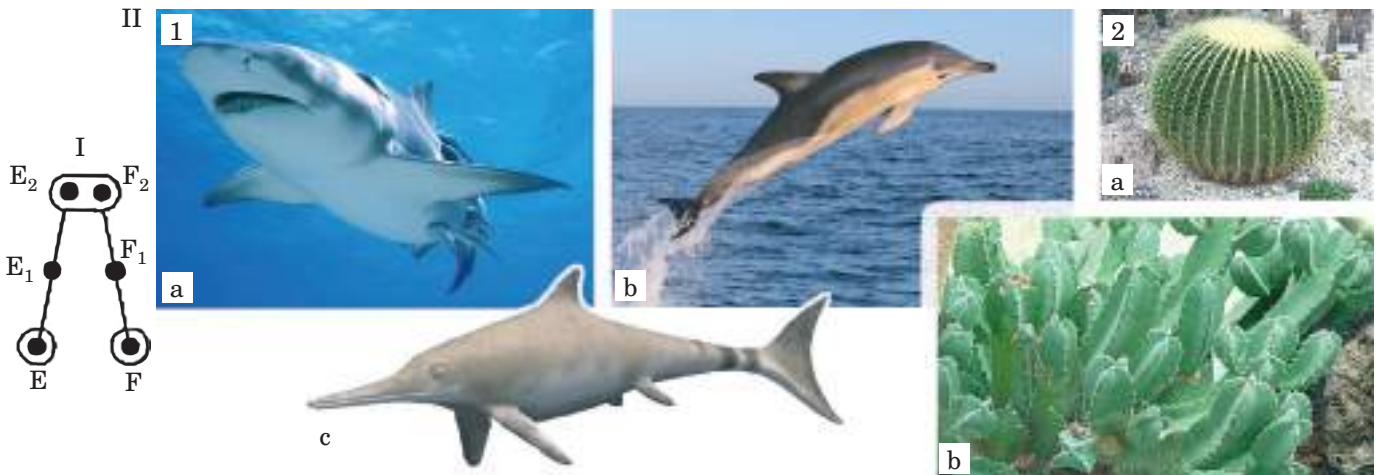
Deși majoritatea speciilor au fost create pe calea divergenței, însă în continuare speciile-fiice, nimerind în condiții asemănătoare ale mediului înconjurător, independent una de alta s-au acomodat la ele. Deci, și adaptarea la mediul înconjurător la ele poate decurge independent una de alta – paralel (des. 218. I). Iată un exemplu. Între reprezentanții familiei Piscicilor sunt cunoscute așa-numitele animale cu dinții sabie (des. 218. II. 1, 2). Aceste animale răpitoare au trăit pe teritoriul Americii de Nord, după dimensiuni se aseamănă cu râșii contemporani, aveau coadă lungă. Având colți puternici, ei puteau să vâneze prăzile mari.

Deci, la reprezentanții a două genuri dispărute din diferite familii ale ordinului Carnivorelor, care provin de la un strămoș

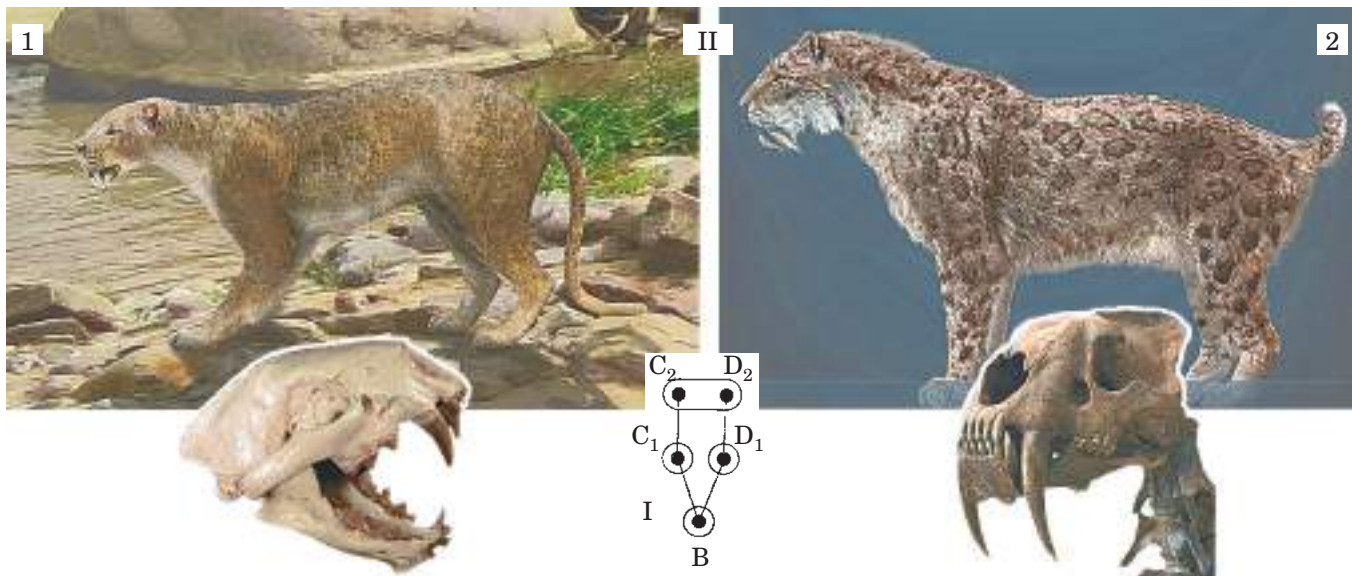


Des. 216. Lanțul succesiv al gastropodelor – de la cele contemporane (1) și până la cele mai vechi (17)

Memorizăm: în mod real în natură există numai specii, categoriile de sub-specii au fost introduse de savanți pentru comoditatea în studierea diversității biologice, proceselor evoluționiste etc. Aparținerea 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 convergență (D și E – speciile strămoșești; D₁, D₂ și E₁, E₂ – specii-urmașe). II. Exemple de convergență: 1 – răpitori activi din mediul acvatic: a – rechinul alb; b – delfinul comun; c – ihtiozaurul; 2 – tulpini suculente: a – cactusul; b – Euphorbia



Memorizăm: paralelismul înseamnă apariția trăsăturilor asemănătoare pe baza genetică comună.

Pe scurt despre principalul

Procesul evoluției, potrivit lui C. Darwin, se poate desfășura pe calea divergenței (deosebirea trăsăturilor la urmașii strămoșului comun) sau a convergenței (formarea trăsăturilor asemănătoare la organisme 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 și 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 și ecologice, care se bazează pe diferite forme de izolare: respectiv geografic (legată de izolarea în spațiu) și ecologică (fără izolarea în spațiu). Sunt posibile și alte variante de formare a speciilor, de exemplu, calea transformării speciilor existente: specia-strămoș se transformă în specie-urmaș în decursul unei perioade îndelungate de timp.

Des. 218. I. Schema care ilustrează paralelismul: de la specia-strămoș B, pe calea divergenței, apar două specii-fiice C_1 și D_1 , care pot nimeri în condiții asemănătoare de existență și se pot dezvolta independent una față de alta. II. 1. Dinictis – reprezentantul unui gen dispărut al familiei dispărute Nimravidae (așa-numiții tigri cu dinți sabie). 2. Smilodon – reprezentanții acestui gen de pisici cu dinți sabie (familia Pisicilor) au trăit cu 2,5 milioane – 10 mii de ani în urmă pe teritoriul Americii de Nord și de Sud

comun, s-au format trăsături asemănătoare – colți puternici ca adaptare la vânătoarea de pradă mare.

Fenomenele evoluției paralele trebuie deosebite de cele ale convergenței. Paralelismul întotdeauna începe de la procesul divergenței. În cazul evoluției paralele trăsăturile asemănătoare se formează independent de grupurile de organisme de înrudire apropiată, adică a acelor care au multe grupuri de gene comune. De aceea, în genofondul speciilor înrudite este firească apariția unor asemenea mutații, în baza cărora se formează asemenea trăsături.

Amintiți-vă: procesele evoluționiste, care duc la apariția taxonilor supraspecie (genuri, familii etc.), sunt numite *macroevoluție*. În acest caz factorii evoluționiști sunt variabilitatea ereditară, izolarea teritorială și reproductivă etc.

Termeni și noțiuni-cheie:

crearea speciilor, criteriile speciei, divergența, convergența, paralelismul.

Verificați-vă cunoștințele 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 și ecologică a speciilor? 4. Oare poate crearea speciilor avea loc fără divergență? Argumentați răspunsul. 5. Ce este convergența? Dați exemple de evoluție convergentă? 6. Caracterizați paralelismul ca direcție a evoluției.

Chibzuiți



1. În care caz speciile-fiice, care provin de la un strămoș comun, vor fi mai mult asemănătoare între ele: în cazul creării geografice a speciei sau în cazul creării ecologice a speciei? 2. Ce este comun și deosebit în procesele micro- și macroevoluției?

§42. ROLUL DIFERITOR ȘTIINȚE 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?

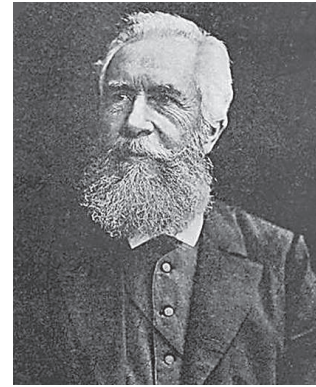
Antrenarea datelor diferitor științe pentru confirmarea realității procesului evoluției și clarificarea direcțiilor evoluției unei grupe aparte de organisme pentru prima dată a fost propus de eminentul savant german E. Haeckel (des. 219). Anume el este considerat fondatorul direcției filogenetice în 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.

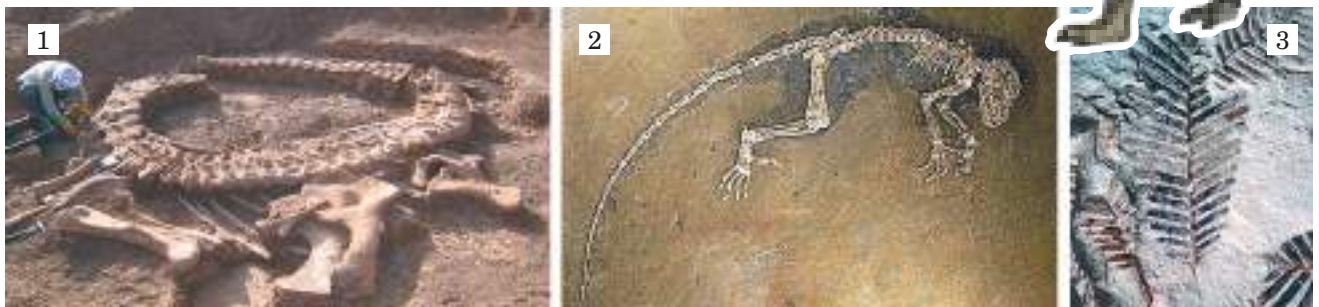
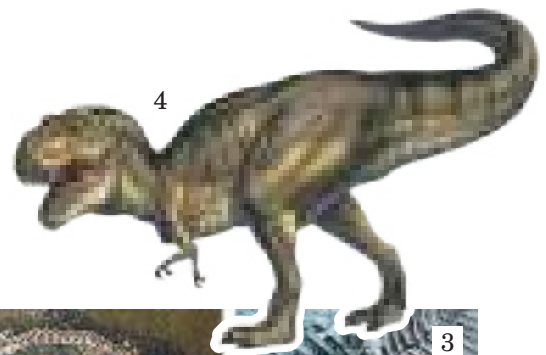
Paleontologia este știința despre organismele care au trăit în fostele perioade geologice. Savanții-paleontologi descoperă resturi ale organismelor împietrite, sub formă de amprente pe straturile de cărbune, urme ale activității lor vitale (des. 220). Ei reconstruiesc înfățișarea lor exterioară (des. 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 strămoșesti 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.

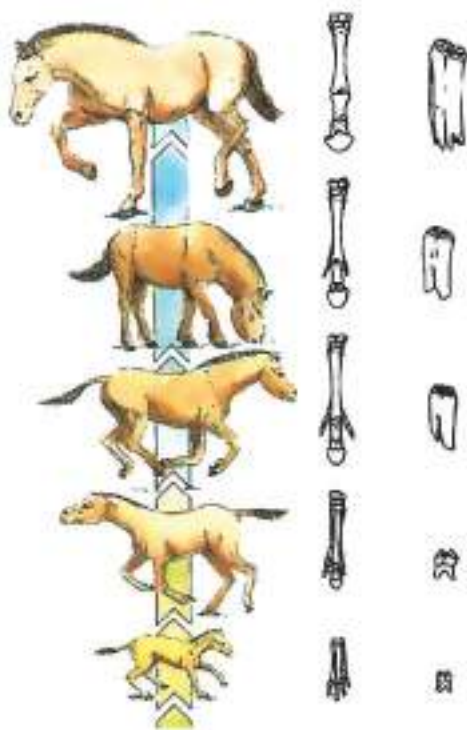


Des. 219. **Ernst Heinrich Haeckel** (1834–1919): renumit biolog german, fondatorul direcției filogenetice în teoria evoluționistă, unul dintre autorii legii biogenetice, autorul termenului „ecologia”; primul a propus să fie comparate datele diferitor științe pentru stabilirea relațiilor de rudenie dintre 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)

Memorizăm: sistemul de organisme include nu numai speciile contemporane, dar și cele din fostele perioade geologice.



Des. 221. Arborele filogenetic al calului, creat de V. O. Kovalevski.

Temă. Analizați schimbările care au avut loc la aceste animale în procesul evoluției.



Des. 222. Legea biogenetică se bazează pe stadiile comparative de dezvoltare:

1 – a peștelui; 2 – a salamandrei;
3 – a broaștei țestoase; 4 – a șobolanului;
5 – a omului

la cinci la unu (*chibzuiți* 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**.

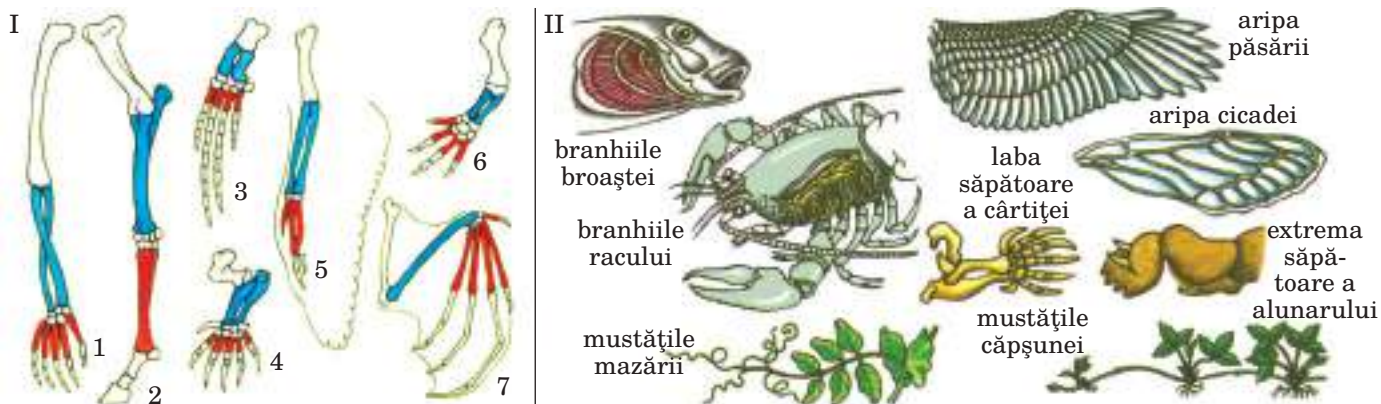
Embriologia comparativă este știința, care cercetează particularitățile dezvoltării embrionare a diferitor grupuri de organisme; descoperă trăsăturile asemănătoare și cele diferite la stadiul de dezvoltare embrionară ale diferitor, dar înrudite, grupuri de organisme. Studiind particularitățile dezvoltării 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 provenienței 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 (picioarul 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 liliacilor 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



Des. 223. Exemple de organisme omologe (I): 1 – extrema din față a maimuței; 2 – a calului; 3 – a balenei; 4 – a cârțiței; 5 – a păsării; 6 – a salamandrei; 7 – a liliacului (temă: numiți funcțiile acestor extreme); și de organe analoge (II)

unei anumite specii, care și-au pierdut funcțiile în decursul dezvoltării lor istorice (des. 224). Ele sunt la toți indivizii unei anumite specii (de exemplu, resturile brăului bazinului la balene, ochii nedezvoltați la cârțițe, rudimentele frunzelor la rizomii chirului, crinului etc. des. 224). Rudimentele ori nu îndeplinesc nici o funcție, cum ar fi rudimentul celei de-a treia pleoape – membrana ce miște – la mamifere, sau își asumă noi funcții. De exemplu, rudimentul celei de-a doua perechi de aripi la muște, care și-au pierdut funcțiile de zbor, dar ajută la menținerea 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 strămoșilor lor (vezi des. 193).

Biogeografia este știința despre legitatea extinderii pe globul pământesc a speciilor de ființe vii și a grupărilor lor – a complexelor biogeografice. Datele biogeografiei sunt folosite pentru a clarifica originea florei și faunei din anumite regiuni ale planetei noastre. De exemplu, pe teritoriul Eurasiei și Americii de Nord există asemenea ecosisteme asemănătoare, în componența cărora intră specii de animale și plante apropiate, de exemplu arțarul obișnuit și arțarul american, nurca europeană și nurca americană, castorii european și 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).

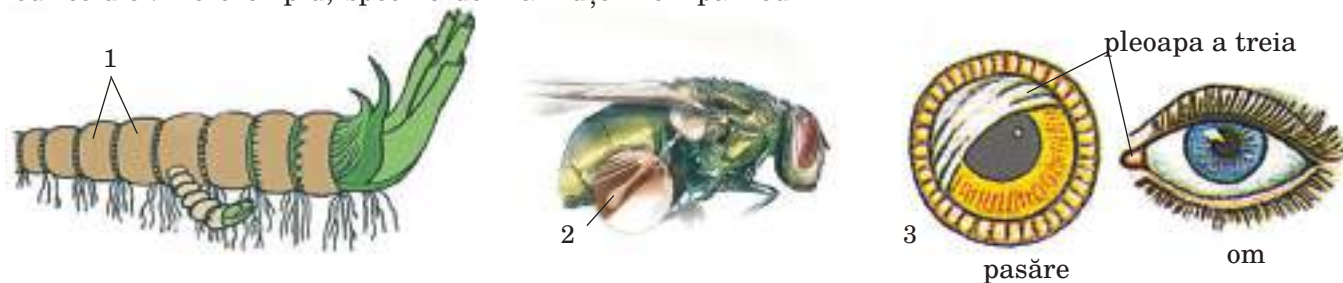
Amintiți-vă: pe ce se bazează metoda citogenetică de cercetare. Știți deja că fiecare specie de organisme are cariотipul său – o anumită garnitură de cromozomi, aflată în nucleul celulei. De exemplu, speciile de maimuțe – cimpanzeul



Des. 225. Aspectul exterior al balenei albastre (1) și rechinului-balenă (2). Trăsăturile care au apărut în rezultatul convergenței, care deseori servesc drept exemplu de organe analoge. Astfel, înotătoarea de la coada balenei este doar o convoluție a pielii.

E interesant să știm

Pe desenul 225 sunt prezentați doi locuitori ai mărilor: balena albastră, care ține de clasa Mamifere, și rechinul-balenă – reprezentantul clasei Pești cartilaginoși. Ei au trăsături exterioare asemănătoare (chibzuiți care).



Des. 224. Exemple de rudimente: 1 – frunze rudimentare la rizomii crinului; 2 – cea de a doua pereche de aripi rudimentare la muște; 3 – membrana rudimentară la ochii mamiferelor



Des. 226. Specii apropiate care populează teritoriile din Eurasia și America de Nord. 1. Frunză de arțar obișnuit. 2. Frunză de arțar american. 3. Nurcă europeană – animal mic (de la nas și până la coadă are 65 cm lungime) din familia Piscivorilor. Trăiește în vizuini pe malul apelor din Europa și Asia de Vest. Este introdusă în Cartea Roșie a Ucrainei. 4. Nurcă americană, după modul de viață, se aseamănă cu cea europeană, însă are o dimensiune mai mare (până la 80 cm lungime). S-a aclimatizat în Europa, unde o strămoșează pe cea europeană. 5. Castor european. 6. Castor canadian. Se deosebește de castorul european prin dimensiuni mai mici și are o coadă mai lată și 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. Urmașii strămoșului comun, nimerind în diferite condiții de existență, se adaptează la noile condiții, de aceea înfățișarea exterioară a organismelor omologe se schimbă: astfel, aripioarele balenei au fost accommodate pentru a servi la înot, aripile liliacului pentru zbor, labele din față ale cârțiței 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 același mediu. Este un exemplu al convergenței. Deci, și liliecii, și insectele sunt capabile să zboare. Însă, aripile liliacului prezintă o modificare a extremității din față, iar aripile insectelor – formațiuni ale învelișului 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 strămoșești cu celula autotrofă a cianobacteriilor, iar mitocondrii – cu celula heterotrofă aerobă a bacteriilor. **Amintiți-vă:** aceste organele au material ereditar propriu, ribozomi proprii, capabili să se înmulțească prin diviziune, independent de diviziunea celulei.

Termeni și noțiuni-cheie:

arborele filogenetic, legea biogenetică, organele omologe și analoge, rudimentele.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Ce este filogeneza și arborele filogenetic? 2. Ce confirmă legea biogenetică? 3. Care organe sunt numite „omologe” și care „analoge”? 5. Ce sunt rudimentele și atavismele? 5. Ce însemnătate au pentru teoria evoluționistă datele cercetărilor moleculare și genetice?

Chibzuți



1. Cu ajutorul profesorului dați exemple de organe omologe și analoge la animale și plante și argumentați-vă părerile. 2. Din materialul precedent ați aflat ce sunt organitele, cum cloroplastele și mitocondrii au putut să apară pe contul simbiozei anumitor tipuri de celule procariote din celula strămoșească 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 ȘI CELE ȘTIINȚIFICE PRIVIND APARIȚIA ȘI DEZVOLTAREA ISTORICĂ A VIEȚII

Amintiți-vă în ce constă contribuția lui Carl Linnaeus la dezvoltarea biologiei. Ce categorii taxonomice știți? Ce este ipoteza, regula, legea, teoria în biologie? Ce este divergența?

Am examinat datele diferitor științe biologice, care demonstrează realitatea procesului evoluționist, și am stabilit direcțiile principale ale evoluției materiei vii pe planeta noastră. Nu apare nici o îndoială că direcțiile principale ale evoluției au fost generate de complicația organizării organismelor vii.

Dezvoltarea treptată a materiei vii de la formele simple la cele complicate a cauzat relațiile 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 componența celulelor, celulele – în componența țesuturilor și organismelor, organismele – în componența populațiilor și speciilor, speciile – în componența ecosistemelor, ecosistemele – în componența unicului ecosistem global – biosfera.

Unitatea elementară a evoluției este populația organismelor, iar mediul schimbărilor evoluționiste – ecosistemele, în care toate populațiile sunt legate reciproc cu legături trofice, spațiale etc. și de aceea influențează una asupra alteia. Procesele microevoluționiste, care au loc în populații, pot cauza schimbarea genofondului lor, ceea ce formează premise pentru crearea speciilor – apariția noilor specii. La rândul său, crearea speciilor, de obicei, are loc cu ajutorul divergenței – proveniența urmașilor de la strămoșul comun. Datorită acestui fapt, savanții stabilesc grupuri sistematice de organisme, care



Memorizăm: studierea rudimentelor și atavismelor este o etapă necesară pentru clarificarea relațiilor de rudenie ale diferitor grupuri de organisme, adică a originii lor comune.

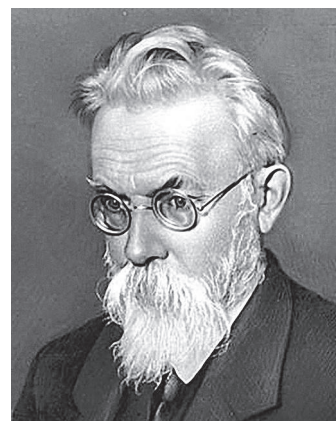


Memorizăm: unitatea planului de structură al diferitor grupuri de organisme atestă despre unitatea lumii organice. Diversitatea lor este rezultatul procesului evoluționist.



Pe scurt despre principalul

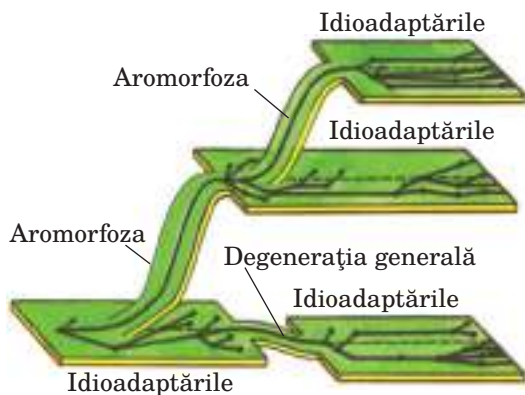
Pentru demonstrarea realității procesului evoluționist, clarificarea gradului de rudenie al diferitor grupuri de organisme sunt folosite datele mai multor științe: anatomia comparativă, paleontologia, embriologia comparativă, biogeografia, citologiei, ecologia, biologia moleculară etc.



Des. 227. Vernadski Volodymyr (1863–1945): eminent savant ucrainean, a creat concepția despre biosferă și noosferă, fondatorul noii științe – biochimia, care studiază activitatea diferitor grupuri de organisme în ceea ce privește transformarea învelișului planetei noastre. Este unul dintre fondatorii Academiei Ucrainene de Științe (în prezent – Academia Națională de Științe a Ucrainei) și primul președinte al ei. Este fondatorul Bibliotecii Naționale a Ucrainei (care îi poartă numele)



Des. 228. Tipul Artropodelor este un exemplu al grupului de animale monofiletice. **Temă.** Cu ajutorul profesorului numiți grupele de care țin artropodele prezentate pe desen.



Des. 229. Căile de atingere a progresului biologic

Memorizăm: specializarea îngustă a speciilor deseori este consecința posibilei concurențe: ea poate reduce acuitatea concurenței între ele.

includ toți urmașii strămoșului comun (împreună cu cei care au dispărut în procesul evoluției (des. 228). Ei sunt numiți urmași *monofiletici*.

Amintiți-vă: toți factorii ecologici, care acționează asupra organismelor și grupărilor lor, sunt, totodată, și factori ai evoluției. În procesul evoluției, de obicei, supraviețuiesc indivizii cei mai bine adaptați, cei mai slab adaptați – pier.

Direcțiile principale ale procesului evoluționist. În anii 20 ai secolului al XX-lea O. M. Severțov (vezi des. 205, 1) a elaborat învățătura despre procesul și regresul biologic. **Procesul biologic** este rezultatul adaptării perfecte a organismelor la condițiile de trai. O manifestare a progresului biologic este predominarea în populație a natalității asupra mortalității. Savantul a dat drept exemple de progres biologic mărirea numărului indivizilor, extinderea arealului, crearea noilor subgrupuri în mijlocul anumitor grupuri sistematice.

Apariția noilor adaptații la mediul de viață reduce mortalitatea și, prin urmare, crește numărul indivizilor. Creșterea densității populației intensifică concurența în interiorul speciei. Aceasta îi face pe indivizii speciei să-și schimbe locul, să extindă arealul. Drept consecință, se creează noi populații și subspecii. De exemplu, în starea progresului biologic în prezent se află asemenea specii: cioara sură, șvabul roșcat, iepurele sur, pinul obișnuit, chirul; între taxonomii de cel mai înalt grad – angiospermele, insectele, gastropodele, păsările, mamiferele etc.

Spre deosebire de progresul biologic, **regresul biologic** este rezultatul incapacității unei anumite grupe de a se acomoda la schimbările mediului. El se manifestă prin reducerea numărului organismelor, îngustarea arealului și poate duce la dispariția acestei grupe. De exemplu, în ordinul Prolosciea, care pe timpuri a cunoscut o dezvoltare, în prezent au rămas numai două specii – elefantul african și cel indian, care se află sub pericolul dispariției complete.

Progresul biologic poate fi atins pe diferite căi: complicarea organizării (aromorfoza), schimbările morfologice fără ridicarea sau reducerea nivelului general al organizării (idioadaptarea) și simplificarea organizării (degenerația generală) (des. 229).

Aromorfoza este transformarea evoluționistă care sporește nivelul de organizare a organismului în ansamblu și deschide noi posibilități pentru cucerirea noilor medii de existență. De exemplu, apariția inimii cu patru camere a contribuit la circuitul sângelui prin sistemul venos și arterial și a condiționat apariția sângelui cald, astfel temperatura corpului la păsări și mamifere mai puțin depinde de temperatura din mediul ambiant; apariția florilor la plantele angiosperme a dus la diversificarea procedeele de polenizare, la apariția procesului de fecundație dublă.

Idioadaptarea înseamnă schimbările în structura organismului, care au particularitatea de adaptare la diferite condiții și nu-i schimbă nivelul organizării lui. Exemple de idioadaptare – structura florilor angiospermelor, acomodată la diferite procedee de polenizare (cu ajutorul insectelor, vântului etc.); diversitatea organelor gurii la insecte, acomodată la diferite feluri de hrană etc. (des. 230).

Degenerația generală este un fenomen de simplificare a organismelor în procesul evoluției. Ea este caracteristică

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.

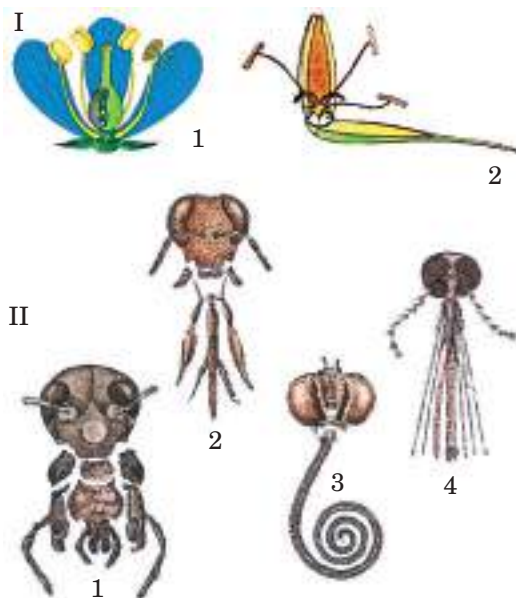
Creacionismul (din latină *creationis* – creație) este o concepție, în conformitate cu care lumea anorganică și toate ființele vii, inclusiv omul, au fost create de Dumnezeu. Opiniile creacioniștilor se bazează pe textele din Cărțile Sfinte: Biblia (la creștinism), Tora (la iudaism), Coranul (la islamism). Creacionismul 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) și florii polenizate de vânt (2); II – organele gurii insectelor de tipul rozător (1) – predispus la consumarea hranei solide; de tipul rozător și de lingere a hranei (2) – predispus pentru lingerea hranei lichide; de tipul de sugere (3) – predispus la sugerea nectarului; de tipul de înțepare-sugere (4) – predispus pentru înțeparea membranei plantelor, pielii animalelor și omului și de a suge din plante suc, de la animale și om – sânge



Des. 231. Învățați din Grecia antică – autorii primelor ipoteze despre apariția vieții: 1 – **Anaximandru** (aproximativ 610–546 î.e.n.): unul dintre primii a lansat ipoteza despre apariția lumii, a introdus termenul „lege”; 2 – **Aristotel** (384–322 î.e.n.): eminent savant din Grecia antică, considerat părintele biologiei. Lui îi aparțin primele lucrări biologice, în deosebi „Istoria animalelor”, în care a descris speciile de animale pe care le-a cunoscut (circa 500) și a încercat să le clasifice. Clasificarea animalelor, propusă de el, a existat multe secole, până la C. Linnaeus



Des. 232. Louis Pasteur (1822–1895) – eminent microbiolog francez. A descoperit esența proceselor de fermentație și agenții patogeni ai multor boli la om, a devenit unul dintre fondatorii unor astfel de științe ca microbiologia și imunologia. A creat vaccin împotriva rabiei și 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 concetățeanul nostru I. I. Mecinikov

E interesant să știm

Adeptul ideii apariției vieții de la sine a fost și J.-B. Lamarck (vezi des. 1). *Amintiți-vă*: el considera că unele specii de organisme în procesul evoluției trec în altele, cu un nivel mai înalt de organizare. El cunoștea și exemple de dispariție a anumitor specii de organisme, în rezultatul cărora diversitatea de specii de pe planeta noastră urma să se reducă. Deoarece J.-B. Lamarck nu cunoștea procesul divergenței, pe care l-a descoperit C. Darwin, menținerea diversității speciilor era explicată de el prin autoregenerarea permanentă a noilor specii.

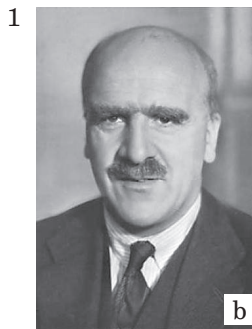
de milioane de ani până la apariția primelor ființe vii. După cum atestă datele geologice, atmosfera primară a Pământului era compusă din dioxid de carbon, metan, amoniu, oxid de Sulf, hidrogen sulfurat și vapori de apă. Oxigenul liber în atmosferă și ecranul de ozon lipseau, și pe suprafața terestră și a Oceanului mondial cădeau activ razele solare, inclusiv cele ultraviolete. În rezultatul activității vulcanice înalte în ocean și în atmosferă din adâncul Pământului pătrundeau diferiți compuși chimici. În atmosfera Pământului erau dese furtunile, descărcările electrice – fulgere – care ajungeau pe suprafața Oceanului mondial primar. Toate acestea au condiționat reacțiile chimice între diferiți compuși anorganici, în timpul cărora au putut fi create substanțe organice.

Compușii organici, creați în oceanul primar, s-au adunat împreună, separați de un înveliș apos – *picăturile coacervate* (des. 233, 2). Ele se comportau ca sisteme deschise: a apărut capacitatea de a absorbi din afară diferiți compuși din azot. În rezultat, dimensiunile picăturilor coacervate s-au mărit, asemănându-se cu creșterea celulelor. În soluțiile concentrate de substanțe organice în interiorul picăturilor coacervate puteau să aibă loc diferite procese biochimice, care în mod teoretic puteau să cauzeze apariția moleculelor, capabile la autocreare (așa 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 – *protobionți*. De la asemenea grupări de compuși organici organizate, inclusiv biopolimeri, puteau să apară celulele primare – *procelule*.

Până în prezent, în condițiile de laborator nu s-au putut obține în mod experimental celule primitive din grupările de compuși organici. Deci, și apariția vieții pe calea sintezei abiogene a compușilor organici până acum rămâne discutabilă, doar lipsește confirmarea experimentală.

E interesant să știm

Noua etapă a opiniilor despre apariția de la sine și evoluția vieții pe planeta noastră este legată de ideile așa-numitei **lume a moleculelor de ADN**. Pentru prima dată ele au fost exprimate de microbiologul american **Carl Richard Woese** (1928–2012) și preluate apoi de chimistul britanic Leslie Eleazer Orgel (1927–2007) și de fizicianul american **Walter Gilbert** (născut în 1932). Presu-



Des. 233. Ipoteza biochimică a apariției vieții pe Pământ: 1 – autorii ipotezei: Aleksandr Oparin (1894–1980) (a) și John Sanderson Haldane (1892–1964) (b); 2 – schema creării picăturilor coacervate

punerile lor se bazează pe aceea că moleculele de ADN pot păstra nu numai informația ereditară, ci și 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 și 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 și capacității catalitice. Apariția noilor mutații putea cauza și 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 și moleculele proteice, care se sintetizează. Interesant e că în unele ARN care conțin viruși, de exemplu HIV, moleculele de ARN servesc matrice 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 veșnice*. 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 și *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.

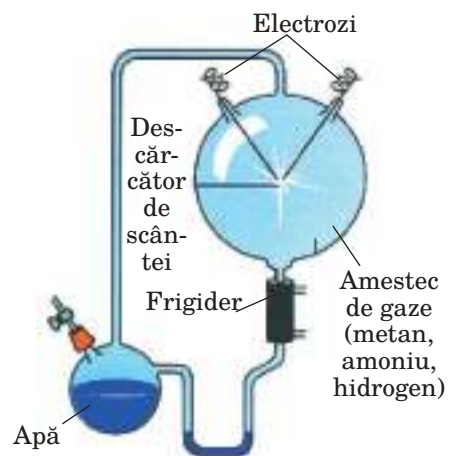
Ipoteza panspermiei presupune că sporii procariotelor pot, fără a pierde capacitatea vitală, să reziste la aflarea în vid la temperaturile apropiate de zero absolut ($-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$), radiația mare și ultravioletă, adică condițiile spațiului cosmic. Ele ușor pătrund în straturile de 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 desfășurat în diferite direcții, în corespundere cu condițiile mediului pe anumite obiecte cosmice.

Des. 235. Adepții ipotezelor biogene de apariție a vieții pe pământ: 1 – Anaxagora (circa 500–428 î.e.n.) – filozof din Grecia antică, matematician și astronom; 2 – Arenius Svante August (1859–1927) – renumit fizician suedez, chimist și astronom, laureat al Premiului Nobel pentru chimie (1903)

E interesant să știm

Posibilitatea sintezei compușilor 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 și 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 și 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 scânteii, care imitau fulgerele. Balonul de sticlă cu apă era încălzit pentru apariția vaporilor. Apoi dispozitivul era răcit și apa devenea mai condensată. Cu ajutorul lui au fost sintetizați patru aminoacizi.



Des. 234. Dispozitivul construit de S. Miller și G. Iuri, cu ajutorul căruia a fost demonstrată posibilitatea sintezei compușilor organici cu molecule joase din substanțe neorganice



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 și 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 compușilor organici cu cei anorganici, cu apariția în continuare a celulelor primare și evoluției acestora. Ipotezele biogenezei explică apariția vieții pe planeta noastră prin aducerea ei din cosmos (ipoteza panspermiei).

Termeni și noțiuni-cheie:

progres biologic, regres biologic, aromorfoză, idioadaptare, degenerare generală, creaționism, ipotezele abiogenezei și biogenezei.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Ce este progresul biologic și 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?

Chibzuți



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 vedere 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) și câteva dispărute (de exemplu, australopitecii).

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 și lemuri, 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 și 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 mișcări, inclusiv cele de luare.

Despre proveniența omului de la strămoși asemănători cu animalele atestă unele rudimente și 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 strămoșii comuni cu maimuțele antropomorfe atestă și datele cercetărilor moleculare și genetice. *Amintiți-vă*: genomul omului și cel al cimpanzeului se aseamănă în proporție de 99 %. Sunt foarte apropiate și cariotipurile omului și cimpanzeului: în garnitura diploidă a omului sunt 46 de cromozomi, iar la cimpanzeu – 48.

Procesul de origine și evoluție a omului se numește antropogeneză (din greacă *antropos* – om și *genesis* – origine). Spre deosebire de evoluția altor specii de primat, evoluția Omului înțelept are particularitățile sale: ele sunt legate de mersul vertical, capacitatea de a munci și 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 și 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.

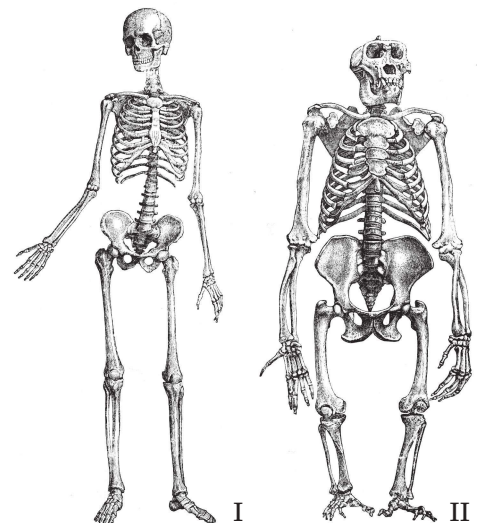
În legătură cu mersul vertical la omul contemporan au devenit mai puternice extremele inferioare, mai masive oasele centurii pelviene, deoarece pe extremele inferioare se bazează masa corpului. Talpa omului a căpătat o formă boltită, ceea ce reduce din oboseală în timpul mersului îndelungat sau în timpul alergării (*amintiți-vă*: suprafața de sprijin a extremelor se reduce la animalele, predispușe 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 și 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 strămoșul comun al cimpanzeului și omului a existat aproximativ cu 6 milioane de ani în urmă. Genele succesiunii acestor două specii coincid în proporție de 99 %. În același timp, rezultatele analizei genomului omului atestă despre asemănarea foarte înaltă a succesiunii ADN la diferiți indivizi: la orișicare 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) și gorilei (II). **Temă.** Studiați cu atenție desenul și, folosindu-vă de textul din manual, găsiți deosebiri în structura scheletului omului și cel al gorilei și explicați însemnătatea lor

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 și al doilea.

Memorizăm: evoluția omului de la început s-a bazat pe aceleași legități biologice ca și evoluția altor locuitori ai planetei noastre. Capacitatea de a merge în poziție verticală a eliberat extremele superioare, care au însușit obișnuința de a meșteri unelte de muncă și de le aplica la efectuarea operațiilor de muncă complicate. Activitatea de muncă în comun a contribuit la o comunicare mai strânsă între membrii comunității omenești, la apariția vorbirii articulate și al celui de-al doilea sistem de semnalizare. Toate acestea, la rândul lor, au asigurat dezvoltarea conștiinței. Vorbirea articulată și au creat condiții pentru acumularea experienței, obținute de generațiile precedente și transmise urmașilor. Astfel în procesul evoluției omului – antropogenezei – factorii biologici treptat și-au pierdut însemnătatea, în schimb a crescut simțitor rolul factorilor sociali, care au și condiționat formarea speciei Omul înțelept ca **ființă biosocială**.

E interesant să știm

Cum strămoșii 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 ascunzișul de plante pentru a observa la timp pericolul. Alte ipoteze afirmă că mersul în poziție verticală a apărut la strămoșii 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 ușurează ținerea corpului în poziție verticală și reduce tremurul și contuziile creierului în timpul săriturilor sau căderilor. Coșul pieptului a căpătat forma conului tăiat. Aceasta, pe de o parte, a mărit volumul lui, iar pe de altă parte – ajută la menținerea mai ușor a echilibrului în timpul mersului în poziție verticală.

Forțele motrice ale antropogenezei au fost nu numai factorii biologici, ci și sociali. Strămoșii omului contemporan au dus un mod de viață social. Ei au trăit în grupuri, vânau în mod colectiv, împreună se apărau de dușmani, educau urmașii. 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 meșterească unelte de muncă, să obțină și 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 și al doilea.

Activizați-vă cunoștințele!



Sistemul de semnalizare constituie totalitatea proceselor reflectorii, care asigură primirea și analiza informației, formarea reacției corespunzătoare a organismului la anumite iritații. **Primul sistem de semnalizare** există atât la om, cât și la animale. El primește 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 și istoric, în rezultatul comunicării omului în timpul îndeplinirii acțiunilor comune. Cuvintele, pe care omul le rostește, le aude sau le citește, prezintă semnale convenționale, pe care le primește și le identifică scoarța emisferelor mari ale creierului.

Vorbirea articulată a influențat și asupra dezvoltării progresiste a creierului omului, capacității de a gândi abstract (**amintiți-vă:** ce este aceasta).

Etapetele principale ale evoluției omului. Până acum continuă discuțiile privind posibilul strămoș nemijlocit al speciei Omul înțelept, deoarece nu au fost descoperite formele care ar putea fi considerate de tranziție între speciile dispărute ale genului Omului și ale speciei Omul înțelept. De aceea, pot fi numai examinate etapele principale ale evoluției omului contemporan.

Savantii consideră că cel mai aproape de genul Om este **australopitecul**¹ (din latină *australis* – de sud și 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 și omului contemporan: dezvoltarea slabă a

¹ Potrivit opiniilor contemporane, genul Australopithec include șase specii. Denumirea „australopiteci” se referă nu numai la genul Australopithec, ci încă la cinci genuri apropiate ale primatelor superioare, care au dispărut.

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 vânatoare. 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 gătitul 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. Australopithecul



Des. 238. Omul îndemânatic



Des. 239. Omul lucrător



Des. 240. Omul vertical

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 încrucișată cu cea a Omului înțelept.



Des. 241. Omul neanderthalian



Des. 242. Omul înțelept (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 superciliare masive. Volumul creierului era în medie de 1600 cm³. Măinile 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 superciliare 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 înțelept¹ 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 străbunii 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 agricultura: 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 Antarcticii. 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.

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 și noțiuni-cheie:

antropogeneza, australopitecii, Cro-Magnon, Omul înțelept.



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 și 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 și centurii pelviene).

Specia Omul înțelept este unica specie contemporană a genului Oameni. De acest gen țin și 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 și negroidă.

Verificați-vă cunoștințele 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?

Chibzuți



Ce este comun și diferit în evoluția Omului înțelept și maimuțelor antropomorfe?

Temă creativă. Propuneți variantele proprii de aplicare a metodelor de modelare în cercetarea diverselor procese evoluționiste.

TEST PENTRU CONSOLIDAREA CUNOȘTIINȚELOR

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 și V. Vernadski; b) O. Oparin și G. Haldane; c) L. Pasteur și R. Virhov; d) E. Hekkel și 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 numește capacitatea de a moșteni a organismelor bine apărate de cele rău apărate: a) divergența; b) convergența; c) atavismul; d) mimetismul.

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 organisme, care nu au nemijlocit legături de rudenie: a) divergență; 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 urmașilor de cele ale strămoșilor din cauza acomodării la diferite condiții ale mediului înconjurător; b) supraviețuiesc și lasă urmași – pe indivizii speciei mai bine adaptați; c) procesul evoluției se desfășoară pe calea acumulării treptate a schimbărilor utile mici, care se consolidează și 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 agrișului și spinii cactușilor; b) mustățile mazării și mustățile viței de vie; c) aripile liliecilor și păsărilor; d) tuberculele rădăcinilor daliilor și tuberculele topinamburului.

18. Alegeți organele analoge: a) aripile liliecilor și insectelor; b) aripile liliecilor și înotătoarele balenelor; c) branhiile la racul de râu și la bibanul de râu; d) rădăcinile suplimentare la cartofi și rizoizii inului cucului.

Creați perechi logice

19. Stabiliți corespunderea între procesele de evoluție și 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 |
| 3 macroevoluția | C procesele evoluționiste, care duc la apariția trăsăturilor asemănătoare la reprezentanții organismelor neînrudite |
| 4 convergența | D procesele evoluționiste, care duc la apariția noilor populații și subspecii |

20. Determinați trăsăturile organismelor, care sunt exemple de aromorfoză, idioadaptare, degenerare generală, atavisme și rudimente la animale.

- | | |
|------------------------|--|
| 1 aromorfoza | A aripile secundare la muște |
| 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 șopârta fără picioare |
| | E lipsa intestinului la viermii intestinali |

21. Stabiliți corespunderea între procesele biologice și esența lor.

- | | |
|---------------|---|
| 1 filogeneza | A dezvoltarea individuală a individului |
| 2 ontogeneza | B formarea trăsăturilor asemănătoare la organisme neînrudite în rezultatul existenței în mediul asemănător |
| 3 divergența | C dezvoltarea istorică a speciei sau a altui grup sistematic |
| 4 convergența | D deosebirea trăsăturilor la urmașii strămoșului comun în rezultatul adaptării la diferite condiții de existență |

22. Stabiliți apartenența structurilor și organelor plantelor și animalelor la cele omologe sau analoge.

- | | |
|--|--|
| 1 structurile omologe și organe ale plantelor | A ghimpii cactusului și păducelului |
| 2 structurile analoge și organe ale plantelor | B branhiile racilor și peștilor |
| 3 structurile omologe și organe ale animalelor | C ghimpii cactusului și agrișului |
| 4 structurile analoge și organe ale animalelor | D aripile păsărilor și liliecilor |
| | E aripile păsărilor și insectelor |

23. Determinați trăsăturile caracteristice diferitor căi ale evoluției.

- | | |
|------------------------|--|
| 1 aromorfoza | A apariția trăsăturilor caracteristice strămoșilor |
| 2 idioadaptarea | B complicarea însemnată a organizării organismelor |
| 3 degenerarea generală | C simplificarea structurii în organisme care duc un mod de viață parazitar sau fără mișcări |
| | D structură simplificată; se află în organisme, care duc un mod de viață parazitar sau într-un singur loc |

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 însușite noi teritorii	1) simplificarea organizării organismelor, care au trecut la un mod de viață cu puține mișcări 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 însușite noi teritorii	2) simplificarea organizării organismelor, care au trecut la un mod de viață cu puține mișcări sau parazitar
3) simplificarea organizării organismelor, care au trecut la un mod de viață cu puține mișcări 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 însușite 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 cm ³	1) volumul creierului constituie în medie 1000 cm ³
2) capacitatea de a meșteri unelte de muncă complicate	2) capacitatea de a meșteri unelte de muncă complicate	2) capacitatea de a meșteri 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 și J.-B. Lamarck se poate explica apariția în procesul evoluției a gâtului lung la girafă?

28. Ce este comun și diferit la opiniile evoluționiste contemporane și la teoria evoluționistă a lui C. Darwin?

29. De ce factorii ecologici sunt totodată și factori ai evoluției?

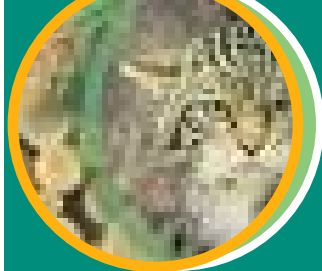
30. Prin ce, din punctul de vedere al opiniilor evoluționiste contemporane, se poate explica dispariția speciilor în procesul evoluției până la apariția omului?

31. De ce în procesul antropogenezei factorii biologici treptat și-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 planeta noastră puteau să apară concomitent?

34. Ce însemnătate are procesul de transportare orizontală a genelor pentru evoluția diferitor grupe de organisme?



TEMA 7. DIVERSITATEA BIOLOGICĂ

În această temă veți afla despre:

- bazele filogeniei și sistematicii evoluționiste;
- diversitatea lumii organice: formele de viață acelulare (virusii), principalele grupuri ale procariotelor (arheele și bacteriile) și eucariotelor (plantele, ciupercile și animalele).



Memorizăm: savanții-sistematicieni descriu toate ființele care locuiesc pe planeta noastră în prezent sau au trăit cândva, le dau denumiri și le clasifică, adică le plasează în taxonii de diferite ranguri.



1



2

Des. 244. Pisica de pădure (*Felis silvestris*) (1) și râsul (*Felis lynx*) – două specii care țin de genul Pisicilor (*Felis*)



Des. 245. Roinița (*Melissa officinalis*)

§45. BAZELE FILOGENIEI ȘI SISTEMATICII EVOLUȚIONISTE

Amintiți-vă care unități sistematice sunt folosite în sistematica plantelor, ciupercilor și animalelor. Ce este filogenia? Care criterii ale speciei sunt folosite în biologia contemporană? Ce este microevoluția, crearea speciilor și macroevoluția? 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 denumirilor 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 aparține 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*.

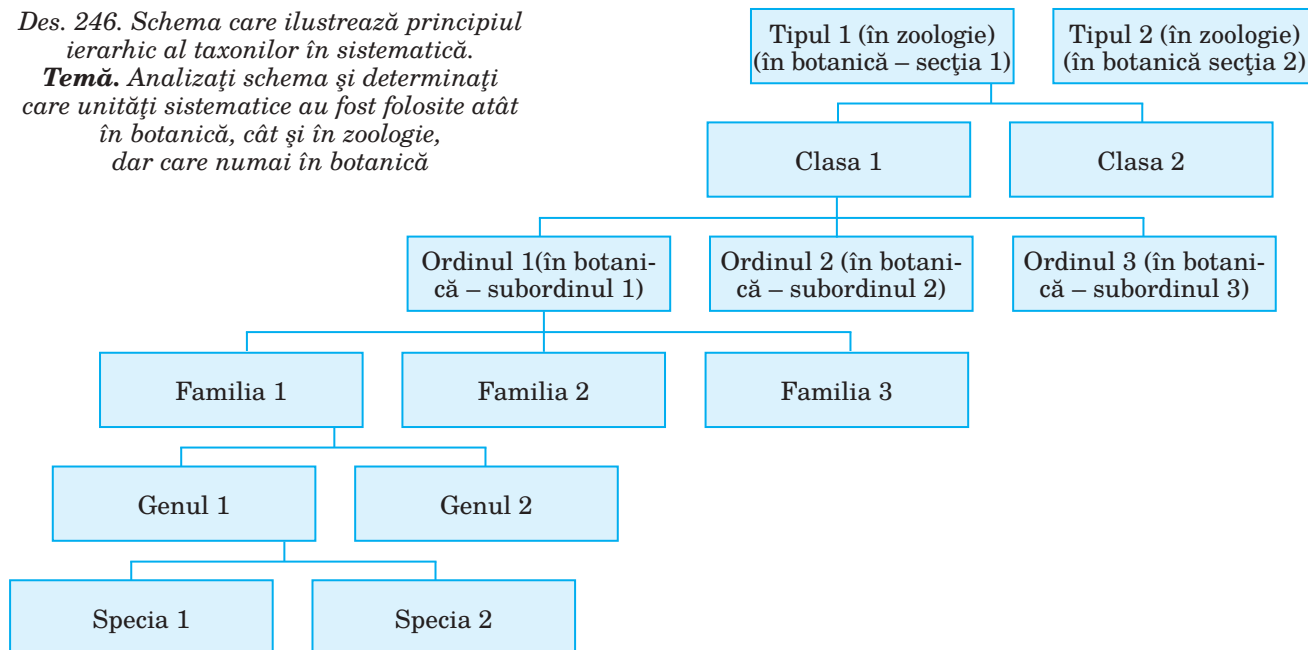
O altă contribuție însemnată a lui C. Linnaeus este aplicarea în sistematică a sistemului taxonilor subordonați reciproc (principiul ierarhic) (des. 246).

Atât în sistematica plantelor sau ciupercilor, cât și în sistematica animalelor speciile înrudite sunt unite în genuri.

¹ Denumirile latine ale organismelor sunt citate nu pentru a fi memorizate.

Des. 246. Schema care ilustrează principiul ierarhic al taxonilor în sistematică.

Temă. Analizați schema și determinați care unități sistematice au fost folosite atât în botanică, cât și în zoologie, dar care numai în botanică



Astfel, speciile pisica de pădure și râsul țin de genul Pisicilor. Genurile apropiate sunt unite în familie. De exemplu, genurile Pisicilor și Pisicile Mari (din acest gen fac parte leul, tigrul, leopardul și jaguarul) aparțin familiei Pisicilor. Familiile apropiate se unesc în **ordine**. De exemplu, familiile Pisicilor și Lupilor fac parte din ordinul Carnivorilor. Ordinele apropiate, la rândul lor, formează **clasa**. De exemplu, ordinele Carnivorilor, Rozătoarelor și altele aparțin la clasa Mamifere. Clasele se unesc în **tipuri**. De exemplu, clasele Păsări și Mamifere țin 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 ține de domeniul Eucariote (care au nucleu).

C. Linnaeus și alți savanți de pe timpurile celea, creându-și 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 relațiilor de rudenie între ele.

E interesant să știm

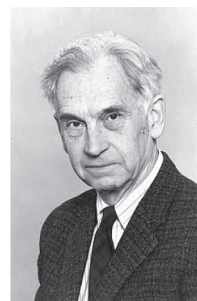
C. Linnaeus a inclus în ordinul Șopârle nu numai șopârle adevărate, dar și salamandrele, crocodilii (des. 248). Însă, aceste animale țin de diferite clase: salamandrele – de clasa Amfibiliilor, șopârlele și crocodilii – de clasa Reptilelor.



Des. 248. Exemplu de sistem artificial al organismelor: C. Linnaeus, bazându-se pe asemănarea structurii exterioare, a unit în același ordin și pe șopârle (1), și pe salamandre (2) și pe crocodili (3)

E interesant să știm

O contribuție însemnată în dezvoltarea sistematicii contemporane a adus biologul american **Ernst Walter Mayr** (des. 247). El a participat la elaborarea concepției biologice a speciei și la dezvoltarea teoriei sintetice a evoluției, în special a cercetat mecanismele de creare a speciilor.

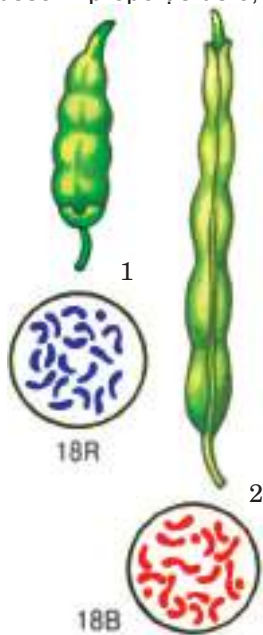


Des. 247. **Ernst Walter Mayr** (1904–2005), profesor la Universitatea din Harvard (SUA): cunoscut prin contribuția sa la dezvoltarea teoriei și principiilor în domeniul ornitologiei – științei despre păsări

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 și dispărute se pot cifra la 200 mln. de specii și chiar mai mult. Această enormă diversitate biologică este condiționată de existența diferitor niveluri de organizare a materiei vii și 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) și al cimpanzeului obișnuit (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) și ridichii (2).

Temă. Găsiți 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.

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 un alt sistem al regnurilor acestor organisme.

În afară de organismele, care au o structură celulară, există și forme de viață acelulară: prionii, vitozii (despre ei ați aflat mai înainte), precum și virușii.

Termeni și noțiuni-cheie:

principiul denumirii duble a organismelor, sistemele artificial și natural (filogenetic) ale organismelor, domeniul, grupul monofiletic, cladograma.

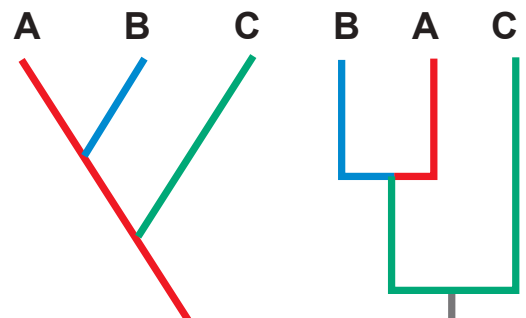
E interesant să știm

În timpul creării denumirilor științifice ale unor grupuri de organisme, cercetătorii se conduc după principiile **codurilor de nomenclatură biologică**. Acestea sunt reguli care reglementează crearea și aplicarea denumirilor științifice 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 și aceeași informație. Analizându-le, se poate face concluzia că taxonii **A** și **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** și **B** țin de unul și același gen, iar specia **C** – de altul. Linia de la baza cladogramei arată că ambele specii provin de la strămoșul comun.

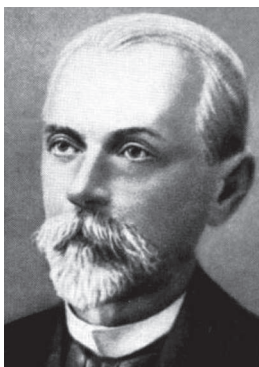


Des. 250. Două variante de cladograme, care oglindesc relațiile între trei taxoni: A, B și C. **Temă.** Chibzuiți, care dintre taxoni a apărut mai înainte și care mai târziu.

Pe scurt despre principalul

Sarcina principală a sistematicii este elaborarea principiului de clasificare a organismelor – atât a celor care există în prezent, cât și a celor care au trăit cândva. Bazându-se pe datele cercetărilor diferitor științe, savanții-sistematicieni creează sistemele naturale (filogenetice) ale organismelor. Aceste grupuri trebuie să fie monofiletice, deci, trebuie să-i includă pe toți urmașii străbunului comun.

Sistemul contemporan a lumii organice este o reflectare a procesului evoluției lui, deci demonstrează în ce succesiune unele sau altele grupuri de organisme s-au separat de străbunul comun. În dependență de structura celulelor, toate organismele sunt divizate în procariote și eucariote.



Des. 251. **Dmytro Ivanovski** (1864–1920) fondatorul științei despre viruși.

E interesant să știm

Virusii au fost descoperiți 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 și pe acestea. Aceasta are loc chiar și atunci când extractul este trecut prin filtre ceramice cu diametru destul de mic, capabile să rețină cele mai mici bacterii. D. I. Ivanovski considera că agenții patogeni ai bolii mozaice a tutunului sunt cele mai mici organisme. Însă ele nu sunt capabile să crească în orice mediu de nutriție. Acest eveniment este recunoscut în întreaga lume ca începutul științei virusologia.

Verificați-vă cunoștințele obținute



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? Dați exemple. 6. Prin ce se caracterizează procariotele și eucariotele?

Chibzuiți



De ce sistemul filogenetic al organismelor este considerat drept reflectare a procesului evoluției?

§46. FORMELE ACELULARE DE VIAȚĂ – VIRUȘII. PROCARIOTELE

Amintiți-vă despre trăsăturile caracteristice ale vieții. Ce este genomul? Care sunt particularitățile structurii celulelor procariote? Ce sunt plasmidele? Ce este domeniul?

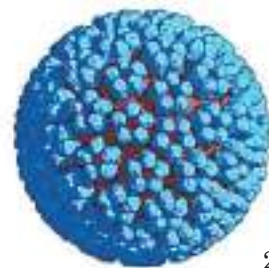
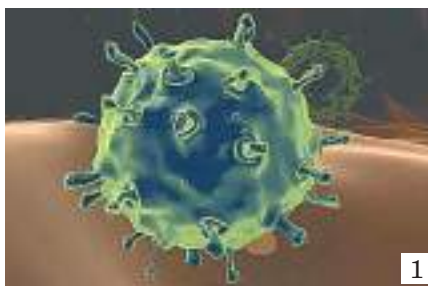
Structura și funcțiile virusilor, particularitățile lor, căile de transmitere, mijloacele de tratare și profilaxie a bolilor virotice sunt studiate de știința **virusologia**.

Virusii – formele acelulare de viață. Aceștia sunt în exclusivitate paraziți intracelulari ai diferitor organisme: ai omului, animalelor, plantelor, ciupercilor și bacteriilor. Pentru înmulțirea lor virusii folosesc material de construcție și energia celulei-gazdă. Rezultatul interacțiunii între virus și celula-gazdă deseori poate fi bolile virotice.

În baza cercetărilor în decursul a mai multor ani au fost determinate principalele particularități ale virusilor:

- 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 înmulți 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 virusilor. În ultimul timp majoritatea oamenilor de știință acceptă ipoteza, potrivit căreia virusii au apărut în timpurile străvechi independent de celule, folosind posibilitățile lor de transformare a energiei în sinteza proteinelor.



Des. 252. 1 – virusul compus de gripă;
2 – virusul simplu de papilom

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 viruși 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 ruinerii 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 organele 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-gază. 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

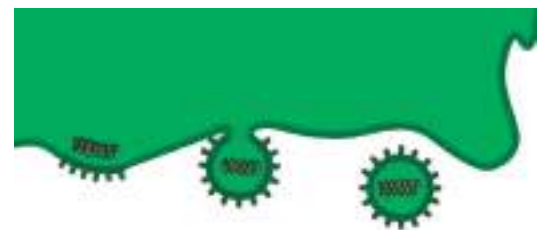
Un timp îndelungat, până la finele secolului al XX-lea au continuat discuțiile pe tema dacă virușii țin de natura vie. Și anume faptul că le sunt caracteristice ereditatea și variabilitatea demonstrează că virușii, fără doar și poate, sunt obiecte ale naturii vie, deși aparțin de formele aceluare de viață.

Memorizăm: virușii sunt examinați ca un grup aparte (regn) al lumii organice, dar nu al organismelor, ci a formelor aceluare de viață.

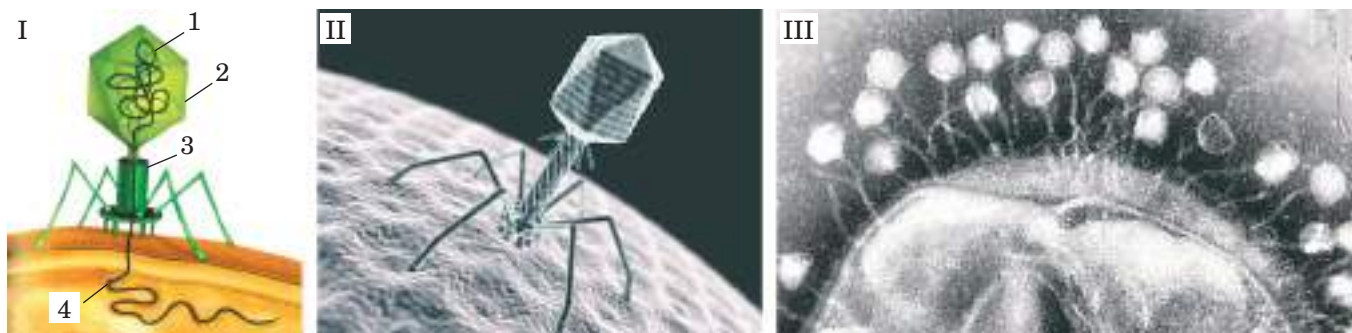


Des. 253. Autoadunarea virusului bolii mozaice a tutunului.

Temă. Caracterizați acest proces



Des. 254. Ieșirea virusului din componența celulei



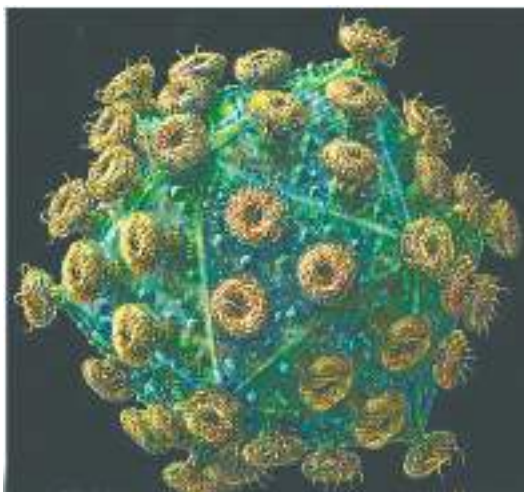
Des. 255. I. Structura schematică a bacteriofagului T4: 1 – genomul în formă de ADN cu două lanțuri, 2 – capul bacteriofagului; 3 – formațiunea codară cu capac, 4 – ADN, pe care bacteriofagul îl introduce în celula bacteriei. II. Fotografia bacteriofagului, făcută cu ajutorul microscopului de scanat. III. Fotografia electrono-microscopică a introducerii ADN bacteriofagilor T 4 în citoplasma celulei bacteriene

E interesant să știm

În celulele plantelor, în procesul de transcriere informația genetică din molecula de ADN se transcrie pe molecula de ARN-m. La virușii plantelor molecula ARN, eliberându-se de membrană, imediat se îndreaptă spre ribozomi. Informația ei genetică se realizează în formă de crearea noilor proteine virotice.

E interesant să știm

Transcrierea informației genetice în formă de ARN cauzează mărirea numărului de mutații. În rezultatul acestui proces informația genetică a ARN care conține viruși se schimbă foarte repede. Astfel se creează populații de viruși diferiți din punct de vedere genetic.



Des. 256. Fotografia virusului deficitului imunitar al omului (HIV)

afectează bacteriile cu bețișorul intestinal) sunt glicoproteide (amintiți-vă: așa sunt numite compușii proteinelor cu glucide), de care și se leagă receptorii virusului. Imediat după ce receptorii s-au legat de proteina celulară, bacteriofagul se lipește strâns de membrana celulară cu formațiunea codară și împrășcă ADN său în citoplasma celulei (des. 255).

Virușii omului și animalelor. Să examinăm particularitățile înmulțirii **virusului imunității 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 înveliș, care este un segment al membranei celulei din care a ieșit acest virus. Ea este incrustată cu proteine virotice. Ele sunt folosite de HIV pentru căutarea și fixarea de celulele sensibile (de obicei, acestea sunt limfocitele-T). În rezultatul unei astfel de interacțiuni membrana de la suprafața virusului se contopește cu membrana plasmatică a celulei și ARN virusului nimerește în citoplasmă. Astfel fermentul virotic începe să sintetizeze pe moleculele de ARN molecula de ADN cu două lanțuri.

Molecula de ADN cu două lanțuri HIV, sintetizată din nou, este transportată spre nucleu, unde interacționează cu unul dintre cromozomii aparatului genetic al celulei. Acolo ea poate mult timp să coexiste cu cromozomul, fără să-și realizeze propria informație genetică. Pacienții infectați cu HIV la această etapă a infecției virotice se numesc **purtători HIV**.

Sub influența anumitor factori ai mediului celular ADN al virusului se poate activa, începe transcrierea și mai departe – sinteza proteinelor virotice. În rezultatul acestor procese în citoplasmă sunt acumulate proteinele de structură HIV. Etapa finală a dezvoltării infecției HIV va fi ieșirea 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 și provine denumirea lui – virusul deficitului imunitar. Vă amintim că acest virus cauzează boala cu un pericol mortal pentru om – **sindromul¹ deficitului imunitar dobândit (SIDA)**.

Procariotele sunt organisme (fără nucleu), care includ două regnuri: Arheele (fosta denumire – Atebacteriile) și bacteriile (anterior – Eubacteriile, sau Bacteriile adevărate).

¹ Sindrom (din greacă *sindrome* – *acel, care alergă împreună*) – îmbinarea trăsăturilor (simptomelor) ale unei anumite boli.

La rândul lor, de Bacterii țin însuși bacteriile, cianobacteriile (în botanică ele sunt numite alge albastre-verzi), precum și alte grupuri de procariote (actinomicete și micoplasme). În momentul de față 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 știința **bacteriologia**.

Procariotele au fost primele organisme, care au apărut pe planeta noastră. *Amintiți-vă*: procariotele nu au cromozomi caracteristici pentru eucariote: moleculele lor de AND nu acționează 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 particularitățile structurii și proceselor de activitate vitală. Celulele lor au dimensiuni microscopice, în medie curca 1 mkm (dimensiunile minime – 0,4 mkm), iar învelișul celular nu conține compuși polimeri – mureină. Forma celulelor este diversă, există specii sferice, în formă de bețișoare, spirală, triunghiulare și dreptunghiulare (des. 257). Multe specii au flagele. Materialul ereditar al arheelor se află în molecula inelară ADN.

Arheele deseori sunt descoperite în condiții extremale, în care nu pot exista alte ființe vii. Între ele sunt specii, capabile să existe în izvoare fierbinți cu temperatura de +45° ...113° C (asemenea specii au în componența lor proteine, rezistente la acțiunile temperaturilor foarte înalte). De asemenea, sunt reprezentanți care rezistă la o presiune de 700 atmosfere, la perioade secetoase îndelungate etc. Arheele se află în diferite medii: în sol, mlaștini, 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.

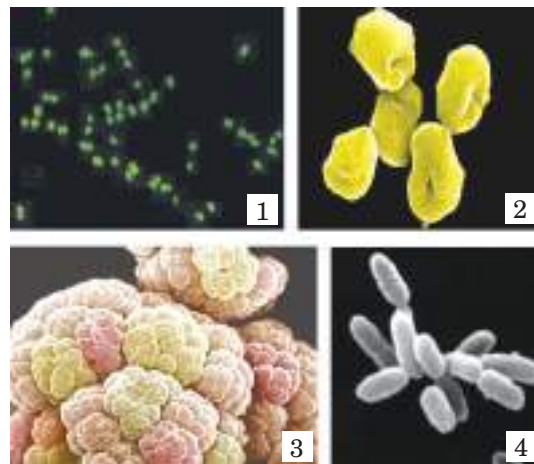
Între arhee sunt aerobe și anaerobe, autotrofe (hemotrofe și fototrofe, pigmentul de fotosinteză fiind bacteriorodopsinul) i speciile heterotrofe. Unele arhee sunt capabile să fixeze azotul din atmosferă. Arheele se înmulțesc divizarea în jumătate, înmugurire și prin fragmentație.

E interesant să știm

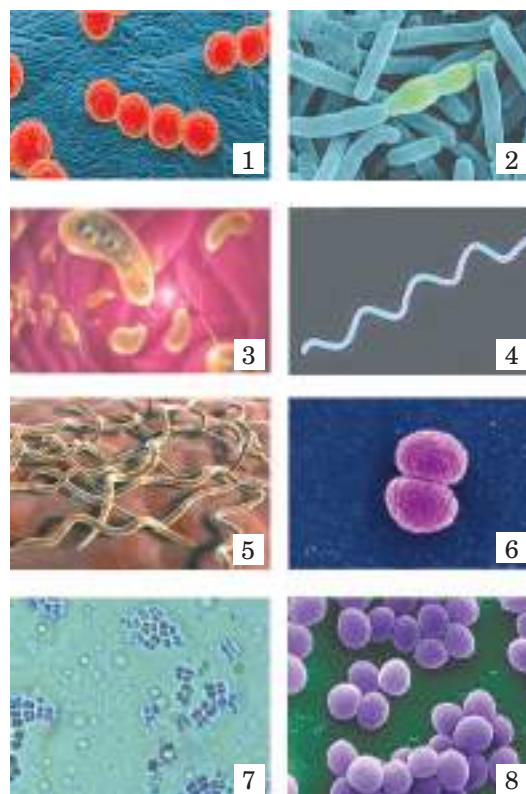
În solul care s-a lipit de rădăcinile unor plante uscate în Marea Britanie, au fost descoperite spori cu capacitate vitală, care s-au păstrat timp de 300 de ani. Savanții presupun că în anumite cazuri sporii bacteriilor sunt capabile să-și păstreze capacitatea vitală timp de 1000 de ani. Bacteriile din genul Bacterii anaerobe sunt capabile să creeze până șă 7 endosperme, ceea ce poate fi tratat ca o metodă deosebită de înmulțire asexuată.

La **Bacterii** aparțin specii diferite după structura și particularitățile celulei și procesele de activitate vitală. Forma celulei bacteriilor este diversă (des. 258): în formă de sfere (*koki*), bețișoare (*bacile*), ghem (*vibrioni*), spirală (*spirală*), spirale lungi și împletite (*spirochete*) etc.

Koki, adunați în perechi, se numesc diplokoki, câte patru – tetrakoki, în formă de strugure – stafilokoki, în formă de

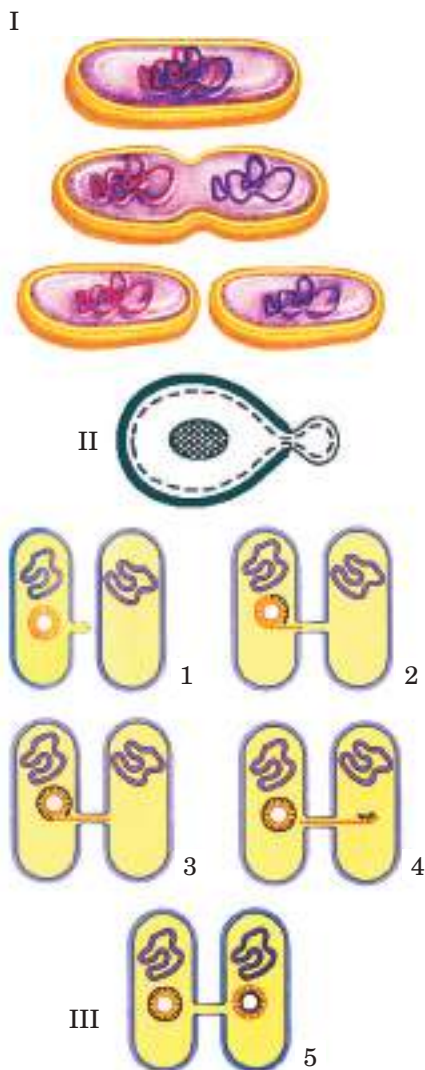


Des. 257. Arhee: 1 – genul *Galabacteria*; 2 – genul *Sulfolobus*; 3 – genul *Galocvadratum*; 4 – genul *Metanosarcina* (nu pentru a fi memorizate)

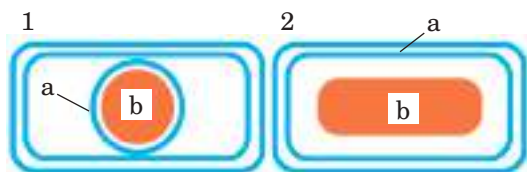


Des. 258. Formele celulelor bacteriilor: 1 – koki; 2 – bacile; 3 – vibrioni; 4 – spirale; 5 – spirochete; 6 – diplokoki, 7 – tetrakoki, 8 – stafilokoki

🟢 **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 plasmatică apar punți 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.

Cellulele procariotelor se înmulțesc pe cale asexuată: diviziunea în jumătate (des. 259. I), anterior prin înmugurire (celula maternă înmugurează 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

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:

virusii simpli și compuși, virusul deficitului imunitar la om (HIV), sindromul deficitului imunitar la om (SIDA), procariotele, arheele.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Care știință studiază virusii? 2. Cum au fost descoperiți virusii? 3. Care virusi sunt numiți simpli și care compuși? 4. Prin ce se caracterizează virusii bacteriilor – bacteriofagii? 5. Caracterizați particularitățile structurii și ciclul vital al virusului deficitului imunitar la 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 și chistelor la procariote? 9. Prin ce celulele arheelor se deosebesc de celulele bacteriilor.

Chibzuți



1. Structura particulelor virusilor este cu mult mai simplă decât celulele eucariotelor și procariotelor. Oare puteau virusii să apară mai înainte decât organismele care au structură celulară? 2. Savanții consideră că bacteriile cu spori puteau servi drept „strămoși” 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 particularitățile structurii și funcțiile celulelor eucariotelor. Care organe ale plantelor și ciupercilor aparțin la cele reproductive.

La eucariote aparțin 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 și în plastide. Diviziunea celulelor la eucariote se desfășoară pe calea mitozei sau meiozei, cu formarea fusului de diviziune.

În mod tradițional, eucariotele sunt împărțite 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

Virusii sunt forme acelulare de viață. Ei sunt în exclusivitate paraziți intracelulari ai bacteriilor, ciupercilor, plantelor, animalelor și 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.

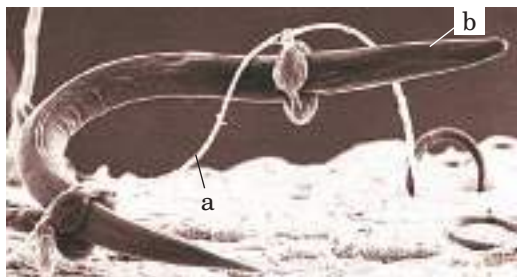
În dependență de componența chimică a învelișului particulelor virotice virusii se împart în simpli și compuși. La virusii simpli învelișul este compus numai din proteine, iar cei compuși au în componență lipide și glucide.

Deoarece virusii nu au structură celulară, ei sunt trecuți în categoria formelor de viață acelulară. Clasificarea virusilor se bazează pe particularitățile structurii particulei virotice. Toți virusii aparțin de grupul (regnul) Vira.

Procariotele sunt organisme cu celule fără nucleu, care includ două regnuri: Arheele și Bacteriile.

Arheele se deosebesc de bacterii prin particularitatea structurii și 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 compușilor organici, de aceea pot însuși numai compuși simpli.

De bacterii țin speciile cu diferite forme ale structurii și procese vitale.



Des. 261. Ciuperca răpitoare (a) cu ajutorul hifelor prinde, iar apoi și 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 și chiar mai mult. Mulți reprezentanți ai acestui regn țin de **reducențe** – organisme capabile să descompună substanțele organice în substanțe simple anorganice. Între ciuperci sunt specii unicelulare, coloniale și multicelulare. **Amintiți-vă:** corpul multor tipuri de ciuperci este format din fire separate – **hife**. Totalitatea lor se numește **miceliu**.

După natura nutriției lor ele sunt împărțite în ciuperci saprofite, simbiotrofe (se hrănesc datorită simbiozei cu alte ființe), parazite și chiar prădătoare (care se hrănesc cu nevertebrate mici; des. 261).

O parte a miceliului este situată în interiorul substratului, pe care crește ciuperca, iar alta – pe suprafața lui (des. 262, 2). Datorită părții aeriene a miceliului se formează organele reproducătoare ale ciupercilor, care asigură atât reproducerea asexuată, cât și cea sexuată. O astfel de structură a ciupercilor semnificativ mărește suprafața lor și asigură un contact strâns cu substratul, pe care ele cresc.

Sunt ciuperci, care nu au o structură micelară, așa ca drojdie (des. 262, 3). Datorită reproducerii intense a celulelor acestor ciuperci se formează lanțuri de celule.

La unele ciuperci, cum ar fi mixomicetele (ele aparțin la *organismele fungiforme*), celulele nu au înveliș celular elastic, datorită cărui fapt ele pot să-și schimbe forma sa (des. 263). Aceste organisme sunt capabile să capteze hrana prin fagocitoză și să formeze vacuolele digestive.

Există ciuperci care sunt capabile să formeze **plasmoidii** – 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 mișca cu ajutorul pseudopodelor.

Celulele *ciupercilor adevărate*, ca și celulele vegetale, au perete celular rigid. De obicei în compoziția lui intră chitina, care conține Nitrogen și alte polizaharide. Chitina intensifică rigiditatea și rezistența pereților celulari la acțiunea diferitor substanțe chimice. Învelișurile celulare a ciupercilor adesea sunt colorate datorită prezenței anumitor pigmenți (în special, melaninei).

În citoplasma celulelor majorității ciupercilor, ca în celulele animale se depozitează o substanță de rezervă – polizaharida glicogenul, iar în vacuole – granule de proteine. Printre ciuperci sunt cum aerobi, așa și anaerobi (de exemplu, drojdia, care provoacă fermentația alcoolică). Produsul metabolismului lor este ureea.

Ciupercile se înmulțesc în diferite moduri. Reproducerea asexuată, de obicei, este efectuată cu ajutorul sporilor. Drojdiile, după cum vă amintiți din materialul de biologie din clasa 6, se înmulțesc prin înmugurirea celulelor sale, și mai



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, lycopodiofite, 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 intercelulare, 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

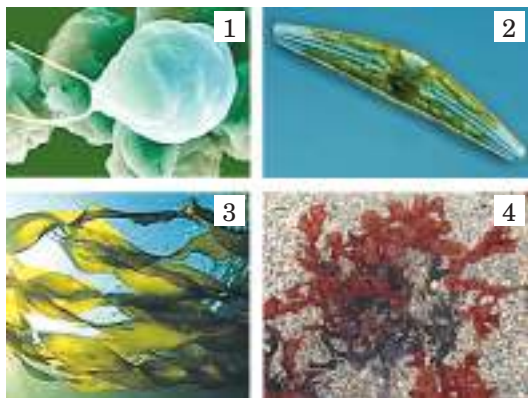
Hifele pot crește rapid: există ciuperci, la care timp de 24 ore se formează un miceliu mai lung de un kilometru.

E interesant să știm

Ciupercile pot forma o cantitate semnificativă de spori (de exemplu, bășica porcului – aproape 7×10^{12}), care sunt răspândite, în principal, de vânt, apă sau animale.



Des. 264. Tipurile structurii externe a lichenilor: 1 – crustoși, 2 – frunzoși, 3 – fruticuloși



Des. 265. Diferiți reprezentanți ai algelor: 1 – alga verde (clamidomonada); 2 – alga diatomee; 3 – alga brună (laminaria); 4 – alga roșie (filoflora)

E interesant să știm

Mai înainte plantele erau împărțite în superioare și inferioare, în prezent o astfel de diviziune este considerată învechită. Cândva la plantele inferioare, pe lângă alge, erau incluse chiar și bacteriile și ciupercile.



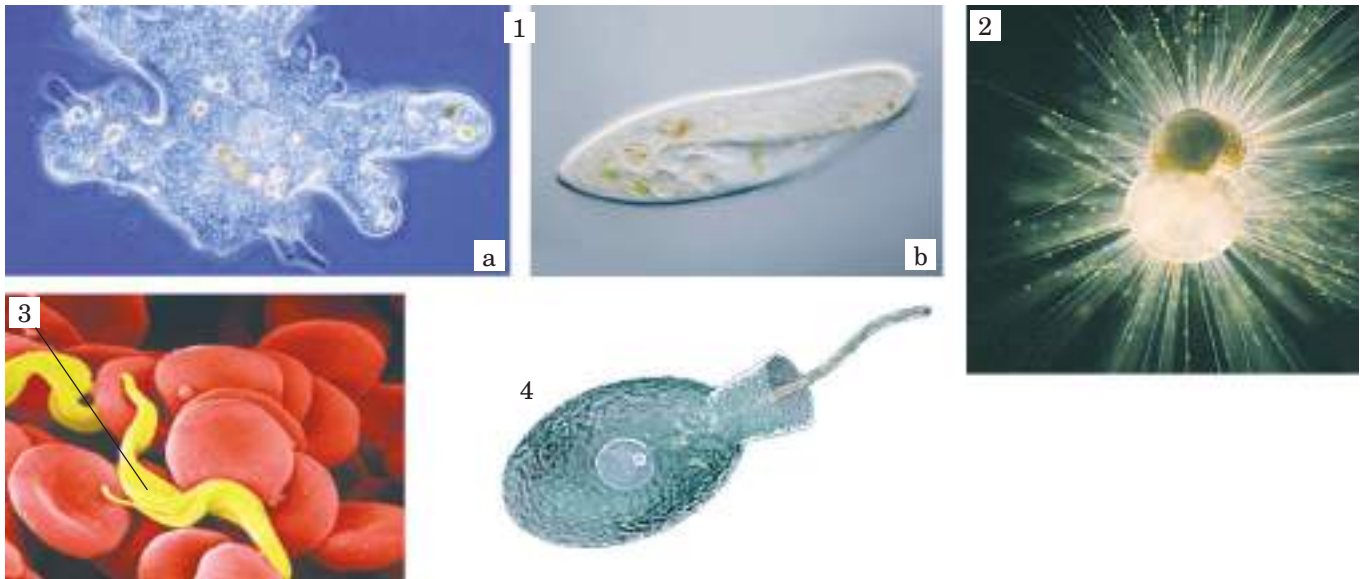
Des. 266. Diversitatea plantelor superioare: I – plante superioare cu spori: 1 – mușchi; 2 – ferigi; 3 – ecvizetofite; 4 – lycopodiofite; II – plante cu semințe: 1 – gimnosperme; 2 – angiosperme (plante cu flori)

Algele reprezintă un grup de încrângături, 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 încrângăturile: Mușchii, Ferigile, Ecvizetofitele și Lycopodiofitele (vezi des. 266). Ultimele trei încrângături 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 încrângături 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,



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 – reprezentanții
 flagelatelor gulerate (ele sunt considerate drept strămoși
 a animalelor pluricelulare)

E interesant să știm

În prezent savanții disting nu trei regnuri de eucariote, ci cinci sau șase.

de exemplu, euglena verde), nu au cloroplaste și, prin urmare, nu sunt capabile la fotosinteză.

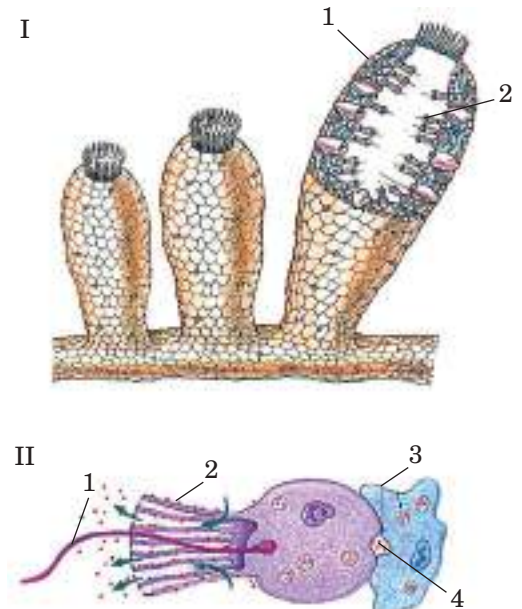
Animalele sunt răspândite în bazinele dulcicole și sărate – de la suprafață până la cele mai mari adâncimi; pe pământ – de la tropice până la regiunile polare, trăiesc în sol. Multe specii de animale trăiesc în interiorul altor organisme. Ele pot intra cu organismul gazdei în diferite relații: printre 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 reprezentanți, 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 integrat. 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



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



Pe scurt despre principalul

La eucariote aparțin organismele, ale căror celule, cel puțin la anumite etape de dezvoltare, au nucleu, precum și diverse organite unimembranare și bimembranare. În mod tradițional eucariotele sunt împărțite în trei grupe (regnuri): ciupercile, plantele și animalele.

Ciupercile sunt un grup divers de organisme heterotrofe, care, de obicei, consumă soluții de compuși organici. Ciupercile pot fi monocelulare și pluricelulare.

Printre plante există specii unicelulare, coloniale și pluricelulare. La majoritatea plantelor pluricelulare sunt țesuturi și organe – vegetative și generative.

Animale sunt, în principal, organisme heterotrofe unicelulare sau pluricelulare. Animalele pe deasupra membranei plasmatice au glicocalix, adesea sunt capabile la fagocitoză și depozitează glicogen. Printre animalele pluricelulare se disting pluricelulare primare (de exemplu, încrengătura Spongierii, care nu formează țesuturi și organe) și pluricelulare adevărate (animale pluricelulare, la care se formează țesuturi adevărate, organe și sisteme de organe).

aceea flagelatele gulerate sunt considerate drept strămoși ai animalelor pluricelulare.

La animalele **pluricelulare adevărate** celulele seamănă foarte după structură și funcție formează țesuturi. Din ele sunt formate organe și sisteme de organe. Specializându-se la îndeplinirea anumitor funcții, multe celule ale animalelor își pierd individualitatea sa. Stratul extern de celule formează învelișuri, care delimitează țesuturile și 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 și datorită sistemului nervos. Reglarea dublă asigură controlul perfect al funcțiilor vitale ale animalelor pluricelulare, iar la anumiți reprezentanți – și forme complexe de comportament.

Termeni și noțiuni-cheie:

ciuperci, plante, animale.

Verificați-vă cunoștințele 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 și 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 cunoștințele, dobândite în timpul studierii biologiei în anii anteriori, amintiți-vă cele mai frecvente boli infecțioase (agenți patogeni – virusurile, bacteriile, ciupercile) și invazive (agenți patogeni – animale unicelulare și pluricelulare) ale omului. Cu ajutorul profesorului, propuneți măsuri eficiente pentru prevenirea și controlul agenților patogeni.

LUCRAREA PRACTICĂ № 4 (LA ALEGEREA PROFESORULUI)

Comparația structurii și procesului de reproducere a formelor celulare și aceluare de viață

Scopul: de consolidat materialul studiat al cursului teoretic. De a se învăța pe scheme și preparate microscopice de a determina particularitățile de structură ale formelor aceluare de viață – virusurilor, ale celulelor procariote și eucariote, de a compara procesele de reproducere a acestora.

Utilaj și materiale: microscop, scheme și microfotografii cu imaginea virusului bacteriofag T4, celulelor bastonașului intestinal și epidermei omului, schemele, care ilustrează pătrunderea și înmulțirea bacteriofagului în celula gazdă, schema, care ilustrează diviziunea celulei bacteriene, schema structurii și microfotografiile celule epiteliale, schemele și preparatele microscopice ale diferitor faze ale mitozei.

Mersul lucrării

1. Examinați cu atenție schemele și 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 și reproducerea lui. Descrieți principalele etape ale formării particulelor virale în celula gazdă.

3. Examinați cu atenție schemele și microfotografiile propuse ale celulelor bacteriene ale bastonașului 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 bastonașului intestinal. Descrieți acest proces.

5. Pe micropreparate, scheme și microfotografii luați cunoașteți de particularitățile structurii celulelor epidermisului. Găsiți principalele componente ale structurii unei astfel de celule: învelișul, citoplasma, nucleul, organele principale. Caracterizați particularitățile structurii celulelor eucariotelor. Găsiți trăsăturile asemănătoare și diferite în structura celulelor procariote și eucariote.

6. Pe micropreparate, scheme și microfotografii luați cunoașteți de procesul diviziunii celulei eucariote – mitoză. Caracterizați diferite faze ale diviziunii mitotice. Găsiți trăsăturile asemănătoare și diferite în procesele diviziunii celulelor procariote și eucariote.

7. Faceți concluzii și notați-le în caiete.

TEST PENTRU CONSOLIDAREA CUNOȘTIINȚELOR

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) virozii; d) virușii.

2. Menționați organele comune pentru celulele procariotelor și 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 roșii, 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 nucleu; d) la ele lipsesc celulele musculare.

5. Demonstrați prin ce adevăratele ciuperci se deosebesc de organisme 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 – heterociste; b) vacuolele cu gaz; c) umflarea membranei plasmatică din jurul clorofilelor; d) vacuola cu suc celular.

Creați perechi logice

8. Determinați corespunderea între celulele diferitor grupe de eucariote și organele mișcării caracteristice lor:

- | | |
|------------------------|--|
| 1 ciupercile adevărate | A flagelii compuși dintr-un singur microtub |
| 2 plantele | B numai flagelii compuși din grupuri cu microtuburi |
| 3 animalele | C flagelii, cilii și pseudopodele |
| 4 bacteriile | D nu dispun de organe speciale ale mișcării |

9. Numiți științele care studiază unele sau altele grupuri de organe.

- | | |
|-----------------|--------------------------------|
| 1 bacteriologia | A virușii |
| 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 și sistemele de organe participă la reglarea funcțiilor vitale la animale?
12. Care animale unicelulare sunt considerate strămoși ai celor multicelulare? De ce?
13. De ce virușii nu sunt considerați strămoși ai organismelor, care au structură celulară?
14. Se consideră că astfel de organe ale eucariotelor, ca cloroplastele și mitocondrii provin de la anumite tipuri de celule ale procariotelor. De la care? Argumentați răspunsul.
15. De ce înmulțirea virușilor este posibilă numai în celula-gazdă?
16. Ce este comun și diferit între arhee și bacterii?
17. Ce este comun și diferit între ciupercile adevărate și organisme asemănătoare cu ciupercile?
18. De ce lichenii sunt trecuți la ciuperci adevărate, dar nu la alge și la cianobacterii?
19. Ce este comun și diferit între multicelularele primare și animalele multicelulare adevărate?



CAPITOLUL 8. SISTEMELE BIOLOGICE SUPRAORGANISMICE

În această temă veți afla despre:

- principalele legități ale acțiunii factorilor mediului asupra organismelor vii și a comunităților acestora;
- structura și legitățile funcționării ecosistemelor, diversitatea lor;
- legăturile trofice, fluxurile de energie și circuitul substanțelor în ecosisteme;
- stabilitatea ecosistemelor și cauzele încălcării ei;
- ecosistemul unic global integrat – biosferă; legitățile funcționării ei;
- influența omului asupra stării biosferei; principalele metode de protecție a diversității speciilor de organisme și a stării mediului.

Memorizăm: ecologia prezintă un complex de științe biologice despre legăturile reciproce ale organismelor vii și comunităților lor între ele și mediul ambiant, despre structura și 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 ȘI CARACTERISTICA LUI

Amintiți-vă, ce reprezintă monitorizarea și 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.

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 și *koynos* – în comun). Acest termen a fost propus de cercetătorul german Karl Augustus Möbius în 1877 (des. 270).

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 și *koinos* – comun). Ea reprezintă un anumit teritoriu cu condiții de viață mult-puțin omogene, unde locuiesc populații de diferite specii, combinate între ele și cu mediul fizic prin circuitul de substanțe și fluxurile de energie. Spre deosebire de ecosistem, biogeocenoză ocupă un sector de teritoriu cu condiții similare de existență. Drept bază pentru orice biogeocenoză sunt organismele fotosintetice.

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



Des. 271. **Arthur Tansley** (1871–1955) – botanist britanic, unul dintre fondatorii ecologiei comunităților



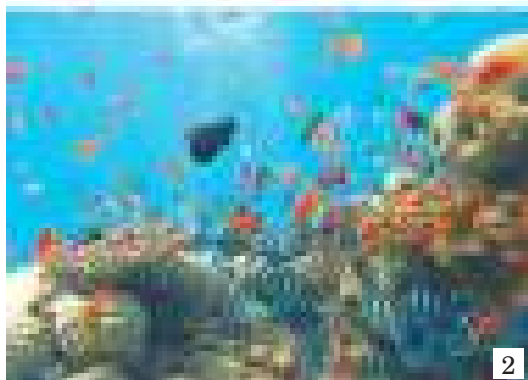
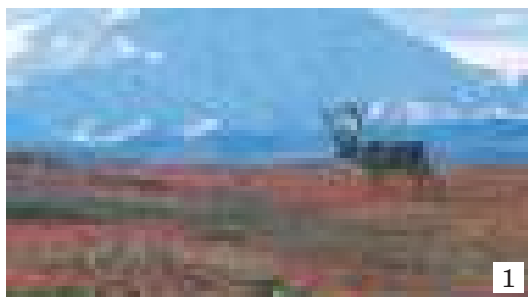
Memorizăm: ecosistemul (din greacă *oikos* – locuință, loc de existență și *sistem* – combinație) – o totalitate de populații a organismelor de diferite specii, care interacționează între ele și cu natura nevie astfel, încât în acest sistem apar fluxuri de energie și circuit de substanțe.



Des. 272. **Vladimir Sukachev** (1880–1967) – renumit savant în domeniul cercetărilor comunităților vegetale. Unul dintre fondatorii biogeocenologiei (știința despre comunitățile plurispecifice de organisme)



Des. 273. Structura ecosistemului: 1 – partea abiotică; 2 – partea biotică; 3 – ecosistemul, care include cum partea biotică, atât și cea abiotică



Des. 274. Exemple de ecosisteme cu diversitate mică (1 – tundră) și cu o diversitate mare (recif coralier).

Sarcină. Determinați, în care dintre aceste tipuri de ecosisteme predominanța anumitor specii este exprimată mai clar.

Pe scurt despre principalul

Ecologia este un complex de științe biologice despre relațiile organismelor vii și comunităților lor între ele și cu mediul înconjurător, despre structura și funcționarea sistemelor supraorganismice (populațiilor, ecosistemelor și biosferei etc.).

Populațiile diferitelor specii există în natură nu izolate, ci sunt legate prin diferite relații reciproce. Datorită acestui fapt se formează comunități de diferite specii. În urma interacțiunii populațiilor 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 și noțiuni-cheie:

ecosistem, biocenoză, biogeocenoză.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Ce studiază ecologia? 2. Care sunt principalele sarcini ale ecologiei?
3. Ce metode de cercetare sunt aplicate de ecologiști? 4. Ce este ecosistemul? Care este structura ei?

Chibzuiți



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

Amintiți-vă, care organisme aparțin la autotrofe, iar care – la heterotrofe. Ce este parazitismul?

Legăturile reciproce a organismelor în ecosisteme. Toate populațiile organismelor, care fac parte dintr-un anumit ecosistem, sunt legate prin relații directe și indirecte multpuțin strânse. *Legăturile directe* leagă nemijlocit populațiile a două specii (de exemplu, populațiile prădătorilor și prăzii lor, populațiile plantelor și speciilor erbivore). În cazul *legăturilor*



Des. 275. Urșii bruni și lupii sunt prădători, care pot concura pentru pradă

indirecte populația unei specii acționează asupra populației altei specii prin intermediul populația celei de-a treia specie. De exemplu, prădătorii, reglând numărul de pradă, în același timp acționează și asupra populațiilor organismelor, cu care se hrănesc victimele lor.

Legăturile între populații de diferite specii sunt antagoniste, neutre și mutualiste.

În cazul *relațiilor antagoniste* (de exemplu, concurență, parazitism, prădătorism) populațiile diferitor specii, care interacționează, se întâlnește cu efectele negative din partea altor populații.

Cea mai acută concurență se observă între reprezentanții unei specii sau a unor specii diferite cu cerințe asemănătoare față de mediu (vezi des. 207). Exemplu de concurență intraspecifică poate servi pădurea de pini de aceeași vârstă (vezi des. 199, 2).

În cazul *relațiilor neutre* niciuna din specii, care trăiesc pe teritoriul comun, nu simte asupra ei vreo influență nemijlocită negativă sau pozitivă din partea altei specii. De exemplu, populațiile de prădători de diferite specii, care se hrănesc cu diferite tipuri de pradă, pot să nu concureze între ele. Dar starea populațiilor lor depinde în mod indirect de densitatea populațiilor vegetale, care reprezintă baza nutritivă pentru populațiile de pradă – diverse specii erbivore.

În cazul *relațiilor mutualiste* (reciproc avantajoase) fiecare din speciile, care interacționează, are un anumit folos (*amintiți-vă* relațiile bacteriilor de nodozități și plantelor leguminoase, animalelor unicelulare – flagelatelor – și insectelor, în intestinul căror ele locuiesc etc.). Figura 276 prezintă exemple de relații mutualiste. *Sarcină*: descrieți, ce avantaje de la astfel de relații are fiecare dintre organisme.

Partea biotică a ecosistemelor o constituie diferite grupe de organisme, între care există relații reciproce spațiale și trofice:

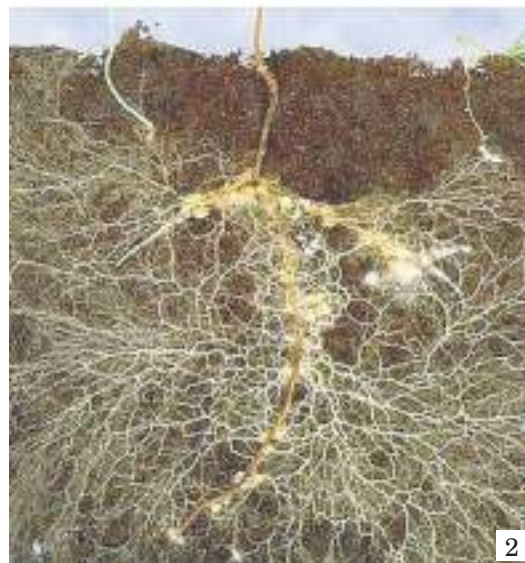
producători (din latină *producentis* – cel, care produce) – populațiile organismelor autotrofe, capabile să sintetizeze compuși organici din cei neorganici (organisme fototrofe sau chemotrofe);

consumători (din latină *consumo* – consum) reprezintă populații de organisme heterotrofe, care se hrănesc cu organisme vii sau cu substanță organică moartă (fitofagii, prădătorii, paraziții, saprotrofii);

Memorizăm: concurența (din latină *concurrentia* – a se întâlni) reprezintă astfel de relații între populațiile unei specii (intraspecific) sau diferitor specii (interspecific), în urma cărora utilizarea unei anumite resurse a mediului ambiant de către unii reduce accesibilitatea ei pentru la alții (des. 275).

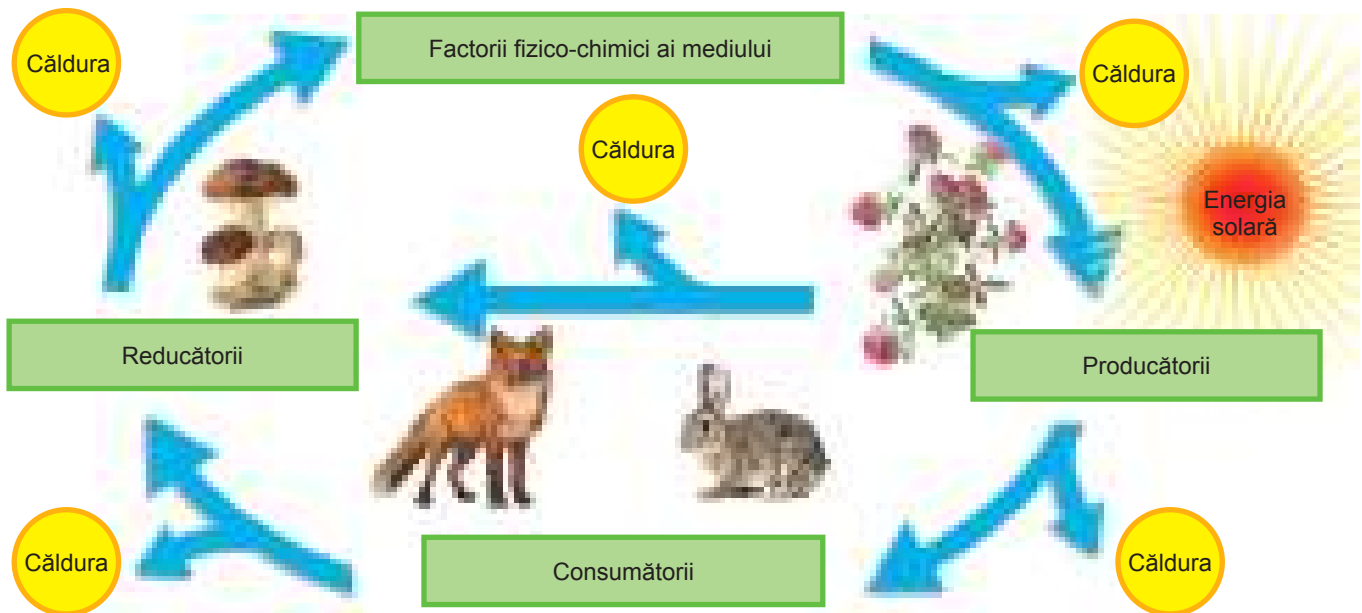


1



2

Des. 276. Exemple de relații mutualiste:
1 – pagurul și actinia;
2 – micoriza (ciupercile și sistemul radicular al arborelui)



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 și fluxul de energie, care leagă toate componentele ei într-un singur sistem integrat (vezi des. 277).

Memorizăm: între populațiile diferitor specii, care alcătuiesc ecosistemul, există diverse relații complexe. Totalitatea lor asigură funcționarea ecosistemului și autoreglarea lui. Cu cât mai ramificate și 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).

Sucesiunile, 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.

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 produsele 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 organisme 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 admitia energiei din exterior, de aceea o condiție obligatorie de existența 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



Des. 280. Exemplu piramidei ecologice a biomasei.

Temă. Determinați nivelurile trofice, la care se află organismele, ce fac parte din anumite lanțuri trofice

Pe scurt despre principalul

Toate populațiile organismelor, care fac parte dintr-un anumit ecosistem, sunt interconectate prin relații mai mult sau mai puțin strânse directe și indirecte.

Partea biotică a ecosistemului este formată din diferite grupuri de organisme, care sunt interconectate prin relații spațiale și alimentare (trofice): producători, consumători și reducători.

Populația fiecărei specii ocupă un anumit lanț trofic un anumit nivel trofic.

Regula piramidei ecologice: la fiecare nivel trofic anterior cantitatea de biomasă și energie acumulată de organisme într-o unitate de timp este semnificativ mai mare, decât la următoarele niveluri.

la altul în lanțurile trofice (productivitatea organismelor, în acest caz, este exprimată în unități de masă a substanței uscate) le demonstrează **piramida biomasei** (des. 280).

Piramida biomasei demonstrează legitatea, conform căreia consumătorii primari acumulează de 5–10 ori mai puțină biomasă, decât biomasă producătorilor consumați de aceștia. Și așa mai departe: la fiecare următoarea verigă a lanțului trofic biomasă, acumulată de organismele de nivelul trofic mai superior, se reduce de 5–10 ori în comparație cu cea, care este consumată de ele.

Legități asemănătoare de transmitere a energiei de la o verigă la alta a lanțului trofic demonstrează **piramida energiei**. Fiecare bloc al ei corespunde cantității 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 și noțiuni-cheie:

producători, consumători, reducători, nivel trofic, regula piramidei ecologice.

Verificați-vă cunoștințele obținute

1. Care este rolul producătorilor, consumatorilor și reducătorilor în ecosisteme?
2. Ce este productivitatea?
3. În ce grupuri ecologice sunt împărțite organismele în funcție de tipul de nutriție?
4. Ce tipuri de interacțiuni apar între populații de organisme, care fac parte dintr-un anumit ecosistem?
5. Cum decurg transformările energiei în ecosisteme?
6. Ce reprezintă lanțurile și nivelurile trofice?
7. Ce este piramidă ecologică a biomasei?

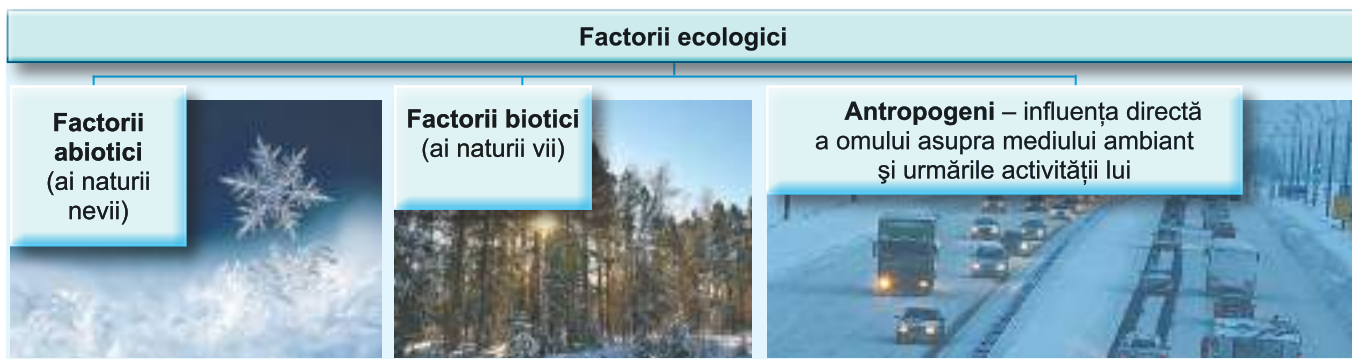
Chibzuiți

Dați exemple de producție primară și secundară a se ecosistemelor.

§50. FACTORII ECOLOGICI BIOTICI, ABIOTICI ȘI ANTROPOGENI

Amintiți-vă, care factori ecologici vă sunt cunoscute. Ce este parazitismul, mutualismul, simbioza?

Factorii ecologici și clasificarea lor. Toate componentele mediului ambiant, care influențează asupra stării și proprietăților organismelor vii, precum și asupra grupărilor lor,



Des. 281. Clasificarea factorilor ecologici



Des. 282. 1. Catastrofa la centrala atomoelectrică din Cernobyl în anul 1986.
2. Construirea unui sarcofag reinnoit 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 nevie (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 alor specii (*legături interspecifice*). Orice 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 influența 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

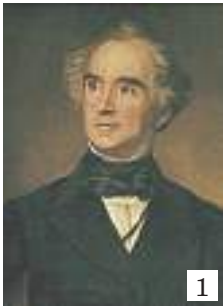


1



2

Des. 284. Cârțița (1) și orbetele (2) sunt mamifere, care trăiesc permanent în sol; cârțița sapă cu membrele anterioare late, iar orbetele – cu dinții incisivi



1



2

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 cărui se apropie de punctele critice ale minimului sau maximumului (limitele de toleranță superioară și inferioară)

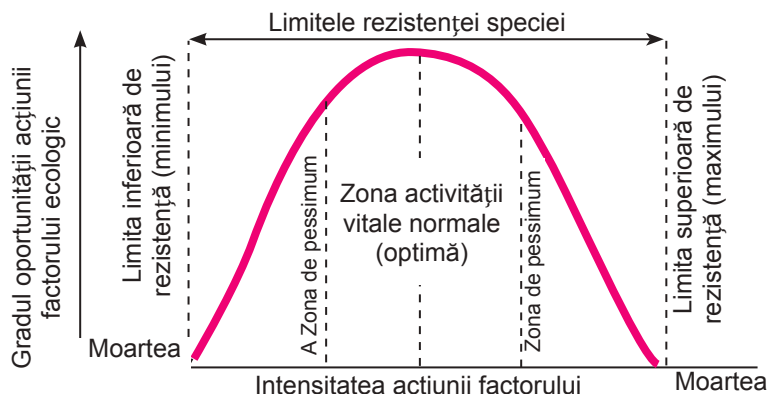
Un principiu de bază al ecologiei este **principiul unității organismelor și mediului lor de viață**, care constă în faptul, că indivizii fiecărei specii pe parcursul dezvoltării istorice îndelungate se adaptează la un anumit mediu de viață, adică la ele apar adaptații.

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 existență 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 influență 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 influența 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 maximumului și minimumului)* (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

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, existența 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 CO₂ în atmosferă optime.

Termeni și noțiuni-cheie:

ecologia, factorii ecologici, legea optimului.

Verificați-vă cunoștințele 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 ȘI 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,



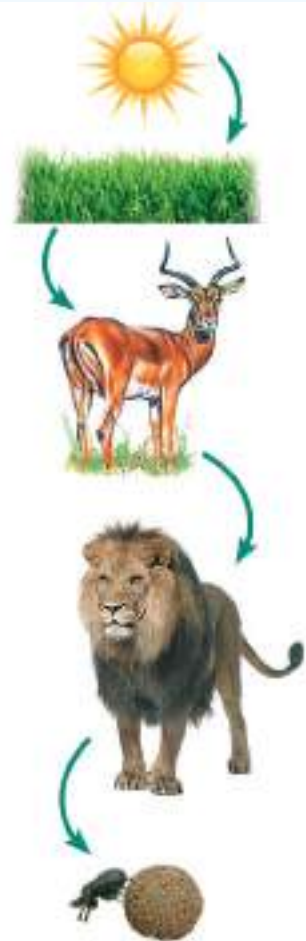
Pe scurt despre principalul

În funcție de natură și particularitățile acțiunii factorii ecologici sunt împărțiți în abiotici, biotici și antropogeni.

Factorii abiotici reprezintă componente și proprietăți ale naturii nevie. Factori biologici reprezintă diferite forme de interacțiuni între indivizi în populații și între populații în comunități.

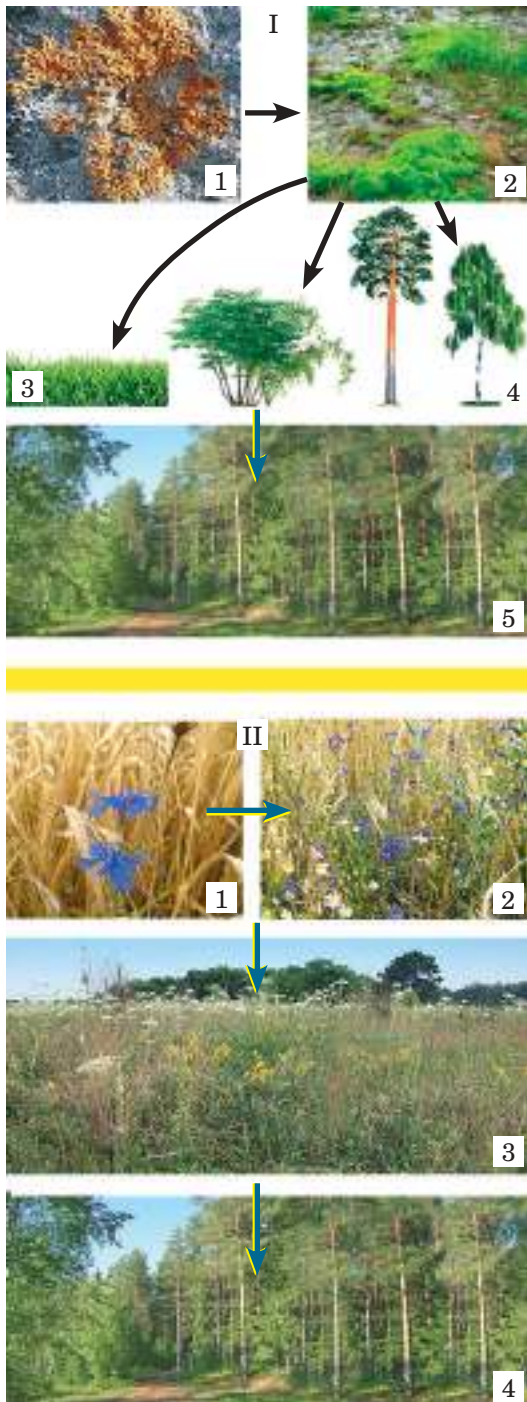
Un grup aparte de factori ecologici sunt diferite forme ale activității economice umane, schimbă starea mediului de viață a tuturor speciilor de ființe vie, printre care este și omul însuși (factorii antropogeni).

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?



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

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, influența 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 lo-curile 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.

Sucesiunile orientate a schimbărilor comunităților de organisme, care cu timpul duc la transformarea singurului ecosistem, se numesc **sucesiune**. Grupările de organisme, care există la etapele inițiale ale succesiunii, sunt caracterizate printr-o diversitate 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.

Sucesiunile pot fi primare și secundare. **Sucesiunile 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 freactice, 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.

Sucesiunile 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 agrocenzelor, dar o înaltă productivitate a unei sau a câtorva specii din componenta lor. Pe lângă faptul, că în componența agrocenzelor 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 agrocenzelor 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 și noțiuni-cheie:

sucesiunea, agrocenoza.

Verificați-vă cunoștințele 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 și secundare?

Chibzuți



Care sunt principalele deosebiri între ecosistem și agrocenoză?

§ 52. BIOSFERA CA UN SISTEM INTEGRU

Amintiți-vă, ce este circuitul de substanțe și 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 diversitate de specii semnificativă, cu un mecanism de autoreglare (de menținere a homeostaziei) dezvoltat și capabil la autoreproducere. Astfel de ecosisteme mature se află în stare de echilibru cu mediul fizic.

Temă. Analizați asemănările și deosebirile dintre ecosistemele naturale și cele artificiale (agrocenoze).

1. Explicați, de ce agrocenozele nu pot exista un timp îndelungat fără intervenția omului. Cu ajutorul profesorului, propuneți măsuri pentru ridicarea rezistenței și productivității agrocenzelor. Explicați necesitatea cercetărilor științifice pentru rezolvarea acestor probleme. 2. Argumentați necesitatea respectării culturii ecologice în afacerile industriale și agricole. Explicați, de ce înainte de a realiza proiecte de afaceri, este important de efectuat cercetări ecologice anterioare (expertiză ecologică).



Pe scurt despre principalul

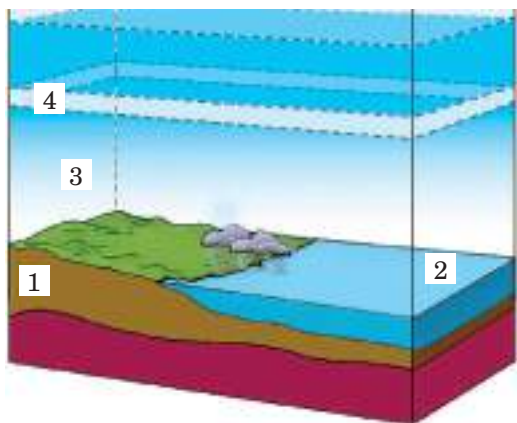
Integritatea ecosistemelor este asigurată de interacțiunea populațiilor de organisme în interiorul comunității între ele și cu mediul fizic. Aceste interacțiuni determină fluxurile de energie și circuitul substanțelor în interiorul ecosistemelor.

Capacitatea ecosistemelor la autoreproducere se datorează proprietății organismelor de a-și restabili numărul său și 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 constată în faptul, că indicii cantitativi și calitativi ai bioproductivității, densității populațiilor, vitezei circuitului de substanțe și fluxurilor de energie oscilează în jurul unor valori optime.

Sucesiunile orientate ale schimbărilor comunităților de organisme, care cu timpul duc la modificarea întregului ecosistem, se numesc succesiuni.



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 **atmosfera** (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-1 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 existența biosferei ca a unui sistem integrat.

Funcția gazoasă. Organismele în procesele activității sale vitale influențează asupra compoziției gazoase a atmosferei, a Oceanului planetar și a solului. Ființele aerobe în timpul respirației consumă oxigen și elimină dioxid de carbon. Plantele verzi, unele protozoare și cianobacteriile în procesul de fotosinteză absorb dioxidul de carbon și elimină oxigen.

Activitatea vitală a organismelor, de exemplu, a unor anumite grupe de procariote, poate influența asupra concentrației altor gaze (sulfurii de hidrogen, metanului, azotului etc.).

Funcția de oxido-reducere. Cu ajutorul organismelor în sol, apă și în aerul atmosferic se oxidează sau se reduc unii compuși. Astfel, ferobacteriile sunt capabile să oxideze compușii Fierului, sulfobacteriile – compușii Sulfurului, iar bacteriile denitrificatoare reduc nitrații și nitriții până la azotul molecular sau oxizii Nitrogenului.

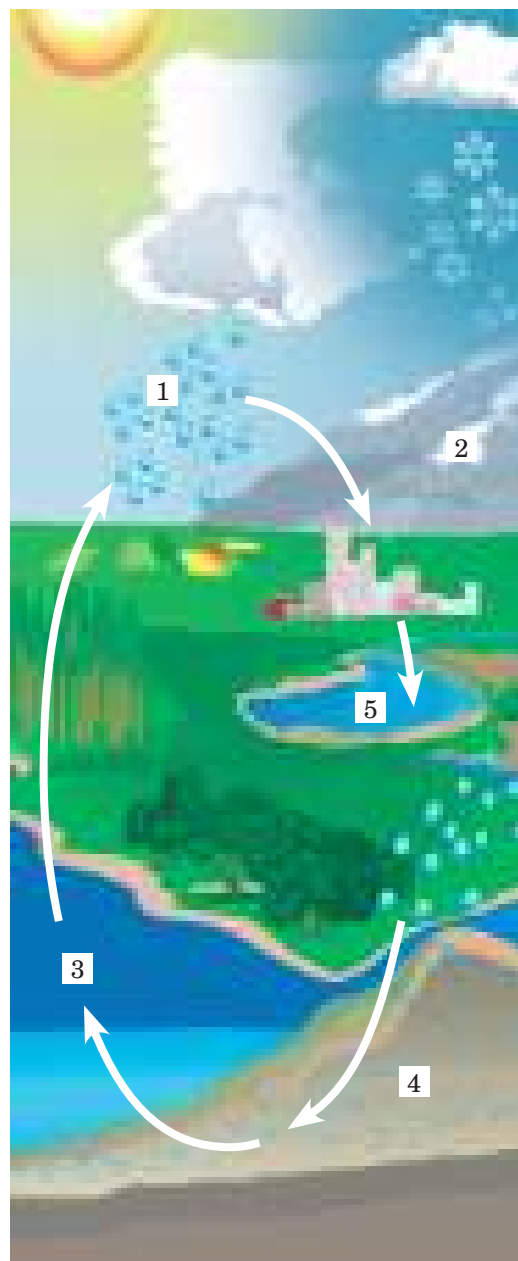
Funcția de concentrare. Ființele vii pot acumula anumite elemente chimice din mediul ambiant în organismele lor. Astfel, moluștele, foraminiferele, crustaceele decapode, animalele vertebrate pot acumula în organismele lor, în primul rând în schelet, carapace, cochilii, compuși anorganici ai Calciului și Fosforului, radiolariile – ai Stronțiului și Siliciului, algele brune – a Iodului etc.

Ciclurile biogeochimice. Realizarea funcțiilor materiei vii este legate de migrația atomilor moleculelor în procesul circuitului de substanțe, adică a ciclurilor biogeochimice. În biosferă continuă permanent circuitul apei și a tuturor elementelor chimice, care intră în componenta organismelor vii.

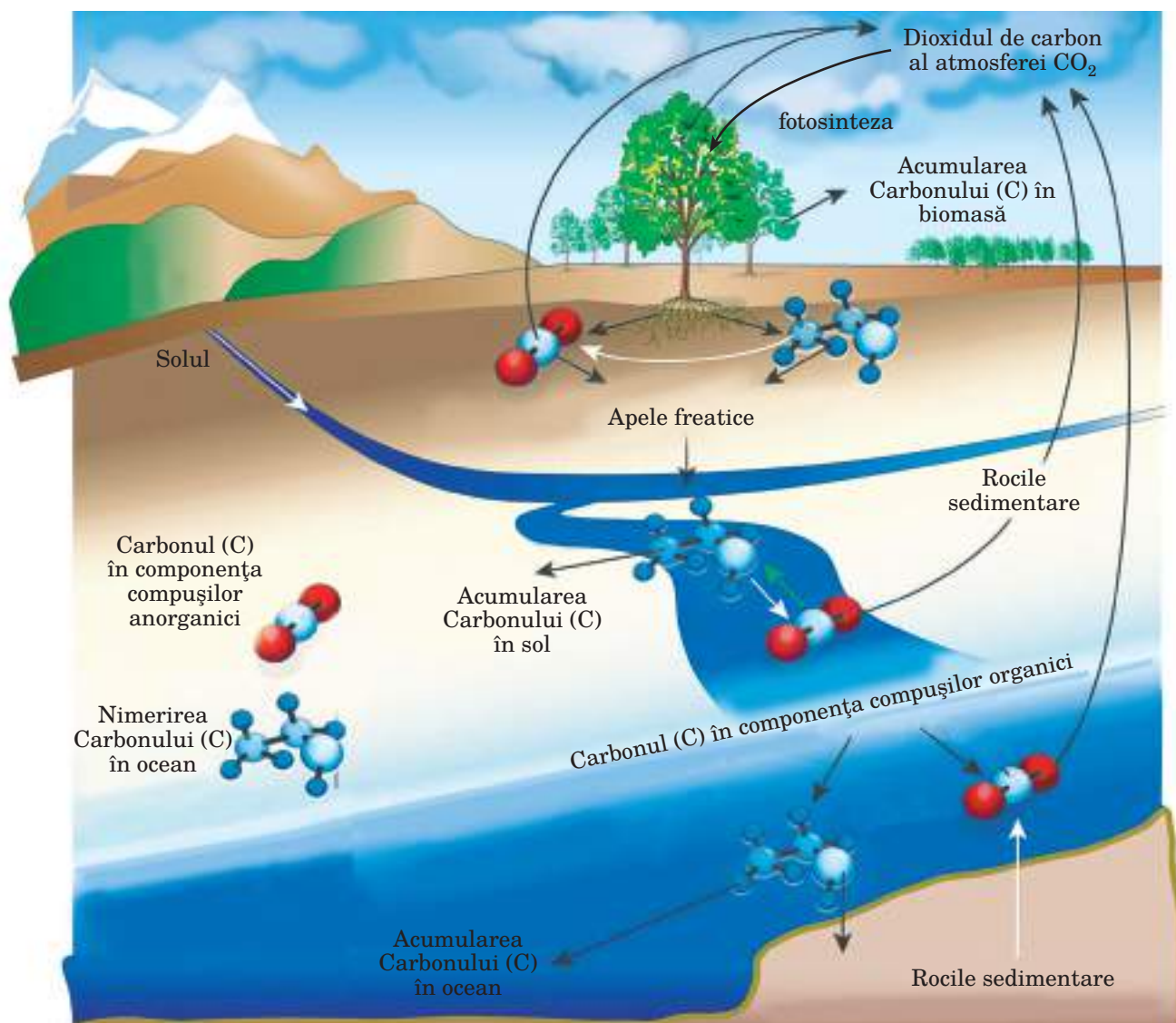
Ciclul biogeochimic al apei (des. 291). Apa este cel mai răspândit compus chimic în biosferă. Rezerva totală a ei pe Pământ constituie 1,5 mlrd km³. Vaporii de apă nimeresc în atmosferă în timpul evaporării de pe suprafața bazinelor cu apă, transpirației plantelor, respirației etc; în componenta aerului ea este transportată de vânt. Din atmosferă apa cade sub formă de ploaie sau zăpadă. În mări și oceane rezervele ei sunt completate datorită vărsărilor râurilor și precipitațiilor. Curenții marini duc apa de diferite temperaturi la distanțe mari, influențând asupra climei din anumite zone ale suprafeței terestre. Apa cauzează fenomenele geologice ale eroziunii, transportării și depunerii substanțelor. Apa este absorbită de ființele vii și ea este inclusă în circuitul de substanțe a acestora. Organismele elimină apă cu produsele activității vitale, în timpul respirației, evaporării etc.

Ciclul biogeochimic al Oxigenului. Absorbind oxigenul molecular (O₂) în timpul respirației, organismele vii își asigură necesitățile lor energetice. Oxigenul atmosferic și dizolvat în apă pot oxida resturile organice, precum și compușii anorganici ai scoarței Pământului. O parte a oxigenului atmosferic sub influența razelor solare ultraviolete și descărcărilor electrice se transformă în ozon (O₃). Conținutul de oxigen în straturile inferioare ale atmosferei constituie circa 21 % și se reduce odată cu creșterea înălțimii.

Circuitul biogeochimic al Carbonului (des. 292). Carbonul intră în componenta tuturor compușilor organici, care reprezintă baza proceselor biochimice din organismele vii. Autotrofii sunt capabili să fixeze dioxidul de carbon (CO₂) și să sintetizeze diferiți compuși organici, folosind pentru această energia solară (fototrofii) sau energia reacțiilor chimice



Des. 31.4. Circuitul apei în natură:
1 – apa din atmosferă; 2 – apa ghețarilor; 3 – apa oceanelor; 4 – apele subterane; 5 – apa râurilor



Des. 292. Circuitul Carbonului în natură. **Temă.** Folosind textul manualului, descrieți aceste procese

(che-motrofii). Aceste substanțe în continuare prin lanțurile trofice nimeresc la heterotrofi. În organismele vii Carbonul există sub formă de compuși organici și carbonați, iar în afara lor – în substanțele 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 activității 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 influența 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 substanțelor chimice, care pot fi asimilate de organismele vii, se numește *fixat*. El poate fi asimilat nemijlocit din sol de către plantele verzi sau datorită coexistenței mutualistice cu bacteriile nodozităților fi-

xatoare de azot. Din compușii Nitrogenului plantele sintetizează aminoacizii, din care sunt formate proteinele, acizii nucleici etc. Mai departe compușii organici, care conțin nitrogen sunt transmise prin lanțurile trofice. În rezultatul dezasilării 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 și alți compuși ai Nitrogenului nimeresc în mediul ambiant cu resturile de organisme. Ele sunt descompuse de reducători.

Care este rolul organismelor în transformările învelișurilor Pământului? Organismele vii participă la formarea rocilor sedimentare, solului, formarea atmosferei, schimbând învelișurile Pământului.

Rocile sedimentare se formează la fundul bazinelor cu apă în rezultatul depunerii a diferitelor substanțe insolubile, o parte considerabilă a cărora au origine biogenă. Din resturile ființelor, care acumulează în scheletele sale, cochilii, carapace carbonați, fosfați, 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 și algele diatomee. Astfel, radiolaritele (rocile sedimentare formate în principal din scheletele radiolariilor) sunt prezentate de argile silicioase, zăcămintele de pietre semiprețioase (jasp, calcedonia). Zăcămintele de fosforit și apatit (sărurile acizilor fosfatici, care sunt folosite ca îngrășămintele minerale și 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) și turba (mușchii) au s-au format în condiții speciale din resturile de plante moarte. Zăcămintele de minereuri de fier sunt în principal rezultatul activității ferobacteriilor chemotrofe. Există ipoteze privind originea biogenă a petrolului, gazului natural, șisturilor bituminoase etc.

Organismele participă și la eroziunea (distrugerea) rocilor. De exemplu, lichenii, care populează stâncile, elimină acizi organici, ce distrug rocile. Aceste procese sunt înlesnite și de hifele ciupercilor, care pătrund în crăpăturile stâncilor.

Organismele asigură principalele procese de formare a solului: descompunerea substanțelor organice până la compuși minerali, crearea humusului și descompunerea lui etc. În rezultatul elementele minerale ale litosferei sunt incluse în partea biogenă a circuitului substanțelor.

Datorită activității vitale a organismelor este menținută compoziția gazoasă a atmosferei. Astfel, oxigenul atmosferic are origine fotosintetică. Vegetația Pământului anual consumă circa $1,7 \cdot 10^8$ tone de dioxid de carbon și elimină circa $1,2 \cdot 10^8$ tone de oxigen, care este folosit în procesul de respirație de către toate organismele aerobe.



Pe scurt despre principalul

Planeta Pământ este înconjurată de membrane – solidă (litosfera), lichidă (hidrosfera) și gazoasă (atmosfera). Partea acestor învelișuri geologice ale Pământului, populată de organisme vii, se numește 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 și energia. Substanța vie îndeplinește diferite funcții, care asigură existența biosferei ca a sistemului integrat: gazoasă, de concentrare, de oxido-reducere. Realizarea funcțiilor materiei vii este legată de migrația atomilor și moleculelor în procesul de circuitului de substanțe, adică ciclurilor biogeochemice.

Organismele vii participă activ în transformarea învelișurilor planetei noastre: formarea rocilor sedimentare, solul, atmosferei, modificând învelișurile Pământului.



Des. 293. Megalopolis (or. Kiev)



Des. 294. Eroziunea solului: apariția și creșterea dimensiunilor râpelor, care face terenurile nepotrivite pentru agricultură



Des. 295. Defrișările din Carpații amenință să devină o catastrofă ecologică

Termeni și noțiuni-cheie:

biosfera, materia vie a biosferei.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Ce este biosfera și care sunt limitele ei? 2. Care sunt trăsăturile principale ale materiei vii ale Pământului? 3. Care sunt funcțiile biogeochimice ale substanței vii? Ce reprezintă ciclurile biogeochimice? 4. Care este rolul organismelor vii în transformarea învelișurilor Pământului?

Chibzuiți



Argumentați, de ce biosfera nu constituie un înveliș aparte al Pământului.

§53. PROTECȚIA ȘI CONSERVAREA BIOSFEREI, PRINCIPALELE MĂSURI ALE OCROTIRII MEDIULUI AMBIANT

Amintiți-vă, care sunt formele principale ale activității economice a omului.

În ce constă criza ecologică actuală? Omul la o anumită etapă de dezvoltare a societății și tehnicii a început activ să transforme natura, iar influența 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 activității omului, este foarte mare – creșterea populației, insuficiența de produse alimentare, energie, apă potabilă, poluarea mediului ambiant. Toate acestea au pus omenirea în fața unei crize biosferice atotcuprinzătoare.

Creșterea numărului populației. Potrivit calculelor savanților, în mileniul al VII-lea înaintea erei noastre populația 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 mld. Numai în ultimii 50 de ani populația planetei noastre s-a dublat, ceea ce servește drept argument de a afirma despre o adevărată *explozie demografică*, urmările cărei pot fi neprevăzute.

Creșterea populației Pământului și dezvoltarea industriei sunt însoțite de dezvoltarea intensă a orașelor (*urbanizarea*), în deosebi de apariția orașelor enorme – *megalopolisurilor* (des. 293). În prezent în orașe trăiește 40 % din numărul populației, deși ele ocupă o suprafață de 0,5 % din suprafața planetei noastre. Orașele și suburbiile lor sunt un exemplu de schimbări antropogene a mediului ambiant: distrugerea practic definitivă a ecosistemelor naturale, gradul înalt de poluare cu deșeuri menajere, circulație intensivă a transportului etc. În orașe, din cauza aglomerației, există permanent un pericol înalt de dezvoltare a epidemiei de gripă, SIDA-ei, holerei, salmonelozei, tuberculozei etc, contaminării cu viermi paraziți, căpușe, insecte.

Asigurarea populației Pământului cu produse alimentare necesită o mărire anuală a suprafeței terenurilor arabile. Însă influența tehnicii și metodelor de lucrare a solului, tăierea pădurilor, care apără apele subterane și solul de acțiunea vântului, precum și alți factori, cauzează

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.

Distrușgerea pădurilor. În decursul ultimilor 10 mii de ani sub influența 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).

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 CO₂ s-a mărit cu 25 %, iar temperatura la suprafața Pământului a crescut cu 0,5 °C.

Influența 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 (H₂S și SO₂, NH₃ și NO₂, 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 H₂S și NO₂. Combinându-se cu molecule de apă, ele formează acizi anorganici puternici – sulfatic H₂SO₄ și nitric HNO₃. Ploile acide duc la urmări grave: se distruge ecosistemele pădurilor și a bazinelor cu apă dulce (des. 298).

Un alt pericol pentru sănătatea omului poate deveni slăbirea ecranului de ozon. Aceasta are loc în rezultatul eliminării



Des. 296. Incendiul la centrala nucleară „Fukushima-1”



Des. 297. Schema efectului de seră: 1 – căldura, care pătrunde cu razele solare, se reflectă de la suprafața Pământului; 2 – activitatea industriei și transportului determină o creștere a concentrației de CO₂ în atmosferă, care împiedică eliminării de căldură în straturile superioare ale atmosferei (3), rezultând creșterea temperaturii în apropierea suprafeței Pământului



Des. 298. Urmările ploilor acide



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.



1



2



3

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). Înrautățirea 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, irigațiilor 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 existența 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, lanșaturile 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 irigațiilor 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 influența 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.

Sursele alternative de energie sunt sursele regenerabile, la care aparțin energia razelor solare, vântului, mărilor, râurilor, biomasei, căldurii Pământului, precum și 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 și de aceea nu este dăunătoare pentru mediul ambiant.

Protecția naturii este o ramură aplicativă a cunoștințelor despre conservarea stării biosferei, pentru care ecologia servește drept bază teoretică. Numai odată cu dezvoltarea ecologiei omenirea a început treptat să înțeleagă însemnătatea legăturilor reciproce între organisme și mediul lor ambiant, să descopere legitățile, care coordonează funcționarea biosferei.

Doar numai o influență neînsemnată a omului asupra mediului ambiant cauzează o reacție în lanț, care poate duce la urmări neprevăzute în scară globală. Pentru evitarea crizei ecologice globale este necesară unirea eforturilor tuturor țărilor în domeniul ceea ce privește protecția mediului ambiant.

Care sunt direcțiile principale ale conservării diversității organismelor? Conservarea și îmbunătățirea stării biosferei este imposibilă fără conservarea diversității biologice (biodiversității) a organismelor, care populează planeta noastră. Pentru conservarea diversității de specii multe țări din lume (printre care și Ucraina) s-au asociat la *Strategia internațională pentru conservarea naturii* elaborată de Uniunea internațională pentru conservarea naturii (IUCN).

Înțelegerea necesității a unei evidente stricte a speciilor rare și celor amenințate a condus la crearea în 1948 pe lângă IUCN a Comisiei permanente pentru speciile de plante și animale, care se află pe cale de dispariție. Rezultatul activității acestei comisii a fost crearea *Cărții Roșii Internaționale*, ediții aparte ale căreia au început să fie editate din 1966. Totodată este dus lucrul de alcătuire a așa-numitelor *Liste negre* ale speciilor, care au dispărut de pe fața Pământului începând din 1600. Motiv pentru includerea unei anumite specii în Lista neagră este lipsa datelor exacte de întâlnire ei în decursul ultimilor 50 de ani. Sunt create listele speciilor, care necesită protecție pe teritoriile unor state aparte, precum și Cărțile Roșii Naționale.

Cartea Roșie a Ucrainei este un document de stat despre starea actuală a speciilor de animale și plante, care se află sub pericolul dispariției, precum și despre măsurile privind păstrarea lor și argumentarea științifică a reînnoirii lor. În ea sunt incluse speciile de animale și plante, care permanent sau temporar (de exemplu, păsările migratoare) trăiesc în condițiile naturale pe teritoriul Ucrainei sau în limitele apelor ei teritoriale. Pentru fiecare specie inclusă în Cartea Roșie a Ucrainei sunt prezentate date despre răspândirea ei, particularitățile structurii, funcționării, ciclul vital, numărul în natură, precum și despre măsurile de protecție efectuate și planificate. În prezent în Cartea Roșie a Ucrainei sunt incluse 826 de specii de plante și ciuperci, precum și 542 specii de animale (des. 301, 302, forțașurile).



Des. 301. Animalele din Cartea Roșie:
1 – sfinxul oleandrului; 2 – șarpele de alun; 3 – desmanul obișnuiți; 4 – râsul comun; 5 – delfinul comun; 6 – barza neagră; 7 – sfrânciocul mare; 8 – salamandra de foc; 9 – pelicanul comun



Des. 302. Plantele din Cartea Roșie: 1 – untul-vacii; 2 – ghiocelul nival; 3 – brândușa de toamnă; 4 – papucul-doamnei; 5 – lealeaua cu două flori; 6 – ruscuță-primăvărată; 7 – crinul de pădure; 8 – floarea-vântului; 9 – dedițelul mare; 10 – poroinicul

E interesant să știm

În Ucraina sunt create asemenea parcuri naționale naturale: Azov-Sivaș, „Biloberejjea Sveatoslava”, Belozerski, „Buzki Gard”, „Veliki Lug”, Verhovina, Vijnia, Halici, Ghetmanski, Golosiivski, „Gomișanski Lis”, „Huțulșcina”, Dvori-ceanski, Dermansko-Ostrozski, Desna-Starogutski, Djarilgaški, „Zalissea”, Ika-neansk, „Karmeliukove Podolia”, Kar-atski, „Kremenețki Gory”, Mezinski, Nijniosulski, Pripiat, „Podolia de Nord”, „Podilski Tovtry”, „Pripiat-Stohid”, „Suba-zovia”, „Sveati Gory”, „Sinevir” și „Sinio-gora”, Siverski-Donetk, „Skolivski Bes-kidy”, Slobojanski, „Limanul Tuzla”, Ujanski, Hotin, „Ciarivna gavani”, Cer-nomorski, Șațki, Iavorivski.

Specialiștii din Ucraina pentru prima dată în lume au elaborat **Cartea Verde**, în care sunt incluse comunități vegetale rare și tipice pentru un anumit teritoriu, care necesită un regim special de folosire a lor.

Speciile, incluse în Cartea Roșie, sunt ocrotite și reînnoite în ariile protejate. Crearea și folosirea acestor teritorii, care reprezintă o bogăție națională, este înfăptuită în conformitate cu *Legea Ucrainei „Cu privire la fondul rezervațiilor naturale”* (1992).

Rezervațiile științifice prezintă instituții de cercetări științifice de nivel de stat, care sunt create cu scopul păstrării în stare naturală a complexelor naturale unice sau tipice pentru zona respectivă, studierii proceselor și fenomenelor naturii, care au loc pe teritoriul respectiv, elaborării principiilor științifice de protecție a naturii. Pe teritoriul Ucrainei rezervațiile științifice se află în toate zonele naturale. Astfel, în zona pădurilor amestecate se află rezervațiile științifice Drevleanski, Polesia, Rivne, Ceremoș; în zona de silvostepă – Kaniv, „Roz-tocea”, „Medobory”; de stepă – Lugansk, „Ucrainenă de stepă”, Dniprovsko-Orilskiy, „Stepa Elaneț”, Opukskiy; în Crimeea – Kazantip, Karadag, Crymskiy, Ialtinskiy girskolisoviy, „Mis Martian”; în Carpații ucraineni – „Gorgany”.

Parcurile naturale naționale sunt instituții de protecție a naturii, de cercetări științifice și de instruire culturală, chemate să păstreze complexele și obiectivele naturale prețioase, istorice și de cultură. Pe teritoriul lor, cu condiția respectării regimului de rezervație este permis turismul și anumite forme de odihnă.

Landșafturi protejate, sau rezervații peisagistice sunt instituții de protecție a naturii de însemnătate locală sau regională, sunt menite să realizeze aceleași sarcini pe care le au parcurile naționale.

Rezervațiile naturale sunt teritorii naturale, create cu scopul conservării și regenerării complexelor naturale sau a unor specii aparte de organisme. Pe teritoriul lor sunt permise activitatea științifică, unele activități economice și de instruire culturală numai cu respectarea cerințelor protecției mediului ambiant.

Monumente ale naturii reprezintă obiecte unice ale naturii, care au însemnătate de protecție a naturii, științifică, estetică și cognitivă.

Un loc deosebit în realizarea măsurilor de protecție a naturii le revin grădinilor botanice și parcurilor zoologice, create cu scopul studierii, conservării, aclimatizării și folosirii eficiente a speciilor florei și faunei locale și mondiale. Ele efectuează și o activitate de instruire.

Termeni și noțiuni-cheie:

eroziunea solului, ploii acide, noosfera, gândire ecologică, Cartea Roșie, Cartea Verde.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Care sunt cauzele actuale ale crizei ecologice?
2. Care este pericolul unei creșteri rapide a populației Pământului?
3. Care sunt urmările urbanizării pentru biosferă și sănătatea umană?
4. Care sunt cauzele eroziunii și salinizării solului?
5. Ce pericol ecologic reprezintă centralele nucleare?
6. Cum înțeleg oamenii de știință conceptul de „noosferă” și „gândire ecologică”?
7. Care sunt principiile de bază ale folosirii gestionării raționale a naturii?
8. Ce știți despre sursele alternative de energie?
9. Care sunt principalele domenii ale conservării naturii?

Chibzuți



1. Cum evaluați situația ecologică actuală din Ucraina?
2. Care sunt diferențele în statusul de ocrotire la astfel de arii protejate, ca rezervațiile a biosferei, rezervații științifice, parcuri naturale naționale, landșafturi protejate (rezervații peisagistice), monumente ale naturii.



Pe scurt despre principalul

Creșterea rapidă a populației planetei noastre și activitatea economică intensivă a omului sunt capabile să provoace o criză ecologică globală. Lista problemelor ecologice generate de activitatea umană este destul de mare – creșterea populației, lipsa alimentelor, energiei, apei potabile, poluarea mediului etc.

Pentru a rezolva orice problemă omul trebuie să acționeze din punct de vedere al gândirii ecologice, adică subordonarea activităților practice de toate zilele a omului legilor naturii și cerințelor față de protecția mediului.

TEST DE CONSOLIDARE

Alegeți din răspunsurile propuse cel corect

1. Indicați cum sunt numite toate tipurile posibile de coexistență a organismelor de diferite specii din ecosistem: a) parazitism; b) mutualism; c) comensalism; d) simbioză.
2. Indicați de ce sunt determinate limitele unei anumite biogeocoeneze: a) de limitele numărului grup de animale; b) de limitele anumitei comunități vegetale; c) arbitrar; d) limite clare nu există.
3. Determinați, cum se numește tipul de simbioză, la care organismele de diferite specii au folos reciproc: a) parazitism; b) comensalism; c) mutualism; d) concurență.
4. Indicați poziția spațială și trofică a populației unei anumite specii în ecosistem: a) localizare; b) nivel trofic; c) simbioza; d) nișă ecologică.
5. Indicați ce este noosfera: a) învelișul spiritual al Pământului; b) o parte a învelișurilor Pământului, locuite de ființe vii; c) o stare nouă a biosferei cauzată de activitatea rațională a omului; d) totalitatea tuturor ariilor protejate.
6. Numiți tipurile de arii protejate, care funcționează în Ucraina: a) numai rezervații științifice; b) numai rezervații naturale; c) numai parcurile naturale naționale; d) rezervații științifice, parcuri naturale naționale, rezervații naturale.
7. Determinați cum sunt numiți factorii de naturii nevie: a) abiotici; b) biotici; c) antropogeni; d) antropici.
8. Indicați, cum se numește comunitatea de organisme, creat artificial de om cu scopul obținerii producției agricole: a) ecosistem; b) o grădină botanică; c) populație; d) agrocenoză.
9. Determinați ce reprezintă eroziunea solului: a) depunerea sărurilor pe suprafața solului; b) reducerea grosimii stratului fertil; c) distrugerea locuitorilor folositori ai solului; d) tăierea pădurilor.
10. Numiți cu ce scop a fost creată Cartea Verde: a) protecția speciilor rare; b) protecția anumitor specii pe cale de dispariție; c) protecția comunităților rare și tipice de animale; d) protecția comunităților rare și tipice de plante.

Alcătuți perechi logice

11. Stabilirea corespondența între tipurile de factori ecologici și exemplele, care le ilustrează.

- | | |
|----------------------|--|
| A abiotic | 1 interacțiune prădător – pradă |
| B biotic | 2 creșterea conținutului de radionuclizi în sol |
| C antropogeni | 3 conținut de gaze în sol |

12. Stabiliți corespondența dintre formele de simbioză și exemple, care le ilustrează.

- | | |
|----------------------|--|
| A mutualism | 1 coexistența tigrlui Amur și 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 și termitelor |

13. Stabiliți corespondența între perechile de specii și 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 și urmările ei:

- | | |
|---|------------------------------------|
| A Emisia în atmosferă a compușilor de clorfluorcarburi | 1 Formarea găurilor de ozon |
| B Irigarea nerațională a solurilor | 2 Efect de seră |
| C activitatea intensivă a industriei și transportului | 3 Eroziunea solului |
| D Defrișări 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-saprotofe
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 vii sunt 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 și insecte în ecosisteme a avut loc evoluția comună. Care adaptări comune s-au dezvoltat la ele și 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 depășită numai prin eforturile comune ale guvernelor și 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 și a mediului lor de viață?

23. De ce concurența dintre speciile apropiate din punct de vedere sistematic este mai acută decât între cele îndepărtate? Răspunsul argumentați-l.

24. Ritmul schimbărilor compoziției de specii a organismelor pe câmpul părăsit de grâu cu timpuscade în mod semnificativ. Cum poate fi explicat acest lucru?

25. În procesul de schimbare a compoziției speciilor de organisme productivitatea ecosistemului crește. Cum poate fi explicat acest lucru?

26. De ce biosfera nu poate fi considerată drept un înveliș separat a Pământului? Răspunsul argumentați-l.

27. De ce două specii cu aceleași 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 și schimbările climatice de pe Pământ?



TEMA 9. BIOLOGIA CA BAZA BIOTEHNOLOGIEI ȘI MEDICINEI

În această temă veți afla despre:

- sarcinile selecției moderne;
- direcțiile principale ale selecției moderne a plantelor, animalelor și microorganismelor;
- sarcinile și direcțiile principale ale biotehnologiei moderne;
- rolul ingineriei genetice în biotehnologia și medicina modernă;
- organismele modificate genetic și problemele, care sun asociate cu ele.

§54. SARCINILE SELECȚIEI MODERNE

Amintiți-vă contribuția lui Darwin în dezvoltarea biologiei. Ce reprezintă linia pură, genofond, hibridizare? Ce este încrucișarea de analiză? Pentru ce ea este utilizată? Care încrucișare se numește consangvină și neconsangvină? Care sunt genele alele letale și subletale?

Selecția este știința despre bazele teoretice și metodele de creare a noilor soiuri de plante, rase de animale și tulpini de microorganisme, adaptate la cerințele actuale ale agriculturii și industriei, precum și de ameliorarea celor existente. Drept bază teoretică a selecției servesc rezultatele cercetărilor genetice și învățătura despre selecția artificială. Pentru atingerea unor rezultate eficiente selecționerul trebuie să cunoască bine particularitățile înmulțirii, dezvoltării individuale și proceselor vitale ale speciilor, cu care el lucrează.

Să ne amintim: **rasă de animale** sau **soi de plante** se numește totalitatea indivizilor a unei specii cu anumite caractere ereditare (particularități de structură, procese vitale, productivitate etc.), creată de om în rezultatul selecției artificiale (des. 303). **Tulpina** este o cultură pură (adică urmașii unei singure celule) de microorganisme (des. 304). De la o singură celulă maternă în rezultatul selecției este posibilă obținerea diferitelor tulpini, care se deosebesc după productivitate, sensibilitate față de antibiotici etc.

Rasele de animale, soiurile de plante și tulpinile de microorganisme sunt un fel de populații artificiale, create de om. Fără susținerea din partea omului soiurile de plante și rasele de animale își pot pierde calitățile sale.

Selecția joacă un rol însemnat în soluționarea sarcinii principale a agriculturii – asigurarea volumului maxim de producere de produse alimentare de înaltă calitate cu alocarea de resurse financiare și energetice minime. La țara noastră munca de selecție este efectuată în instituții de cercetări, gospodării pentru creșterea animalelor de prăsilă, la stațiunile de experimentare a soiurilor.

Sarcină: cu ajutorul profesorului numiți principalele instituții științifice de selecție ale Ucrainei și caracterizați principalele direcții ale cercetării lor.



Des. 303. Grupe de rase de câini: găsiți în imagine forma inițială – lupul, precum și reprezentanți ai raselor de serviciu, de vânătoare și decorative



Des. 304. Tulpinile de microorganisme sunt cultivate pe medii nutritive, de exemplu pe agar, care este obținut din algele roșii; de compoziția mediului nutritiv adesea depinde productivitatea unei tulpini

Memorizăm: *Raionarea* este un complex de măsuri, orientate la verificarea corespunderii particularităților anumitor rase sau soiuri la anumite condiții ale zonei climaterice. Ea este o condiție necesară pentru folosirea rațională a raselor și soiurilor în limitele oricărei tari.

E interesant să știm

Formarea raselor și soiurilor a început odată cu domesticirea speciilor de animale sălbatice și introducerea în cultură a speciilor sălbatice de plante de către om. Drept bază pentru diversitatea raselor și soiurilor o constituie strămoșii sălbatici ai unei sau câtorva specii. De exemplu, strămoșul 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 strămoși sălbatici ar putea participa la formarea raselor anumitelui animal) (des. 305).



1



2

3



4

Fig. 305. Exemple de rase de porumbei:
1 – buclat; 2 – rasade Mikolaiv;
3 – king; 4 – călugărul german

Pentru desfășurarea cu succes a muncii de selecție este foarte importantă diversitatea genetică a materialului inițial. De aceea savanții permanent caută caracterele de care se interesează printre speciile sălbatice. Deci, aceste specii servesc drept rezervă de material ereditar pentru munca de selecție. Iar genofondul speciilor sălbatice trebuie ocrotit. Sporirea diversității materialului inițial este favorizată de utilizarea pentru selecție a organismelor origine geografică diferită, de influența diferiților factori, în special mutageni (în selecția plantelor și a microorganismelor).

Rasele de animale și soiurile de plante, care au o productivitate ridicată în unele zone geografice, nu sunt întotdeauna eficiente în alte zone. De aceea savanții știință cercetează temeinic proprietățile raselor și soiurilor noi și verifică dacă ele corespund cerințelor de utilizare într-o anumită zonă climaterică, adică efectuează zonarea.

Metodele selecției. Metodele clasice ale selecției sunt selecția artificială și hibridizarea.

E interesant să știm

La stadiile inițiale de creare a formelor de cultură a fost efectuată *selecția inconștientă*: lăsând pentru înmulțire anumiți indivizi, oamenii nu-și puneau scopul de a obține noi rase și soiuri și nu aplicau diferite sisteme de încrucișare și tipuri de selecție artificială. Ulterior, începând cu a doua jumătate a secolului al XVIII-lea selecția artificială inconștientă a fost înlocuită de *selecția planificată* (*metodologică*). Ea se bazează pe alegerea perechilor de părinți, aplicarea diferitor variante de încrucișare și selecția planificată după caracteristici specifice printre descendenții obținuți, care permite să se creeze rase sau soiuri cu proprietăți planificate din timp.

Selecția artificială reprezintă alegerea de către om a celor mai prețioase din punct de vedere economic animale, plante, microorganisme pentru obținerea de la ei a urmașilor cu caractere dorite. Aceasta este cel mai important element al oricărui lucru de selecție, care este necesar pentru păstrarea și îmbunătățirea în continuare a rezultatelor obținute.

Selectarea artificială este efectuată în câteva etape succesive. Printremulte animale sau plante de o anumită specie omul alege indivizii, care se deosebește de alții prin variante interesante ale caracterului, pentru înmulțirea lor în ulterioară. Din generație în generație varianta dorită a caracterului se manifestă tot mai mult, deoarece sunt aleși indivizii, la care caracterul respectiv se manifestă mai bine. În același timp, prin hibridizare omul poate combina la descendenți diverse caractere utile pentru el ale formelor parentale. Selecția artificială, de obicei, duce la schimbarea unor altor caractere, iar cu timpul – și 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 existență de sine stătător și necesită îngrijire permanentă din partea omului. De exemplu, este greu de-și imaginat cum pot să scape de răpitori în condiții naturale cucoșii unor rase cu coadă lungă (des. 306) sau indivizii de bovine de rase pentru carne cu corp masiv și picioare scurte.

Sunt aplicate formele selecției artificiale în masă sau individuală. La *selecția în masă* din materialul inițial sunt aleși

indivizii cu anumite particularități fenotipice. Deși selecția în masă este simplă în aplicare și 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, homozigoți sau heterozigoți după alelele dominante), ce neapărat va influența asupra eficienței selecției. Astfel, la încrucișarea între ele a organismelor heterozigote la hibridii de prima generație partea indivizilor cu caractere dorite pentru selecționar va fi considerabilă. Însă, odată cu acumularea urmașilor homozigoți eficiența selectării va scădea în continuare.

La *selectarea individuală* fiecare individ este ales pe baza studierii detaliate a fenotipului și genotipului. Informația despre genotipul acestor organisme poate fi obținută, studiind genealogia lor cu ajutorul încrucișărilor analizatoare.

Eficiența selecției depinde nu numai de forma selecției artificiale, dar și de alegerea corectă a perechii de organisme de prăsilă parentale și de aplicarea sistemului respectiv de încrucișare a organismelor – de **hibridizare**. Hibridii 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 urmașilor se combină stările caracterelor dorite pentru aplicarea practică și este evitată apariția urmărilor negative ale încrucișărilor înrudite.

Hibridizarea este posibilă între indivizii unei (*în interiorul speciei*) și a diferitor specii dintr-un gen sau din diferite genuri (*interspecifică* sau *îndepărtată*) de organisme. **Hibridizarea intraspecifică** poate fi înrudită și neînrudită. Cele mai strânse forme de **încrucișare înrudită**, sau de **inbreeding**, sunt între plantele, autopolenizante și între animalele hermafrodite autofecundante. La organismele cu fecundare încrucișată cele mai strânse forme ale încrucișării înrudite au loc în cazul împerecherii urmașilor de la părinți comuni sau de la părinți cu proprii urmași. În rezultatul încrucișărilor înrudite succesive în fiecare următoare generație crește gradul de homozigoție.

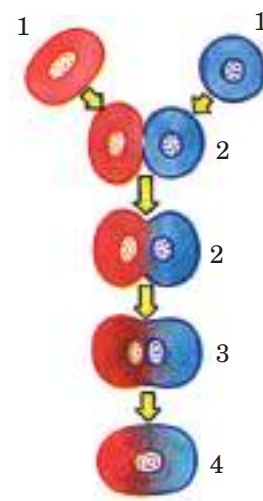
Drept urmare biologică a încrucișării înrudite este slăbirea sau degradarea urmașului în rezultatul manifestării fenotipice a alelelor recesive letale și subletale, care au trecut în stare homozigotă. Deci, inbreedingul pronunțat deseori duce la apariția organismelor cu diverse anomalii ereditare. În selecție încrucișarea înrudită este folosită pentru obținerea *liniilor pure*: inbreedingul dă posibilitatea de a obține caractere valoroase într-o stare homozigotă și fixarea lor la descendenți. Pe de o parte, obținerea liniilor pure de organisme cu proprietăți dorite poate fi rezultatul final al selecției. Pe de altă parte, liniile pure pot fi folosite pentru hibridizarea ulterioară (*amintiți-vă* experimentele lui G. Mendel) și selecția următoare.

Încrucișarea neînrudită, sau **autbreedingul**, este hibridizarea reprezentanților diferitelor linii, soiurilor sau raselor de o singură specie. *Amintiți-vă*: neînrudite sunt considerați indivizii, care nu au strămoși comuni cel puțin în ultimele șase generații.

Încrucișarea neînrudită este efectuată pentru a combina la descendenți proprietățile valoroase, caracteristice pentru diferitelor linii, rase sau soiuri. După urmările sale genetice autbreedingul este diametral opusă încrucișării înrudite: în cazul



Des. 306. Cucușii de rasa Phoenix au o coadă lungă, care poate crește 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



Des. 308. BroilerRedbro: masa găinilor ajunge la 4 kg, cocoșilor – la 7 kg; găinile încep să producă ouă de la vârsta de 4 luni, într-un an găina dă până la 300 de ouă

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.

încrucișării neînrudite la fiecare următoarea generație crește heterozigoția urmașilor. La urmașii, obținuți în rezultatul încrucișării neînrudite, deseori se manifestă fenomenul vigorii hibride, sau **heterozisului**.

La indivizii heterozici alelele recesive letale și subletale trec în stare heterozigotă, datorită cărui fapt influența lor nefavorabilă nu se manifestă în fenotip. Afară de aceasta, în genotipul indivizilor hibrizi se pot combina alelele dominante favorabile ale ambilor părinți. (*Amintiți-vă:* uneori pentru manifestarea în fenotip a unei anumite variante a caracterului, uneori este necesară interacțiunea alelelor dominante adouă sau mai multe gene nealele).

Un exemplu al fenomenului de heterozis sunt găinile broiler – hibrizii precoci de animale domestice (pui, rațe, iepuri etc.), obținuți prin încrucișarea între ei a reprezentanților de diferite rase (des. 308).

Heterozisul se manifestă cel mai pronunțat în prima generație de hibrizi, iar în următoarele generații, în rezultatul segregării caracterelor și trecerii unor gene în stare homozigotă, efectul vigorii hibrizilor slăbeșteși până la generația a opta se reduce complet. La plante schimbările heterozice ale fenotipului sunt transmise urmașilor în timpul înmulțirii vegetative și partenogenetice.

Fenomenul heterozisului este aplicat pe larg în agricultură, deoarece el garantează o sporire considerabilă a recoltei de porumb (cu 20–25 %), ceapă, tomate, castraveți, vinete, sfeclă de zahăr etc. În zootehnie încrucișarea reprezentanților de diferite rase duce la sporirea creșteriiși maturizării sexuale, îmbunătățește calitatea cărnii, laptelui ș. a. În cazul încrucișării raselor de găini ouătoare între ele (de exemplu leghorn cu australorn), productivitatea hibrizilor crește cu 20–25 ouă pe an.

Hibridizarea îndepărtată – încrucișarea indivizilor de diferite specii, este realizată cu scopul obținerii unor hibrizi de înaltă productivitate. Cu ajutorul hibridizării îndepărtate sunt obținuți hibrizii grâului cu pirul (des. 309, 1) de înaltă productivitate (până la 300–450 c/ha de masă verde) și curezistențăla culcare, grâului cu secara, trestiei de zahăr chinezească cu specii sălbatice, ce a dat posibilitatea de a ridica productivitatea de zahăr.

Sunt cunoscuți hibrizi interspecifici a culturilor fructifere (zmeurei și murelor, prunelor și porumbarului, scorușului și păducelului siberian etc.). Hibrizii iepei și asinului (catării, des. 309, 2) sau a cămilei dromader și cămilei bactriane se caracterizează printr-olongevitate, forță și rezistență mai mare.



1



2



3

Des. 309. Exemple de hibrizi interspecifici la animale și plante: 1 – hibridul de grâu și pir; 2 – catârul – hibridul femelei de cal și masculului de asin; 3 – bester – hibridul, obținut prin metoda hibridizării 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

Hibridul morunului și cegii se caracterizează prin creștere rapidă și calități gustative înalte ale cărnii.

Însă selecționatorii deseori se confruntă cu problema sterilității hibridilor interspecifici, gameții cărora, de obicei, nu se maturizează. Astfel mulii nu sunt capabili să se înmulțească; iar la hibridii iacului (animalului rumeșă, care provine din Tibet) și vitelor cornute mari masculii sunt sterili, iar femelele – fertile.

Termeni și noțiuni-cheie:

soi, rasă, tulpină, selecție, selecție artificială, hibridizare, heterozis.

Verificați-vă cunoștințele 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 eficiența selecției artificiale? 5. Ce este hibridizarea? 6. Ce înseamnă hibridizare înrudită și neînrudită și care sunt urmările lor? 7. Ce înseamnă hibridizarea îndepărtată? Pentru ce ea este aplicată? 7. De ce hibridii interspecifici deseori sunt sterili?

Chibzuiți



1. Ce este comun și prin ce diferă mecanismele selecției naturale și artificiale? 2. De ce pentru să-și justifice concepția sa selecție naturală, C. Darwin a apelat la practica agricolă și zootehnică?

§55. PARTICULARITĂȚILE SELECȚIEI ANIMALELOR, PLANTELOR ȘI MICROORGANISMELOR

Amintiți-vă: ce este poliploidia. Cum ea influențează 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 vecinei 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.

Particularitățile selecției plantelor? Centrele de origine și 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 expediții în diferite colțuri 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 și forme ale lor.



Pe scurt despre principalul

Selecția este știința despre bazele teoretice și metodele de creare a noilor soiuri de plante, rase de animale și tulpini de microorganisme, adaptate la cerințele moderne ale agriculturii și industriei, precum și îmbunătățirea celor existente. Baza teoretică a selecției reprezintă rezultatele cercetărilor genetice și 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 și individuală.

În selecție sunt aplicate diferite forme de hibridizare: intraspecific (care poate fi înrudită și neînrudită) și interspecifică (numită și îndepărtată). Drept urmare a hibridizării neînrudite sau îndepărtate poate fi fenomenul vigorii hibride – heterozisul.



Des. 310. **Mikola Ivanovici Vavilov** (1887–1943) – celebru genetician și selecționator

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 și speciilor sălbatice sunt determinate pe baza analizei trăsăturilor cariotipului și a altor caracterelor, în primul rând datorită cercetărilor molecular-genetice, biochimice și fiziologice.



Des. 311. Laleaua Schrenkeste una dintre cele mai frumoase specii de lalele. În Ucraina ea se întâlnește în regiunile de sud-est, mai des în Crimeea. Este inclusă în Cartea Roșie a Ucrainei

Savantul a ajuns la concluzia: centrele de diversitate a plantelor de cultură sunt totodată și regiunile originii lor (tabelul 8).

Plantele de cultură aparțin la mai mult de 25 mii de specii. Savanții consideră, că printre primii au fost introduși în cultură porumbul, dovleacul, palmierul de cocos, ceapa, mazărea de grădină, orzul, grâul, orezul. N-au fost găsiți în natură strămoșii sălbatici a unor plante de cultură (de exemplu, a cepii), alții până în prezent sunt răspândiți în ecosistemele naturale (de exemplu, varza și morcovul sălbatici). Unele plante de cultură au fost obținute datorită hibridizării îndepărtate (de exemplu, rapița – hibridul obținut de la încrucișarea verzei și crușătelei).

Deși 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 țări. Numai o singură specie de pe teritoriul Ucrainei actuala fost domesticită de tătari pe vremurile hanatului Crimeii, aceasta este tipică pentru zona de stepă laleaua Schrenk (des. 311). Prin Turcia, ea a ajuns în Europa și, începând de la sfârșitul secolului al XVI-lea drept lider în selecția soiurilor decorative de lalele a devenit Olanda.

În Ucraina funcționează multe centre de selecție a plantelor. Unul dintre cele mai renumite din lume este Institutul de Grâu Mironovskiy (Regiunea Kiev), care mult timp a fost condus de proeminentul selecționar academician ucrainean V. M. Remeslo (des. 312). Acum acest institut poartă numele lui.

În selecția plantelor se pot folosi diferite forme de selecție artificială (atât în masă, cât și individuală). Pentru a ridica di-

Tabelul 8

Centrele de diversitate și 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 și banane, orez, trestia de zahăr
Est-Asiatic	China Centrală și de Est, Japonia, Coreea, Taiwan	Soia, hrișcă, ridiche, mere, pere, prune, duche, câteva specii de mălai
Sud-Vest Asiatic	Asia Mică și 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 și ovăs
Mediterranean	Țărul Mării Mediteraneene	Sfeclă de zahăr, varză, măsline, trifoi, lupin
Abisinian	Podișul Abisinian, sudul peninsulei Arabe	Grâu dur, sorgul, specie deosebită de banane
Central-American	Mexicul de Sud și insulele Mării Caraibelor	Porumb, ardei roșu, dovleac, tutun, cacao, bumbac cu fibre lungi, floarea-soarelui
Sud-American	Parteamunților Anzi de-a lungul țărmului Americii de Sud	Cartofi, roșii, arahide, ananas, arbore de chinină

versitatea materialului inițial pentru selecția plantelor sunt aplicate diferite forme de hibridizare împreună cu utilizarea mutagenelor artificiali.

Hibridii interspecifici a plantelor sunt adesea sterili, dar ei pot fi înmulțiți vegetativ sau este depășită sterilitatea prin dublarea numărului de cromozomi la hibridi. S-au creat soiuri poliploide de înaltă productivitate de diferite plante de cultură: cartofi, căpșuni, sfeclă de zahar, hrișcă, in, pepene verde, grâu moale, secara, porumb, mei și altele.

În selecție pe larg este aplicată **altoirea** (des. 313) – o metodă deosebită de unire artificială a părților diferitor indivizi. Partea plantei, cu care este altoită, se numește *altoi*, iar planta, pe care se aplică altoiul – *portaltoi*.

Altoirea se deosebește 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 proprietăților altoiului și portaltoiului, precumși 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 calităților gustative înalte ale altoiului cu rezistența la ger a portaltoiului).

Particularitățile selecției animalelor. Raioanele de domesticire și 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 activăși că arealul lor în decursul dezvoltării istorice se schimbă. La animalele domestice au avut loc schimbări considerabile în structura, funcțiile vitale, dezvoltarea individuală, comportare. De aceea majoritatea din ele nu pot exista fără de susținerea omului.



Des. 312. **Vasyli Remeslo** (1907–1983). Sub conducerea lui au fost create 20 de soiuri de grâu, care sunt cultivați în multe țări.

Cel mai faimos este soiul „Myronivska-808”, care este considerat o capodoperă a selecției mondiale



Des. 313. Formele de altoire: 1 – prin apropiere; 2 – prin copulație; 3 – în despicătură; 4 – prin lipire, 5 – oculația, (6 – ochi)

Tabelul 9

Strămoșii unor animale domestice

Animale domestice	Strămoșii lor
Câinele	Lupul
Pisică domestică	Pisica sălbatică
Oaia	Muflonul
Calul	Tarpanul
Vitele cornute mari	Bou sălbatic – bourul
Porcul	Mistrețul
Găinile domestice	Găina bankivă sălbatică
Rață domestică	Rață mare sălbatică
Gâștele domestice	Gâscă de vară sălbatică
Curcă domestică	Curcă americană sălbatică
Crapul	Craul sălbatic

Memorizăm: descoperirea centrelor de diversitate a plantelor de cultură l-a demonstrat savanților să afle, unde trebuie de căutat material genetic diversificat inițial pentru munca de selecție.

Memorizăm: hibrizi obținuți prin altoire trebui permanent să fie menținuți, efectuând altoiri periodic repetate, în caz contrar degenerarea (revenire la formele sălbatice originare) a soiului este 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 strămoșul direct al calului: ei un set diferit de cromozomi (respectiv 66 și 64). Tarpanul și calul lui Przewalski sunt considerați de majoritatea cercetătorilor ca subspecii diferite ale calului sălbatic. Din 1998, caii lui Przewalski au fost aduși în zona de alienație a centralei nucleare de la Cernobil. 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 și 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 domesticate, îmblânzite cu circa 8-10 mii de ani în urmă, au fost oile și caprele. Oieritul a apărut în zonele muntoase ale Orientului Apropiat, Greciei, Caucazului, Asiei Mici și Mijlocii. La cele mai vechi obiecte de creștere a animalelor se asemena aparține și porcul (porcul sălbatic – mistrețul – a fost domesticit acum 10 mii de ani) și vitele cornute mari (acum 8 mii de ani). Drepte strămoș al vitelor a fost bourul sălbatic, care a trăit pe teritoriul zonelor de silvostepă și stepă din Eurasia și 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 și Africa de Nord.

La cele mai importante animale domestice aparține și calul. Strămoșul 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 inițial domesticit pentru piele, carne și lapte, a devenit ulterior principalul mijloc de transport.

Iepurele de casă, care este acum crescut în întreaga lume pentru carne și blană, a fost domesticit cu mai mult de 2 mii de ani în urmă în regiunile sudice ale Europei. Strămoșul lui este iepurele de vizuină – el și acum se întâlnește în regiunile sudice ale Ucrainei (a fost adus încolo în secolul al XIX-lea). Au fost domesticate și sunt crescute de om și astfel de animale pentru blană, canurca, sobolul, vulpea, vulpea polară, nutria, ondatra.

O ramură importantă a zootehniei în Ucraina este creșterea porcilor. Strămoșul porcului este mistrețul, care și 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, aparținând 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 pestriță etc. (des. 315, 2–4).

Omul a domesticit și multe specii de păsări. Astfel, găinile domestice provin de la găinile bankive sălbatice, domesticate cu 5–6 mii de ani în urmă, pe teritoriul Asiei de Sud și de Sud-Est. Triburile indiene din America Centrală au domesticit aproximativ 5 mii de ani în urmă alți reprezentanți ai familiei Galiformelor: curca (strămoșul – curca sălbatică), care sunt crescute, la fel ca și găinile, pentru carne, ouă și puf. Rața domestică provine de la rața mare sălbatică, răspândită în emisfera nordică. Diferitele rase de rapițe domestice (ucraineană, de Moscova etc.) sunt crescute pentru carne și ouă. Aproximativ simultan cu rața (aproximativ cu 4 mii de ani în urmă) cu același scop omul a domesticit gășca de vară sălbatică. Porumbelul a fost domesticit pentru carne, și un anumit timp el a fost folosit pentru a transporta corespondență („porumbel voiajor”). Acest lucru a fost condiționat de capacitatea porumbeilor de a găsi casa sa: ei erau luați în călătorie, și dacă apărea necesitatea, de piciorul porumbelului era legată scrisoarea, cu care el se întorcea acasă. Numeroase rase de porumbei (decorative, poștale și de carne) provin de la porum-

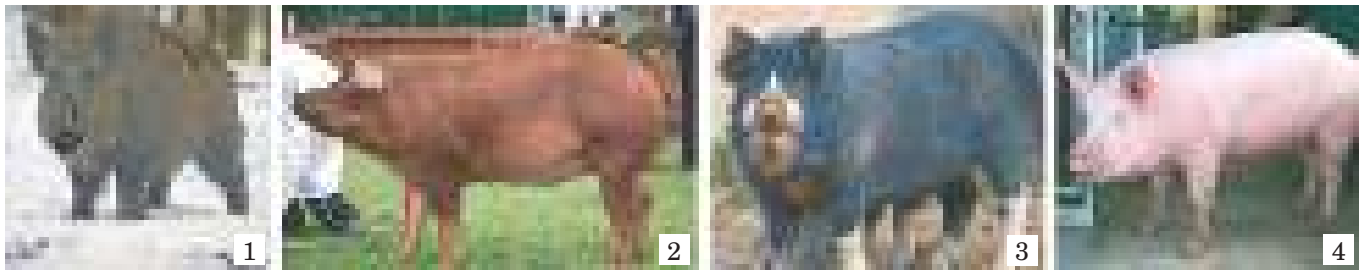


Fig. 315. Mistrețul (1) și rasele de porci domestici: 2 – durocjersey; 3 – berkshire; 4 – ucraineană destepa albă

belul de stângă, care locuiește în zonele muntoase temperate ale Eurasiei și Africii de Nord.

În prezent sunt artificial înmulțite și alte specii de păsări – prepelițe, potârniche, fazanii etc.

Multe rase de pești de aur decorativi au fost obținute în China de la carasul argintiu cu aproximativ 5 mii de ani în urmă. Strămoșul diferitor rase de crap (oglinză, ucrainean, ropșinsky etc.) a fost crapul sălbatic, care astăzi trăiește în apele dulcicole ale Eurasiei.

Cu circa 5 mii de ani în urmă în China a apărut o nouă ramură de producție – creșterea viermilor de mătase, iar în regiunile tropicale și subtropicale ale Eurasiei – apicultura (des. 316). Viermele de mătase și albină-meliferă în stare sălbatică nu sunt cunoscuți, însă albinele deseori sălbătăcesc. Introducerea în cultură a noilor specii de plante sălbatice și domesticirea animalelor este un proces care durează până în prezent.

O particularitate a selecției animalelor este faptul, că animalele domestice se înmulțesc numai pe cale sexuală, iar înmulțirea vegetativă a hibridilor interspecifici sterili este imposibilă. În selecția animalelor aproape că nu se aplică selecția în masă, deoarece numărul urmașilor este neînsemnat și de aceea fiecare individ are o mare valoare.

În selecția animalelor este aplicată hibridizarea înrudită (pentru obținerea unor anumite gene în starea homozigotă), precum și hibridizarea neînrudită și îndepărtată (pentru obținerea noilor rase). Pelarg este folosit și fenomenul heterozisului. De exemplu, încrucișând porci de rasele durocjersey și berkshire, se obțin urmași precoci, care în mai puțin de un an ating o masă considerabilă (până la 300 kg) (vezi des. 315, 2, 3).

Practic caracterele ereditare prețioase 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 și cantitatea de grăsime în lapte, iar la cocoși – productivitatea de ouă. De aceea pentru evidențierea unor asemenea proprietăți se aplică **metoda determinării calităților reproducătorului după proprietățile urmașilor**. În cazul dat este comparată productivitatea urmașilor de sex opus a reproducătorului (de exemplu, vacile fice de la același taur) cu caracterele medii pentru rasă. De la sfârșitul sec. XX în selecția animalelor tot mai des este aplicată clonarea (mai detaliat această metodă va fi examinată în §58).

Selecția microorganismelor. Microorganismele (procariotele și unele eucariote microscopice, de exemplu, drojdiile) sunt folosite pe larg în industria alimentară, microbiologică, vinificației și în alte ramuri, pentru combaterea biologică a dăunătorilor. Ele au mai multe particularități, de care trebuie să se țină cont în munca de selecție. În primul rând, hibridizarea pentru majoritatea speciilor de microorganisme este



Fig. 316. Coconii și fluturii viermilor de mătase (1) și albină meliferă (2) – nevertebrate domestice; omul a produs multe rase a acestor insecte

E interesant să știm

Unul dintre selecționarii 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 – Institutul de creștere a animalelor din regiunile de stepă numite în cinstea lui M. F. Ivanov – Centrul științific național de genetică și selecție al oviculturii. M. F. Ivanov a obținut astfel de rase, ca rasa ascaniană de oi de lână subțire și rasa ucraineană de stepă albă de porci.



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 și de diversitatea plantelor de cultură, care sunt, în același timp, și regiuni de origine. Regiunile de domesticire și originea raselor de animale domestice sunt legate de centrele vechi ale agriculturii.

imposibilă din cauza lipsei procesului sexual. De aceea pentru a ridica diversitatea materialului inițial este efectuată mutageneza artificială, iar apoi sunt aleși cei mai productivi urmași, folosiți mai departe în munca de selecție; de asemenea, sunt aplicate metodele ingineriei genetice și celulare.

Multe procariote au un set haploid de gene – o singură moleculă inelară de ADN, deci mutațiile se manifestă în prima generație de descendenți. Datorită nivelului ridicat de reproducere se poate obține rapid o cantitate potrivită de „mutanți” cu anumite proprietăți. Cu ajutorul virusilor-bacteriofagi este posibil de a transfera informația 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 veți afla din § 58).

Termeni și noțiuni-cheie:

altoirea plantelor, metoda determinării calităților reproducătorului după proprietățile urmașilor.

Verificați-vă cunoștințele 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 urmașilor? 6. Pentru ce este efectuată selecția microorganismelor și care sunt particularitățile ei?

Chibzuiți



Prin ce poate fi lămurit faptul, că regiunile de domesticire și origine a animalelor domestice de obicei coincid cu centrele vechi de origine ale plantelor de cultură?

§ 56. REVIZUIREA BIOTEHNOLOGIILOR TRADIȚIONALE

Amintiți-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* – viață, *tehne* – artă, și *logos* – învățătură) este o totalitate de metode industriale, în care sunt folosite organisme vii sau procese biologice. Biotehnologia a apărut la interacțiunea științelor biologice, chimice și ingineriei. Sarcina acestei științe este rezolvarea problemelor actuale ale omenirii: asigurarea ei cu produse alimentare, cu surse de energie, cu medicamente, conservarea și îmbunătățirea mediului înconjurător.

Procesele biochimice din cele mai vechi timpuri sunt utilizate pentru obținerea diverselor substanțe și 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).

E interesant să știm

Pentru prima dată, termenul „biotehnologia” a fost folosit de inginerul ungar Karoly Ereky în 1917 pentru a descrie procesul de creștere 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**).

Este dificil de supraestimat rolul biotehnologiei pentru păstrarea sănătății. Datorită biotehnologiei au fost create multe preparate medicale eficiente (antibiotice, vitamine, aminoacizi, hormoni etc.) și compuși biologic activi, preparate pentru diagnosticarea precoce a bolilor.

Sunt utilizate tulpini de înaltă eficiență de microorganisme, care permit să se mărească producția de alimente de înaltă calitate (lapte, brânză, bere) și hrana pentru animale (siloz, drojdie furajeră) și altele. Selecționatorii au creat tulpini de ciuperci capabile să sintetizeze proteine din deșeurile agricole, produse petroliere, precum și tulpini de bacterii, care pot elimina compușii de metale rare și prețioase din minereuri și deșeurile industriale. Bacteriile le consumă din mediu și le acumulează în celulele lor. Microorganismele produc majoritatea acidului citric alimentar.

În ultimii ani biotehnologia este tot mai larg utilizată pentru a produce biocombustibil. **Biocombustibilul** reprezintă materiale organice, pe care oamenii le folosesc pentru obținerea energiei (lemn, produse agricole, alcool etc.).

Avantajele biocombustibilului față de sursele tradiționale de energie (petrol, gaz natural, cărbune etc.) constau în faptul, că el este un exemplu de sursă regenerabilă de energie. Biocombustibilul este complet biodegradabil și, prin urmare, nu poluează mediul înconjurător. În ultimul timp drept materie primă pentru utilizarea biocombustibilului sunt astfel de culturi agricole ca porumbul și soia (în SUA), inul și rapița (în Europa), trestia de zahăr (în America de Sud), uleiul de palmier (Asia de Sud-Est). Cu ajutorul microorganismelor deșeurile menajere și industriale pot fi transformate în biogaz.

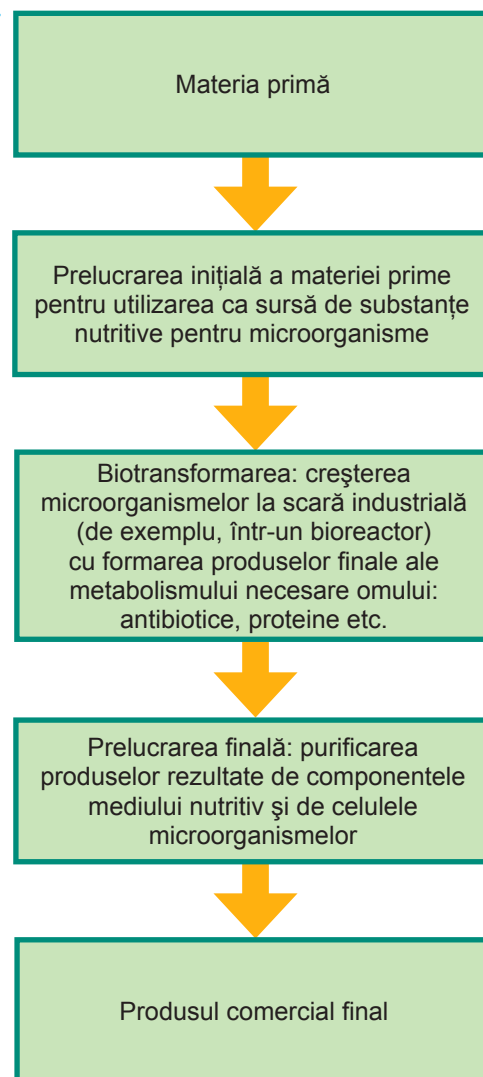
Metodele biotehnologice sunt folosite pentru purificarea mediului, inclusiv a apelor și solurilor de poluarea menajeră și industrială. Ele se bazează pe capacitatea bacteriilor heterotrofe și ciupercilor să descompună substanțe organice. Tulpinile create artificial descompun substanțele rezistente la distrugerea de către microorganisme naturale.

Pentru purificarea apelor uzate și bazinelor naturale este utilizată capacitatea anumitor specii de bacterii, alge, animale unicelulare să acumuleze anumiți compuși în celulele sale.

Cu ajutorul diferitor grupe de microorganisme pot fi purificate solul, apele uzate de diferiți poluanți, inclusiv și de pesticide. *Amintiți-vă: pesticide* sunt compuși chimici utilizați pentru combaterea speciilor dăunătoare de organisme (speciilor parazitare, buruienilor, speciilor capabile să dăuneze depozitelor de produse alimentare, materialelor de construcție, diverselor mărfuri, transmitătorilor agenților patogeni a bolilor periculoase a omului, animalelor domestice și plantelor de cultură etc.).

În deșeurile industriei alimentare și resturile de produse alimentare rămâne o mulțime de compuși utili pentru om. Să le dobândească de asemenea ajută metodele biotehnologice.

Tulpinile de microorganisme, precum și populațiile artificiale de anumite specii de nematode parazitare, acarieni și insecte sunt utilizate în **metoda biologică de combatere** a dăunătorilor în agricultură și silvicultură, a artropodelor, care sunt paraziți a animalelor domestice și a oamenilor, precum și a speciilor de animale hematofage.



Des. 317. Etapele principale ale procesului biotehnologic: de la prelucrarea inițială a materiei prime până la obținerea 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.



Des. 318. Este utilizat pe scară largă pentru reciclarea compostului (1) (amestecului de resturi de plante și gunoi de grajd) un reprezentant al râmelor – esenia mirositoare (denumire industrială este viermele roșu de California) (2). Rezultatul activității eseniei este producția de îngrășămintă foarte eficiente – biohumusului (3).

O condiție necesară pentru utilizarea organismelor în metoda biologică de combatere a speciilor dăunătoare pentru omeste siguranța lor pentru alte organisme. Aplicarea acestor metode reduce nivelul de poluare a mediului cu compuși dăunători pentru sănătatea omului și animalele domestice.

La fermele mari și fabricile avicole larvele diferitor specii de muște, datorită tehnologiilor speciale, sunt folosite la prelucrarea rapidă a baligii animalelor.

Aceste produse de prelucrare sunt utilizate ca îngrășămintă; iar larvele bogate în proteine sunt omorâte cu abur de apă fierbinte și adăugate la furaje în stare proaspătă sau uscată și măcinată; acest fapt considerabil sporește creșterea biomasii animalelor domestice. În mod similar, pentru prelucrarea resturilor organice, se folosesc câteva specii de râme, de exemplu **viermele roșu de Californian** (denumirea științifică este **eisenia mirositoare**). Rezultatul activității eseniei este crearea unui îngrășământ foarte eficient – biohumusului. Cu ajutorul selecției sunt obținute forme foarte productive poliploide ale acestor animale (des. 318).

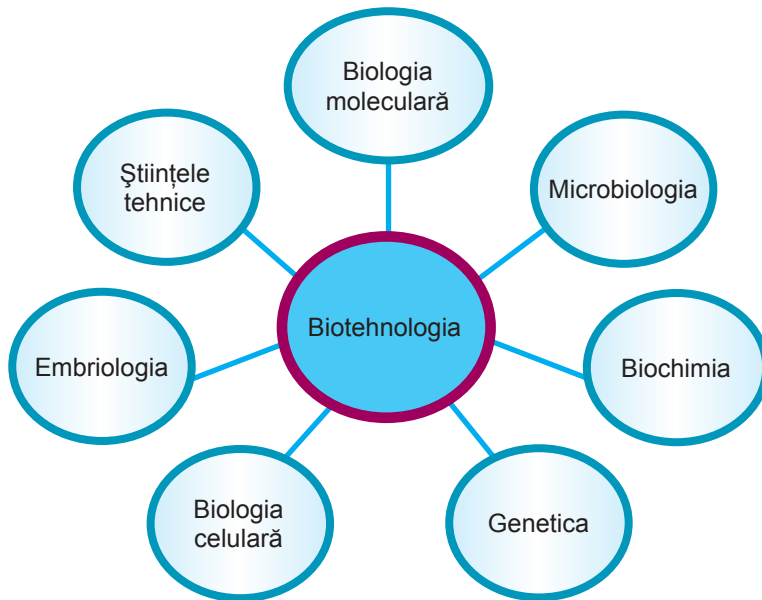
Domeniile industriei, în care sunt utilizate procesele biotehnologice, sunt prezentate în tabelul 10.

Astfel, în cercetările sale, biotehnologia interacționează cu diferite științe (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	Compuși 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 și țesuturi)	Interferoni, vaccinuri, anticorpi	Proteine furajere	Clonarea animalelor domestice		



Des. 319. Biotehnologii folosesc rezultatele cercetărilor diferitor științe

În activitatea sa biotehnologii folosesc diferite tipuri de sisteme biologice: viruși, microorganismе, 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 compoziția microflorei normale a intestinului omului, dar se întâlnește și în afara lui – în sol și în bazinele de apă.

În procesele biotehnologice se utilizează **culturi celulare** – grupuri de celule genetic omogene, care sunt întreținute în anumite condiții pe mediul nutritiv artificial. Datorită culturilor celulare omul poate obține astfel de substanțe biologice active prețioase ca hormonii, antibioticele, interferonii, vitaminele.

Principalele direcții de cercetare în biotehnologia modernă sunt: dezvoltarea principiilor științifice pentru crearea biotehnologiilor noi, folosind metodele biologiei moleculare, ingineriei genetice și celulare; obținerea și utilizarea biomasei de microorganismе și produselor de sinteză microbiologică.

Termeni și noțiuni-cheie:

biotehnologia, culturile celulare, pesticidele, metodele biologice de combatere, biocombustibil.

Verificați-vă cunoștințele obținute



1. Ce este biotehnologia? 2. Care sunt sarcinile biotehnologiei? 3. Cu care științe biologice interacționează biotehnologia? 4. Care sunt etapele principale ale procesului biotehnologic? 5. Ce legătură are biotehnologia cu conservarea și îmbunătățirea stării mediului?

Chibzuți



Ce perspective în viitor le deschide pentru omenire aplicarea biotehnologiilor?

E interesant să știm

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 conținutul substanțelor organice în apă este mai ridicat și cu atât ea este mai poluată.



Memorizăm: biotehnologia este un complex al diferitor științe și mijloace tehnice, orientate la utilizarea diferitor sisteme biologice (virusurilor, bacteriilor, eucariotelor unicelulare și pluricelulare) pentru obținerea unui produs comercial, care poate să prezinte atât organisme, cât și 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 interacțiunii științelor biologice, chimice și tehnice. Biotehnologia trebuie să rezolve problemele actuale ale omenirii moderne: asigurarea ei cu alimente, surse de energie, păstrarea sănătății, conservarea și îmbunătățirea stării mediului ambiant.

În activitatea sa biotehnologii folosesc diferite tipuri de sisteme biologice: virusuri, microorganismе, 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 întreținute pe mediul nutritiv artificial în anumite condiții.

Memorizăm: metodica ADN-ului recombinant este legată de transferul materialului genetic (moleculii de acid nucleic) de la un organism la altul.

§57. INGINERIA GENETICĂ (GENICĂ). ORGANISMELE MODIFICATE GENETIC

Amintiți-vă metodele de intervenție în materialul ereditar al diferitor organisme. Ce reprezintă materialul ereditar al bacteriilor? Ce sunt recombinanțiile? Care sunt sursele lor? Ce este genomul, plasmida, codonul și anticodonul? Ce este terapia genică și diagnosticarea moleculară a bolilor ereditare?

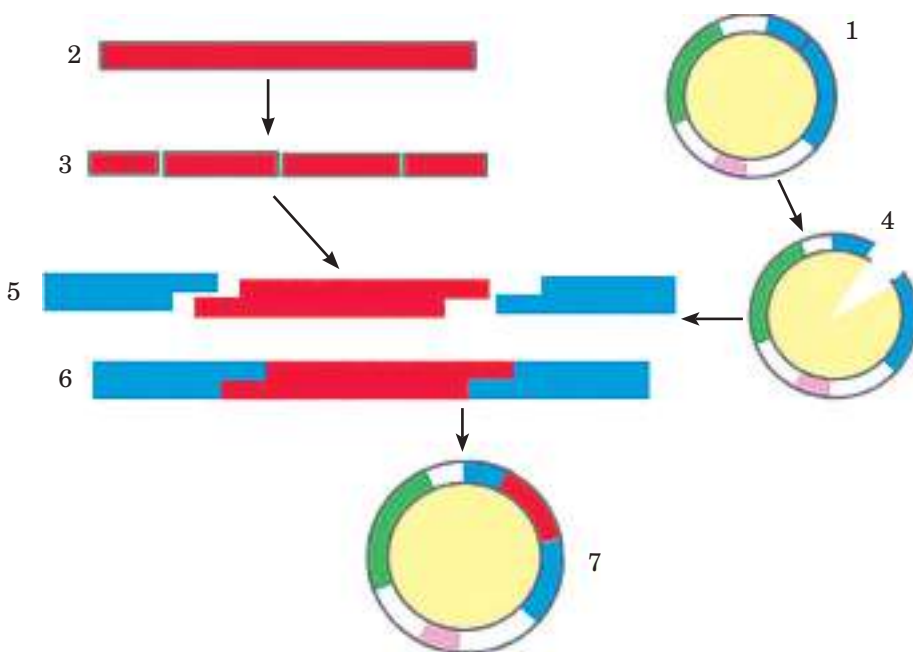
Sarcinile **ingenieriei genice (genetice)** sunt dezvoltarea și îmbunătățirea metodelor de reconstruire a genomului organismelor prin eliminarea sau introducerea unor gene aparte sau a grupurilor de gene. Procesele biotehnologice moderne se bazează adesea pe metodele ingineriei genetice – obținerea ADN-ului recombinant. Drept molecule **recombinante** de ADN se subînțeleg molecule formate prin combinarea a două sau mai multe fragmente de ADN, izolate din diferite surse (des. 320).

În calitate de transmițători (vectori) ai genelor sintetizate sau eliminate sunt folosite virusurile și plasmidele (moleculele inelare sau liniare de ADN, situate în citoplasmă în afara zonei nucleare a celulei bacteriene). Din genomul, care conține 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 complementarității este sintetizată a doua catenă. Ea este incorporată în molecula de ADN a plasmidei, care servește drept transmițător.

După o altă metodică molecula de ADN este împărțită 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 transmițător și 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.

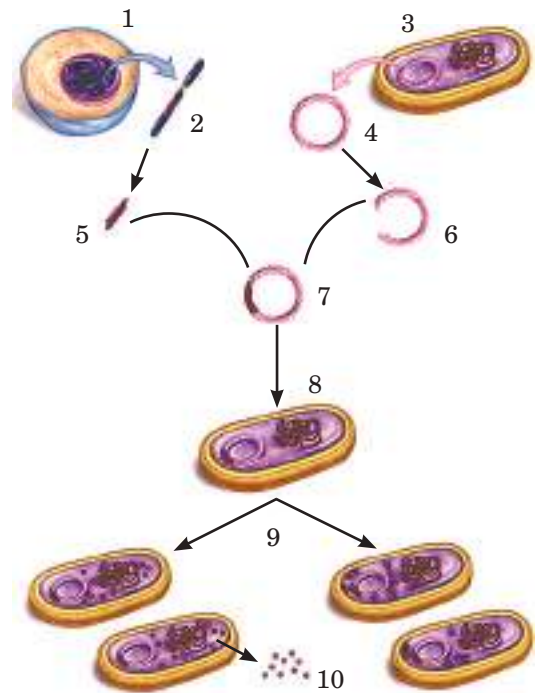
E interesant să știm

În celulele eucariotelor, de exemplu, ale plantelor, moleculele de ADN pot fi introduse și fără transmițători, de exemplu, cu ajutorul unui ac din sticlă (micro-injecție de ADN). Moleculele de ADN și cromozomi întregi, de asemenea, sunt introduși cu ajutorul *lipozomilor*. Acestea sunt niște 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 fermentele celulei.



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 împătesc 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 molecule de ADN este introdus în plasmidă (atrageți atenția, că în timpul introducerii a fragmentului de ADN sunt folosite capetele complementare ale acestei molecule și ale plasmidei; găsiți-le în imagine); 7 – plasmida cu un fragment încorporat al moleculei de ADN

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, obținând molecula de ADN recombinant; 8 – plasmida-vector este introdusă în celula bacteriană; 9 – la înmulțirea celulei bacteriene are loc clonarea genei insulinei; 10 – moleculele insulinei sintetizate



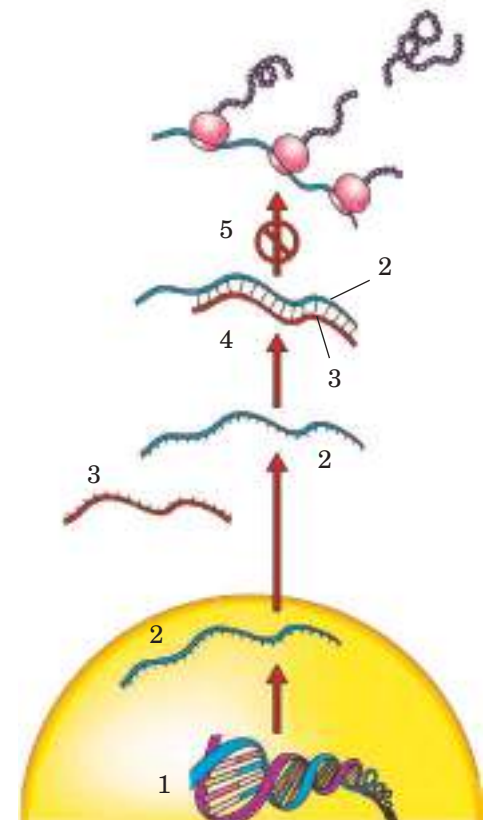
Inițial drept obiecte de cercetare pentru ingineria genetică erau, în principal, procariotele. De exemplu, în genomul bacteriilor au fost introduse genele șobolanului și omului, care răspund de sinteza hormonului insulina, necesar pentru bolnavii de diabet zaharat (des. 321). Dacă genele eucariote pur și 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 activității genelor în celulele procariote și eucariote diferă. De aceea în cazul transferului genelor eucariote în celule procariote este necesar să se ia în considerație 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 **interferență a ARN-ului** – sistemul de control al activității genelor celulelor eucariote, care este efectuat cu ajutorul moleculelor scurte (20-25 nucleotide) de ARN. Aceste molecule pot interacționa cu secvențele complementare ale ARN-m și pot spori sau, dimpotrivă, pot inhiba activitatea lor. Fenomenul interferenței ARN-ului este caracteristic pentru majoritatea eucariotelor, el este un fel de mecanism de protecție de gene străine (de exemplu, de genele virusurilor), care pot nimeri în genomul lor. O moleculă mică de ARN (micro ARN) poate interacționa cu porțiunea complementară a ARN-m corespunzător atât în nucleu (în timpul transcripției), cât și în citoplasmă. În orice caz, este inhibată activitatea unei anumite gene.

Aplicarea practică a rezultatelor ingineriei genetice. Interferența ARN-ului poate fi utilizată în practica medicală și selecție. Pentru aceasta sunt create așa-numitele **molecule de ARN antisens** (fig. 322). După compoziție ele corespund secvenței 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 selecționer. Atunci savanții sintetizează și 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 infecției 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 selecția plantelor. De exemplu, tomatele au enzime, care asigură coacerea lor rapidă.



Des. 322. Metodica aplicării a ARN-ului antisens: 1 – porțiunea moleculei de ADN, care codifică proteine nedorite pentru organism; 2 – moleculă de ARN-m, care este sintetizată în această porțiune a moleculei de ADN; 3 – molecula de ARN antisens; 4 – conform principiului complementarității molecula antisens a ARN-ului se combină cu molecula sens; 5 – aceasta blochează biosinteza proteinelor nedorite în organism



Des. 323. **Har Gobind Khorana** (1922–2011) – savant renumit în domeniul biologiei moleculare, laureat al Premiului Nobel pentru Fiziologie și Medicină în 1968 pentru descifrarea codului genetic (împreună cu Robert Holley și Marshall Nirenberg)

E interesant să știm

În prezent se află la etapa de dezvoltare (și chiar de studii clinice) câteva sute de proiecte orientate la tratamentul bolilor oncologice, infecțioase (SIDA, hepatita, tuberculoza) și 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 sporește viteza scindării polizaharidei pectinei din pereții celulelor, rezultând stricarea rapidă a fructelor. Datorită introducerii în genomul tomatelor moleculelor de ARN antisens sinteza enzimei corespunzătoare este inhibată.

Metoda interferenței 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 influențează selectiv asupra activității anumitor gene, poate fi determinată funcția acestor gene. Moleculă microARN-ului după introducere inhibă activitatea anumitei gene specifice, și pe baza acestui proces savanții fac concluzii despre funcțiile ei.

Datorită metodelor ingineriei genetice de la celulele bacteriene modificate genetic sunt obținute proteinele interferoni (protejează organismele oamenilor și animalelor de astfel de boli virale ca gripa, inhibând reproducerea virusului), hormonul de creștere (face posibilă tratarea unor forme de nanism), vaccinuri împotriva agenților patogeni ai difteriei, hepatitei B, etc. (vezi des. 320). Lista produselor medicale, obținute prin utilizarea metodelor de inginerie genetică, crește anual. De exemplu, folosind diferite tulpini de ciuperci, actinomicete, bacterii se obțin 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 și funcționarea genelor, structura genomului și altele. Pentru ingineria genetică este important să se creeze **bancuri de gene**, adică colecții de gene și de genomuri ale diferitor organisme.

Aplicarea metodelor de inginerie genetică în medicină. *Amintiți-vă:* o tendința promițătoare în genetica medicală este *terapia genică* – o procedură medicală, în timpul căreia de la pacient sunt izolate anumite tipuri de celule (sanguine, epitelului 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 și boli infecțioase 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 pacienții cu anemia falciformă; *amintiți-vă*, ce reprezintă această boală).

O altă direcție a terapiei genice, care se bazează pe metoda determinării alelelor, care provoacă unele boli ereditare sau predispoziție la ele, este diagnosticul molecular al bolilor ereditare, pe care ați învățat în §37. Metodele de diagnosticare moleculară fac posibilă stabilirea diagnozei cu mult înainte

aparitiei simptomelor bolii și, respectiv, de început profilaxia sau tratamentul.

Organisme modificate genetic. În prezent o mare atenție este acordată **organismelor modificate genetic** sau **transgenice (organisme modificate genetic – OMG)**. De exemplu, în genomul plantelor modificate genetic sunt introduse anumite gene, care asigură rezistență la pesticide, dăunători, agenții patogeni și alți 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 și fertilitate, ce este important pentru rezolvarea problemei aprovizionării omenirii cu alimente.

Din 1996 în SUA, Canada, Argentina și alte țări au început în masă să cultive plante modificate genetic. Dar astfel de organisme, până când ele nu trec testarea corespunzătoare, trebuie să fie folosite cu prudență. Există dovezi, că consumul de plante modificate genetic poate provoca la om alergii alimentare și intoxicații, dăunând sănătății etc. De asemenea, este necunoscut, o să afecteze sau nu genotipul oamenilor consumul acestor organisme și cum ele o să afecteze ecosistemele naturale, biodiversitatea lor.

Discuții despre organismele transgenice în Ucraina a dus la adoptarea legii „Cu privire la sistemul de stat de biosecuritate în timpul efectuării activității de inginerie genetică”. El prevede o evaluare științifică obligatorie a riscului utilizării organismelor modificate genetic. În Ucraina, cultivarea pe scară largă a plantelor modificate genetic nu a avut loc, dar în diferite instituții de cercetare au fost testate soiurile rezistente la gândacul de Colorado, precum și rezistența rapiței de toamnă și sfeclei de zahăr la erbicide. Nu se știe, care este aria terenurilor ucrainene, pe care se cultivă culturi transgenice, aduse în țara noastră în mod ilegal, fără cercetări sau testări.

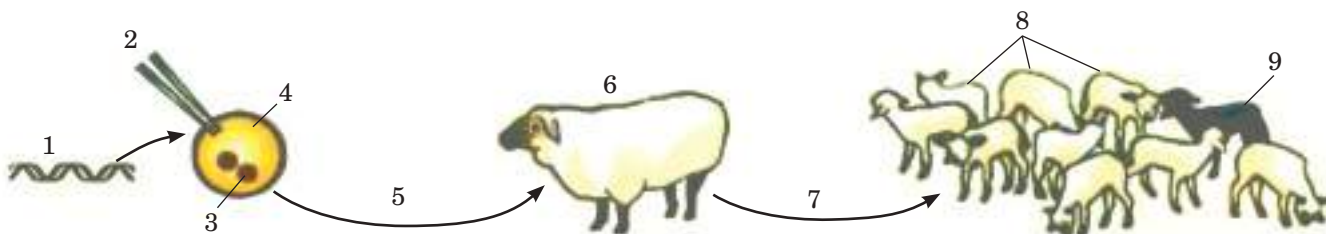
Procesul de creare a animalelor transgenice este mai complicat, decât a plantelor (des. 324). Fragmentul moleculei de ADN de la altă specie este introdus într-un ovul fecundat, care se divide în condiții artificiale. Astfel este crescut embrionul până la stadiul de blastulă. Acest embrion apoi este implantat în organismul așa-numitei mame surogat. După nașterea puiilor de către o mamă surogat, se verifică prezența la ei a genelor introduse, analizând ADN-ul prin metode molecular-genetice.

În cazul confirmării prezenței genelor introduse la descendenții ei sunt încrucișați între ei pentru a obține linii trans-

Memorizăm: siguranța biologică (securitatea biologică) este conservarea naturii biologice a organismele vii, proprietăților biologice ale lor și prevenirea pierderii pe scară largă a integrității biologice sub influența ingineriei genetice sau celulare asupra organelor, țesuturilor și organismelor; pătrunderea în ecosisteme a speciilor nespecifice pentru ele; poluarea resurselor naturale (solului, apei și resurselor alimentare) etc.

E interesant să știm

Dezvoltarea rapidă a științei, 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 științific neverificate sau chiar schimonosite. Omul modern trebuie să înțeleagă, că progresul uman în continuare nu este posibil fără dezvoltarea rapidă a noilor tehnologii înalt științifice.




Des. 324. Metoda de obținere a animalelor transgenice: 1 – construcția ADN-ului; 2 – reacție extranucleară; 3 – prenucleu; 4 – ovulul fecundat; 5 – implantarea; 6 – femelă-recipient (mamă surogat); 7 – sarcina; 8 – descendenții netransgenici; 9 – fondatorul transgenic

Pe scurt despre principalul


Sarcina ingineriei genice (genetice) este dezvoltarea și îmbunătățirea 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 – producția ADN-ului recombinant.

În ingineria genetică se utilizează, de asemenea, metoda interferenței ARN-ului – sistemului de control al activității genelor celulelor eucariote, care este efectuat prin utilizarea moleculelor scurte (20–25 nucleotide) de ARN.

Datorită metodelor ingineriei genetice sunt obținute organisme modificate genetic (OMG). Astfel de organisme oferă perspective largi de obținere a soiurilor înalt productive a plantelor de cultură și raselor de animale domestice. Dar utilizarea lor pe scară largă necesită o cercetare atentă.

 **Memorizăm:** ingineria celulară, sau citotehnologiile reprezintă o direcție a biologiei, care se specializează în cultivarea celulelor și țesuturilor vegetale și animale în afara corpului pentru obținerea compușilor și organismelor necesare omului.

Savanții de asemenea pot combina celulele, chiar și de la diferite specii. De exemplu, încrucișează limfocitele și celulele tumorale, capabile la diviziune rapidă cu scopul obținerii anticorpilor. Astfel, ingineria celulară poate crea un nou tip de celule pe baza hibridizării și cultivării lor pe medii nutritive în afara organismelor vii.

 **Memorizăm: patologia** (din greacă pathos – suferință și logos – știință) este știința despre modificările structurale, biochimice și funcționale în celule, țesuturi și organe cauzate de boli.

genice pure. O astfel de selecție 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 șoarecele, în genomul căruia a fost încorporată gena hormonului de creștere a șobolanului. Unii șoareci au crescut rapid și au atins dimensiuni gigantice comparativ cu indivizii de control.

Intervenția artificială în genom, pe lângă dificultățile tehnice, atinge și probleme de plan etic. Modificarea genotipurilor organismelor, în special a oamenilor, poate duce la urmări neprevăzute indiferent de intențiile experimentatorilor.

Termeni și noțiuni-cheie:

Ingineria genetică (genică), ADN recombinant, banca de gene, organismele modificate genetic (OMG).

Verificați-vă cunoștințele obținute



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 obținute? 4. Cu ce scop se utilizează metoda interferenței 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?

Chibzuiți



Care este rolul ingineriei genetice în dezvoltarea biologiei teoretice.

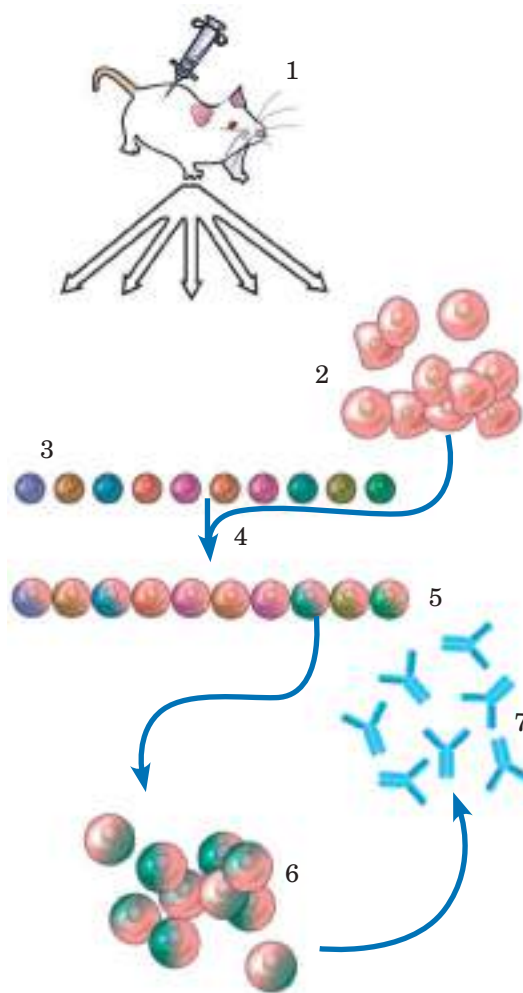
§58. INGINERIA CELULARĂ (TISULARĂ)

Amintiți-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 și de creștere pe medii nutritive (crearea culturii celulare; așa numitei **citotehnologii**). *Amintiți-vă:* aceste culturi dau posibilitatea să se obțină compuși importanți: vitamine, hormoni, fitohormoni, preparate medicale (de exemplu, de panax) în cantități necesare, ce reduce considerabil prețul lor. Ele servesc pentru diverse experimente, de exemplu studiul acțiunii medicamentelor și a altor substanțe etc. Culturile celulare sunt utilizate pentru cultivarea virusurilor, care apoi pot fi utilizați ca vectori în ingineria genetică, pentru diagnosticul bolilor virale sau obținerea vaccinurilor. Încă o direcție 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 și șoarecelui,

Des. 325. Tehnologia obținerii hibridomelor: 1 – imunizarea șoarecelui; introducerea antigenei, sub influența cărei sunt activate B-limfocitele (2), ce produc anticorpi; 3 – cultura celulară a mielomului (așa-numitului cancer, care are ca rezultat diviziunea celulară necontrolată); 4 – combinarea celulelor B-limfocitelor și celulelor mielomului, rezultând hibridome (5); 6 – obținerea culturii de hibridome; 7 – obținerea anticorpilor înalt specifici, care sunt folosiți pentru distrugerea tumorilor maligne



omului și morcovului, găinii și drojdiei etc.). Prin această metodă este posibilă combinarea în una a mai multor celule somatice prelucrate preventiv (în special, în culturile celulare trebuie distruse învelișurile celulare), care aparțin la organisme sistematic îndepărtate.

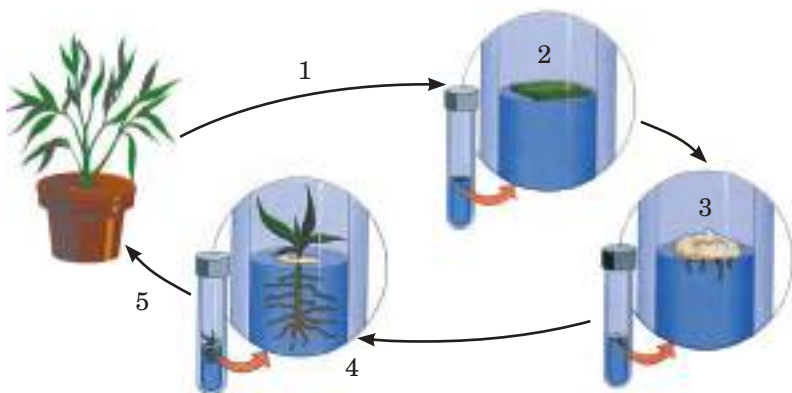
La plante, această procedură poate duce la apariția unui soi cu proprietăți noi. Hibridarea celulelor somatice a mamiferelor (de exemplu, a hârciogului chinezesc și a omului) este utilizată pe scară largă în scopuri de cercetare: celulă hibridă de multe ori pierde toți cromozomii umani cu excepția unuia, datorită cărui fapt se poate determina, care gene se conțin în el.

Prin hibridizarea limfocitelor (capabil să producă anticorpi de anumit tip) și celulelor tumorale (capabile la reproducere nelimitată în cultură) se obțin așa-numitele hibridome – celule, care produc anticorpi înalt specifici (des. 325.). Ei distrug celulele tumorilor maligne, fără să acționeze 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 și un astfel de embrion este introdus într-o mamă surrogat.

Una din direcțiile ale ingineriei celulare este **utilizarea celulelor stem** pentru a restabili țesuturile și organele afectate. În condiții de laborator este posibilă reproducerea și specializarea ulterioară a celulelor stem. Acest lucru face posibilă creșterea artificială a țesuturilor și a unor organe a omului și 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 și să restabilească organele și țesuturile deteriorate. În condiții de laborator celulele stem pot fi stimulate la reproducere și la specializarea lor ulterioară. Aceasta deschide perspective de a obține țesuturi și organe al omului și 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 obținerii celulelor stem din materialul, care rămâne după întreruperea gravidității. De aceea o sursă alternativă, după cum sa constatat deja, pot fi celulele stem conținute din sângele ombilical.

Pe lângă problemele etice, pentru introducerea pe scară largă a metodelor de transplantare a celulelor stem sau țesuturilor și organelor derivate din aceste celule, există multe probleme științifice nerezolvate. În special, este dificil de realizat recunoașterea ca „ale lui” de către organism a



Des. 326. Clonarea plantelor: 1 – obținerea materialului celular de la planta-donatoare; 2 – cultivarea celulelor în mediu nutritiv artificial; 3 – obținerea culturilor de celule nediferențiate; 4 – datorită diferențierii celulelor apar țesuturi și organe ale plantei clonate; 5 – planta clonată plantată în sol

E interesant să știm

Aproape jumătate dintre animalele clonate au tulburări semnificative în structura și funcționarea organelor, care pot fi transmise generațiilor următoare (de exemplu, oaia Dolly, cunoscută 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 știm

În miturile grecești Himera este o ființă cu capul unui leu, trunchiul caprei și coada dragonului (des. 327).



Des. 327. Himera este o ființă menționată în miturile Greciei antice

Memorizăm: un organism himer este organismul, format din celule genetic diverse.

țesuturilor sau organelor introduse și 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 roșie, mușchiul inimii afectat după atac de cord, a fost aproape complet restabilit.

Încă o direcție a ingineriei celulare este **clonarea organismelor**. Clonul (din greacă *clon* – ramură, urmaș) reprezintă totalitatea de celule sau de indivizi, obținuți de la strămoș comun pe cale asexuată. Clonul este alcătuit din celule sau organisme genetic omogene. Clonarea organismelor se bazează pe faptul, că fiecare celulă somatică conține informația genetică completă, caracteristică pentru întregul organism. De aceea din această celulă în anumite condiții este teoretic posibil să fie crescut un organism întreg. Pentru plante, care pot să se înmulțească pe cale vegetativă (adică anume din celule somatice), o astfel de procedură este obișnuită pentru biotehnologia modernă (des. 326).

Metoda de clonare a animalelor începe cu procesul înlăturării nucleului ovulului nefecundat și transplantarea nucleului unei celule somatice de la alt individ. Apoi un astfel de zigot artificial este implantat în uterul femeii, unde are loc dezvoltarea embrionului. Această tehnică a fost creată cu scopul de a obține de la reproducători de înaltă calitate a cât mai multor descendenți, 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 (obținute deja pentru multe animale vertebrate), este caracteristic un nivel înalt de mortalitate, durată scurtă a vieții și apariția diferitelor anomalii. Astfel, deși lucrările privind clonarea animalelor, are un interes științific semnificativ, valoarea ei practică este încă mică. În principiu, poate fi clonat și omul, însă în multe țări ea este interzisă prin lege, în primul rând din motive etice.

Amintiți-vă: prin studierea cariotipului celulelor embrionare, izolate din lichidul amniotic, pot fi determinate anumite boli ereditare, asociate cu modificările numărului sau structurii anumitor cromozomi (numiți aceste boli).

Histotehnologiile reprezintă o direcție ale cercetărilor, care elaborează metode de păstrare îndelungată (conservare) a țesuturilor în afara organismului și producerea preparatelor histologice și celulare pentru cercetarea lor și aplicarea practică. De exemplu, probele de țesuturi sunt înghețate și apoi prin aplicarea diferitor metode ale tehnicii microscopice, ele

sunt tăiate în plăci subțiri, deshidratate, colorate cu diferiți compuși etc.

Metodele histotehnologice permit determinarea din timp a modificărilor patologice în țesuturi, care mărturisesc despre dezvoltarea anumitor boli, în special tumorilor maligne.

În Ucraina orice intervenție chirurgicală, precum și orice întrerupere a conștiinței pacientului la acțiunea anumitor compuși (**anestezia**) este interzisă fără rezultatele anterioare ale analizei structurii și funcționării țesuturilor umane, organelor și sistemelor de organe.

Ar trebui să menționăm și crearea unor **organisme himere**. Acestea sunt ființe create artificial, care au celule, ce aparțin diferitelor specii biologice. Savanții, 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, legităților compatibilității tisulare în timpul transplantării organelor. Practic himerice sunt plantele, obținute prin altoire, când altoiul și portaltoiul aparțin 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 și a multor oameni de știință.

Termeni și noțiuni-cheie:

ingineria celulară (tisulară), hibridizarea celulelor somatice, clonarea organismelor, hibridome, histotehnologii, organisme himere.

Verificați-vă cunoștințele obținute



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 obțin 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?

Chibzuiți



Ce problemele etice pot să apară în timpul clonării omului.



Pe scurt despre principalul

Ingineria celulară (tisulară) este o ramură a biotehnologiei, care folosește metodele pentru izolarea celulelor din organism, reconstruirea și cultivarea lor pe medii nutritive. Prin intermediul ingineriei celulare se efectuează hibridizarea la distanță 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 țesuturile și organele afectate, precum și pentru clonarea organismelor.

Histotehnologiile este direcția cercetării, care dezvoltă tehnici de conservare îndelungată (conservare) a țesuturilor în afara organismului și fabricarea preparatelor celulare și tisulare pentru cercetările lor ulterioare și aplicarea practică.

Test de consolidare

Alegeți din răspunsurile propuse cel corect

1. Numiți savantul, care a propus bazele teoretice ale selecției artificiale: a) G. Mendel; b) T. Schwann; c) M. Vavilov; d) C. Darwin.
2. Indicați care comunitate de organisme în natură corespunde rasei de animale sau soiului de plante: a) specia; b) turma; c) familia; d) populația.
3. Indicați de ce este însoțită încrucișarea înrudită a organismelor: a) creșterea homozigoției descendenților; b) creșterea heterozigoției descendenților; c) heterozis; d) nu acționează asupra genotipului descendenților.
4. Numiți savantul, care a stabilit centrele de origine și diversitate a plantelor de cultură: a) M. Vavilov; b) G. Mendel; c) C. Darwin; d) G. Karpechenko.
5. Indicați generația de hibridi, în care heterozisul este exprimată cel mai complet: a) prima; b) a patra; c) a cincea; g) a opta.
6. Indicați 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. Identificați organismele, în urma selecției cărora deseori se primesc forme poliploide: a) animalele; b) plantele; c) procariotele; d) virusurile.

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 creșterea 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 încrucișarea să se considere neînrudită: a) două; b) trei; c) patru; d) șase.

Alcătuți perechi logice

12. Determinați corespondența între diferite tipuri de încrucișare și caracterele organismelor.

- | | |
|---------------------------|--|
| 1 înrudită | A se desfășoară între indivizi din aceeași specie, care nu au strămoși comuni pe parcursul ultimelor șase generații |
| 2 neînrudită | B se desfășoară între indivizi din aceeași specie, care au strămoși comuni pe parcursul ultimelor șase generații |
| 3 hibridizare la distanță | C se desfășoară între reprezentanți diferitor specii a unei clase |

13. Determinați corespondența între formele de selecție artificială și trăsăturile lor caracteristice.

- | | |
|---------------|--|
| 1 în masă | A se aleg indivizi aparte după rezultatele studierii fenotipului și genotipului; este aplicată în selecția plantelor și a animalelor |
| 2 individuală | 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 și genotipului; se aplică în selecția plantelor și animalelor |

14. Determinați din care centre de diversitate provin anumite plante de cultură.

- | | |
|--------------------|---------------------------|
| 1 Central-American | A porumbul |
| 2 Sud-American | B cartoful |
| 3 Sud-Asiatic | C grâul dur |
| 4 Sud-Vest Asiatic | D trestia de zahăr |
| | E strugurele |

15. Determinați strămoșii animalelor domestice:

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| 1 calul | A crapul sălbatic |
| 2 găinile domestice | B șalăul |
| 3 rațele domestice | C tarpanul |
| 4 carpii | D rata mare |
| | E găinile bankive |

16. Stabiliți corespondența între diferite ramuri și metode biologice.

- | | |
|----------------------|---|
| 1 selecție | A clonarea organismelor |
| 2 inginerie genetică | B selecția artificială |
| 3 ingineria celulară | C selecția stabilizatoare |
| 4 biotehnologie | 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 și animalelor.

Selectarea microorganismelor	Selectarea plantelor	Selectarea animalelor
1) mutagenză artificială	1) determinarea calităților reproducătorilor după proprietățile descendenților	1) altoirea
2) histotehnologia	2) obținerea hibridomelor	2) determinarea calităților reproducătorilor după proprietățile descendenților
3) încrucișarea neînrudită	3) altoirea	3) mutagenză artificială

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 și apoi injectarea lor în organism	1) hibridizarea limfocitelor și a celulelor tumorale
2) hibridizarea limfocitelor și 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 și 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 și apoi injectarea lor în organism	3) hibridizarea limfocitelor și a celulelor tumorale	3) crearea organismelor, care au celule, ce aparțin diferitelor specii biologice

19. Descrieți organisme clonate, modificate genetic și 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 strămoș comun pe cale asexuată
2) organismele, care au celule, ce aparțin diferitor specii biologice	2) organismele genetic omogene, obținute de la un strămoș comun pe cale asexuată	2) organismele, în genomul cărora sunt introduse anumite gene
3) organismele genetic omogene, obținute de la un strămoș 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 și 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 posibile 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 și 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 și prin ce diferă selecția animalelor, plantelor și microorganismelor?
28. În ce moduri moleculă de ADN modificată poate fi introdusă în celulă?
29. Care sunt posibilitățile utilizării plantelor și animalelor modificate genetic?
30. Cum poate terapia genetică să ajute la tratarea anumitor boli ale omului?
31. Chibzuiți, de ce sterilitatea hibridilor interspecifici la animale nu poate fi depășită infertilitatea prin crearea formelor poliploide.

PRINCIPALELE TRĂSĂTURI GENERALE ALE SISTEMELOR VII

Întrebarea despre apariția și esența vieții din cele mai vechi timpuri îi preocupau pe savanți, filozofi și pe oameni obișnuiți; și 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 și celulare, folosite microscopul electronic și calculatoare complexe, esența vieții și 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 și 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 și corpurile neviei.** Spre deosebire de natura neviei, 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 compuși organici macromoleari, apă și 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 și sărurile și acizii anorganici.

3. **Schimbul de substanțe și energie cu mediul ambiant este condiția necesară pentru existența a sistemelor vii.** Două laturi ale lui – asimilarea și dezasimilarea, echilibrându-se reciproc, asigură stabilitatea dinamică a structurii și 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 și 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, creștere și de dezvoltare individuală.** Continuitatea vieții este asigurată de **ciclurile vitale**. Toate celulele și 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 matriceale a proteinelor și se poate să se schimbe datorită mutațiilor și recombinățiilor. **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 și a altor substanțe biologice active) și imun.

10. **Evoluția este procesul de adaptare a organismelor la schimbările mediului ambiant pe parcursul mai multor generații succesive.** Capacitatea ființelor vii și 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 existența atât pentru o specie aparte, cât și pentru grupele supraspecifice (genurilor etc.) nu depinde de gradul complicării morfologice sau de frecvența schimbării generațiilor.

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 și, respectiv, mai sensibile la influențele externe sunt nivelurile de populație și specie, de ecosistem sau biogeocenotic și de nivel biosferic.** Reducerea diversității biologice cauzează destabilizarea biocenozelor, distrugerea lanțurilor trofice. Cea mai nocivă influență asupra stabilității 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 și perspectivele aplicării realizărilor biologiei în asigurarea existenței omenirii. Cercetările biologice sunt necesare pentru crearea bazelor științifice de pronosticare și planificare a dezvoltării echilibrate și îndestulate a societății umane în viitor. Pentru aceasta este necesar să fie prevenit pericolul crizei biosferice, numită deseori „ecologică”. Specificul pericolului crizei ecologice contemporane, precum și 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 știință.

Seleționatorii folosesc pe larg mutațiile artificiale pentru obținerea unor soiuri de culturi agricole de înaltă productivitate și 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 agroceenoze și în localitățile umane.

Mari perspective are **ingineria genetică (genică)**. În afară de direcțiile practice (sporirea productivității soiurilor 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 și introducerea în sol a îngrășămintelor de azot, precum și ar reduce pericolul poluării mediului ambiant cu nitrați. 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 așa 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 așteaptă în viitor și 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 și tulpinilor de organisme industriale și agricole de înaltă productivitate.

Datorită izolării celulelor somatice din organism și 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 și altor organisme din natură. Deoarece celulele somatice conțin întreaga informație genetică a individului respectiv, există posibilitatea creșterii 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 și păstrarea diversității și frumuseții naturii vii.

Scurt dicționar terminologic

A

Abiogeneză (din gr. *a* – particulă de negație, *bios* – viață și *genesis* – origine) denumirea generală a ipotezelor despre apariția vieții din materie fără viață.

Acrozom (din gr. *acron* – înălțime, sfârșit și *soma* – corp) – organit deosebit la capătul capului spermatozoidului, format din elementele aparatului Golgi, care asigură pătrunderea spermatozoidului în ovul.

Adaptații (din lat. *adapto* – adaptare) adaptarea organismelor la condițiile mediului ambiant.

Albinoși (din lat. *albus* – alb) – indivizi, în învelișurile cărora 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.)

Alela letală (din lat. *leta* – denumirea râului în împărăția mitică a morților) alelă, manifestarea căreia în fenotip, duce la pieirea organismului.

Alela 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 și modul de înmulțire.

Altoire – o metodă specială de unire a părților diferite plante, ce duce la schimbări neereditare ale fenotipului.

Analiza hibridologică – cercetarea naturii moștenirii a stărilor caracterului cu ajutorul sistemului de încrucișări.

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 și *morfo* – formă, model) – transformare evoluționistă, care ridică complexitatea organizării întregului organismului și 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 grupeii sistematice.

Atavisme (din lat. *atavis* – strămoș) – manifestare la unii reprezentanți de anumită specie a caracterelor, caracteristice pentru strămoșii acestora.

Autbreeding (din engl. *aut* – exterior și *breeding* – creștere) – vezi *încrucișare neînrudită*.

Autozomi (din gr. *autos* – singur și *soma*) – toți cromozomii cariotipului în afară de cei sexuali.

B

Biogeneză (din gr. *bios* și *genesis*) – denumirea generală a ipotezelor despre viață ca a formei speciale de materie, care se reproduce pe sine însuși și 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* și *sfera*) – o parte a învelișurilor geologice ale globului pământesc (atmosfera, hidrosferei, litosferei), populată cu organisme vii.

Biotehnologia (din gr. *bios*, *tehne* – artă, măiestrie și *logos*) – totalitatea metodelor industriale, care sunt aplicate pentru producerea diferitor substanțe cu folosirea organismelor și proceselor sau fenomenelor biologice.

Blastomer (din gr. *blastos* și *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* și *tipos* – formă, model) – setul de cromozomi a nucleului, specific pentru fiecare specie.

Cartea Roșie Internațională – ediție a Uniunii Internaționale pentru Conservarea Naturii și Resurselor Naturale, în care sunt incluse speciile amenințate cu dispariție.

Celule somatice (asexuale) (din gr. *soma*) – celule, ce îndeplinesc funcții vegetative și 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 și *trofe* – nutriție, hrană) – organisme autotrofe, care pentru sinteza compușilor organici folosesc energia reacțiilor chimice de oxidare a substanțelor neorganice.

Ciclu vital – totalitatea tuturor fazelor de dezvoltare sau diferit după structură și 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* și *genesis*) – schimbul de substanțe între părțile abiotică (nevie) și biotică (vie) ale ecosistemelor.

Clon (din gr. *clon* – ramură, urmaș) – totalitatea celulelor sau indivizilor, care au apărut de la un singur strămoș 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 și *dominantis*) – fenomen, când ambele alele ale unei anumite gene se manifestă simultan în fenotipurile indivizilor hibridi.

Codon de stop – triplete speciale (UAA, UAG, UGA), fiecare din ele determină încetarea sintezei catenei polipeptidice.

Comensalism (din lat. *com* și *mensa*) – tip de legături reciproce între diferite specii, unul dintre care (comensalul) se folosește de hrana sau adăpostul celui alt (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 și ciuperci conjugarea se desfășoară pe calea contopirii conținutului a două celule vegetative; la infuzorii conjugarea înseamnă schimbul de nucleu generative la două celule.

Consumători (din lat. *consumo* – consum) – organisme heterotrofe, care consumă alte organisme sau resturile lor.

Copulare (din lat. *copulatio* – unire) proces de contopire a doi gameți, precum și procesul de împerechere a indivizilor de sex opus.

Creacionism (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 și 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* și *sistem* – combinare) – totalitatea populațiilor de diferite specii, care interacționează între ele și cu mediul ambiant astfel, încât apare fluxul de energie, ce formează anumite lanțuri trofice și asigură circuitul biogen al substanței.

Ereditate înlănțuită – moștenirea caracterelor, codificată 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 și 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. *faion* – a constitui, a găsi) – un anumită stare a caracterului

Fenotip (din gr. *faion* – a constitui și *tipos* – amprentă) – totalitatea tuturor caracterelor și proprietăților organismului.

Filogeneză (din gr. *filon* – gen, trib și *genesis*) – dezvoltarea istorică a anumitului grup sistematic.

Filogenie – (din gr. *filon* – gen, trib și *genesis*) – știința biologică despre căile dezvoltării istorice (filogenezei) a anumitor grupuri taxonomice.

Fitocenoză (din gr. *fiton* – plantă și *koinos* – comun) – comunitatea populațiilor de diferite specii de plante (vegetației), care cresc împreună pe un teritoriu.

Fototrofi (din gr. *fotos* – lumină și *trofos* – nutriție, hrană) – organisme autotrofe, care 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 și au în comparație cu celulele somatice ale organismului respectiv un set înjumătățit de cromozomi.

Gametogeneza (din gr. *gamete* sau *gametes* și *genesis*) – proces de formare a celulelor sexuale (gameți), care trece stadii succesive de înmulțire, creștere, maturizare și 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 reglatoare, adică este agentul elementar al informației ereditare.

Gene alele (din greacă *alelion* – unul pe altul, reciproc și *genos* – gen) – diferite stări ale unei anumite gene, care ocupă un loc (*locus*) asemănător în cromozomii omologi și 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* și *tipos* – amprentă) – totalitatea informației genetice, codificată în genele celei sau în întregul organism.

Genofond (din gr. *gen* și franceză *fond* – baza) – totalitatea tuturor genelor și alelelor genelor a indivizilor anumitei populații, grupelor de populații sau speciei.

Grila lui Punnett – rețea, cu ajutorul căreia se poate demonstra rezultatele încrucișărilor.

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 și 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 și *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 urmași 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.

H

Heterozis (din gr. *heteroiosis* – schimbare, transformare) – fenomen, datorită căruia prima generație de hibrizi, obținuți pe calea încrucișării neînrudite, are capacități vitale și productive mai mari decât la părinți.

Hibridizarea îndepărtată – încrucișarea indivizilor, care aparțin la diferite specii sau genuri.

Hibrizi (din gr. *hibrida* – amestec) – urmașii de la încrucișarea părinților, care se deosebesc între ei după una sau mai multe stări ale caracterelor.

Hibridizarea – vezi *încrucișarea*.

Hidrosfera (din gr. *hidros* și *sfera*) – învelișul acvatic al Pământului, deci totalitatea tuturor bazinelor cu apă (oceane, mări, râuri, lacuri etc.)

Homozigot (din greacă *gomos* – egal, asemănător și *zigotos*) – celulă (individ) diploidă sau poliploidă, cromozomii omologi a căreia conțin alele identice ale anumitei gene.

I

Idioadaptarea (din gr. *idios* – deosebit și 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 și *breeding* – cultivare) – vezi *încrucișare înrudită*.

Ingenieria celulară (tisulară) – o ramură a biotehnologiei, în care se aplică metodele de izolare a celulelor din organism și introducerii lor într – un mediu nutritiv artificial; cu ajutorul ei pot fi combinate părțile celulelor somatice din diferite specii, genuri etc.

Ingenieria genetică – ramură a geneticii și 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 încrucișa între indivizii unei specii în condiții naturale.

Î

Încrucișare (hibridizare) – obținerea urmașilor de la perechile de organisme, care se deosebesc între ele după unul sau mai multe caracter ale stărilor moștenite.

Încrucișare analizoare este efectuată între indivizii, care au caracter recesiv și dominant cu scopul stabilirii genotipului ultimului.

Încrucișare înrudită (inbreeding) (din engl. *in* – în, în interior și *breeding* – creștere) – hibridizarea organismelor, care au strămoși comuni pe parcursul ultimelor șase generații.

Încrucișare neînruită (autbreeding) (din engl. *aut* în afară și *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 încrucișarea dihibridă și polihibridă segregarea stărilor după fiecare caracter la urmași are loc independent unul de altul.

Legea segregării a stărilor caracterelor constă în faptul, că la încrucișarea reciprocă a hibrizilor primei generații, la urmașii 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 și 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 și genurile înrudite.

Legea uniformității hibrizilor primei generații (legea dominării) constă în faptul, că la hibrizii primei generații în fenotip apar exclusiv stările dominante ale caracterelor.

Limitele rezistenței (superioară și inferioară) – valorarea intensității acțiunilor factorului ecologic, în afara căreia existența organismelor de o anumită specie este imposibilă.

Linii pure – urmași 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 și *sfera*) – stratul exterior dur al învelișului 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 și *evolutia*) – procese evoluționiste, care duc la apariția taxonilor supraorganismice (gen, familie ș. a. m. d. până la regn).

Mezoderm (din greacă *mesos* – mediu, intermediar și *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 și compararea *fenotipuri* – lor *gemenilor din același sac embrion*.

Metodă genealogică de cercetări genetice – stabilirea naturii moștenirii caracterului cu ajutorul studierii genealogiei organismelor.

Metoda hibridologică în genetică constă în încrucișarea (hibridizarea) organismelor, care se deosebesc după anumite stări ale unei sau mai multor caractere.

Metodele ingineriei genice – metode, cu ajutorul cărora din organisme sunt izolate sau sintetizate artificial anumite gene, reconstruite și introduse în genomul altor celule sau organisme.

Microevoluția (din greacă *micro* – mic și *evolutia*) – totalitatea proceselor evoluționiste, care au loc în interiorul populațiilor unei specii.

Modelare (din lat. *modulus* – model) metodă de cercetare și demonstrare a structurilor, funcțiilor, proceselor cu ajutorul reproducerii lor simplificate (imitație).

Monofilie (din gr. *monos* și *filon* – specie, gen, familie, trib) – originea oricărei grupe sistematice de la un strămoș comun.

Moștenirea caracterelor, înlănțuită cu sexul – fenomenul, când unele caractere sunt codificate în genele heterocromozomilor.

Mutageni (din lat. *mutacio* – schimbare și *genos*) – factorii mediului de diferită natură (fizici, chimici, biologici), apti să cauzeze mutații.

Mutație (din lat. *mutatio* – schimbare) – schimbările stabile ale genelor sau cromozomilor, care apar brusc și cauzează schimbări a unor sau a altor caractere ereditare a organismului.

Mutualism (din lat. *mutuus* – reciproc) – formă a simbiozei, potrivit căreia fiecare specie coexistentă primește un anumit folos de la altul.

N

Neocatastrofism (din gr. *neos* – nou și 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.

Nișa 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 și *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, deși 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 și *genesis*) – dezvoltarea organismelor pluricelulare, care începe de la o celulă (zigot, spor) sau de la un embrion multicelular (la înmulțirea vegetativă) și se termină cu moartea.

Oogeneza (din lat. *ovo* și *genesis*) – procesul de formare a ovulului.

Oscilațiile populației – oscilarea periodică a numărului indivizilor în populații.

P

Partenogeneza (din gr. *partenos* – fată și *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 nașterea (ecloziune, germinare).

Perioadă postembrionară (din lat. *post* – după, mai târziu și din gr. *embriion*) – perioada ontogenezei, care durează de la naștere până la apariția capacității de a se înmulți.

Piramida ecologică – reprezentarea grafică a structurii lanțului trofic

Ploiditate (din gr. *ploos* – multiplu și *eidos* – tip) – numărul de seturi de cromozomi a organismului.

Poliembrionie (din gr. *polis* și *embriion*) – dezvoltarea a câtorva embrioni dintr – un singur ovul fecundat.

Poliformism (din gr. *polis* și *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 creșterea numărului populației, extinderea arealelor și de crearea anumitor subspecii și specii în limitele unui anumit grupe.

Producători (din lat. *producentis* – acel ce produce) – populație de organisme autotrofe, capabile să sintetizeze compuși 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 hibridi, 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 și poate duce la dispariție.

Regula piramidei ecologice constă în faptul, că la fiecare nivel trofic al lanțului trofic cantitatea de biomasă și 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 compuși anorganici.

Rețea trofică – intersectarea lanțurilor trofice în biogeocenoză ca urmare a faptului, că una și aceeași 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.

S

Saltaționism (din lat. *salto* – a sări) ipoteza despre schimbărilor evoluționiste săltătorii, cauzate de creșterea ritmului evoluției, pieirea în masă a grupelor sistematice vechi și apariția noilor grupe sistematice (specii, genuri ș. a. m. d.) în timpul crizelor biocenotice.

Segregarea caracterelor – apariția a ambelor stări ale caracterelor (recesiv și dominant) în fenotipurile urmașilor indivizilor hibrizi.

Selecția (din lat. *selectio* – adunare) știința despre bazele teoretice și metodelor de creare a noilor specii și ameliorarea a celor existente soiuri de plante, rase de animale și tulpini de microorganismе.

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 și 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 același 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 mediului respectiv; ea exclude orice schimbări, fiind mai puțin adaptate și 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. *haploos* – 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 și *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* și *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 (nișa ecologică), populează anumită parte a biosferei (arealul), în natură se încrucișează liber între ei, dau urmași fecunzi și nu se hibridizează cu alte specii.

Specii dominante (din lat. *dominantis*) – specii, populațiile cărora sunt cele mai numeroase în biocenoză respectivă.

Spermatogeneza (din gr. *spermatos* – sămânță) procesul formării spermatozoizilor (spermatioilor).

Spermatozoid (din gr. *spermatos* – sămânță și *zoon* – ființă vie) – gamet masculin, care se mișcă cu ajutorul unui flagel.

Subspecie – totalitatea populațiilor, care se deosebesc de alte populații ale aceleiași specii printr – o stare sau câteva stări ale caracterelor.

Sucesiuni (din lat. *succesio* – succesiune, continuitate) – schimbări succesive direcționate ale comunităților de organisme, care duc la transformarea biogeocenozei.

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 și a concepției darwiniste despre lupta pentru existență și selecția naturală.

Tulpină – cultură de microorganismе, obținute de la o celulă.

U

Uniunea internațională pentru conservarea naturii (IUCN) – organizație neguvernamentală, care coordonează eforturile guvernelor diferitor țări, organizațiilor științifice, de învățământ și publice în domeniul ocrotirii naturii, editează Cartea Roșie Internațională.

V

Variabilitate – capacitatea organismelor de a dobândi caracter noi și stări ale acestora în procesul ontogenezei.

Variabilitatea combinativă – variabilitatea ereditară, cauzată de recombinarea genelor alele.

Variabilitatea ereditară apare în rezultatul schimbării genotipului (combinativă și mutațională).

Variabilitate modificativă (neereditară) (din lat. *modus* – măsură, și *facio* – a face) – schimbări ale fenotipului, cauzate de diferiți factori ecologici și ale genotipului.

Variabilitate mutațională – variabilitatea ereditară, cauzată de mutații.

Cuprins

Dragi elevi ai clasei a zecea!	3
Introducere	
§1. Biologia – știință complexă despre natura vie. Nivelurile de organizare a sistemelor biologice. Metodele principale de cercetări biologice	4
TEMA 1. Componenta chimică a celulei	
§2. Apa, particularitățile și funcțiile ei în componența sistemelor biologice. Alți compuși anorganici	11
§3. Noțiuni despre substanțele organice. Lipidele și glucidele	15
§4. Proteinele: structura și particularitățile	19
§5. Funcțiile proteinelor	22
§6. Acizii nucleici. Particularitățile și funcțiile ARN.	25
§7. Structura, particularitățile și funcțiile ADN	27
§8. Noțiunea despre transformarea energiei în sistemele biologice. ATP	30
LUCRARE PRACTICĂ 1. Rezolvarea exercițiilor elementare de structură ale proteinelor și 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 mișcării, centrul celular	43
§12. Structura celulei eucariote: reticulul endoplasmatic, complexul Golgi, lizozomii, vacuolele	47
§13. Structura celulei eucariote: mitocondrii și plastidele	51
§14. Nucleul: structura și funcțiile	53
§15. Tipul celulelor și caracteristica lor comparativă. Structura celulei procariote	57
LUCRARE DE LABORATOR. Studierea diversității de structură și funcționale ale celulelor	61
TEMA 3. Principiile de funcționare a celulelor	
§16. Schimbul de substanțe și transformarea energiei în celulă. Mecanismele biochimice ale respirației	63
§17. Schimbul energetic. Etapa cu oxigen (aerobă)	67
§18. Particularitățile proceselor schimbului plastic. Fotosinteza: faza de lumină	71
§19. Fotosinteza: faza de întuneric	74
TEMA 4. Păstrarea și realizarea informației ereditare	
§20. Particularitățile organizării genelor și genomilor la organismele procariote și eucariote	79
§21. Rolul diferitor tipuri de molecule de RN în codarea și realizarea informației ereditare. Codul genetic	82
§22. Biosinteza proteinelor	85
LUCRAREA PRACTICĂ 2. Rezolvarea exercițiilor elementare de replicare, transcriere și translare	89
§23. Ciclul celular. Mitoza	90
§24. Meioza	93
§25. Tipurile de înmulțire a organismelor. Celulele sexuale	96
§26. Procesele fecundației	100
§27. Etapele dezvoltării individuale a organismelor. Dezvoltarea embrionară a animalelor	105
§28. Dezvoltarea post-embriionară și creșterea organismelor	108
TEMA 5. Legitățile moștenirii caracterelor	
§29. Genetica este știința despre particularitățile eredității și variabilității organismelor	113
§30. Metodele de cercetare genetică	116
§31. Legitățile eredității, care au fost stabilite de G. Mendel. Caracterul statistic al legităților genetice și bazele lor citologice	120
LUCRAREA PRACTICĂ 3. Alcătuirea schemelor de încrucișare	124
§32. Fenomenul moștenirii înlănțuite. Teoria cromozomială a eredității	126
§33. Genetica sexului. Moștenirea înlănțuită cu sexul	130
§34. Genotipul organismului ca sistem integru	133
§35. Formele variabilității. Variabilitatea modificativă reprezintă rezultatul interacțiunii genotipului și condițiilor mediului	136
§36. Tipurile mutațiilor și cauzele mutațiilor	139
§37. Bolile ereditare ale omului. Consultarea genetică	144

ТЕМА 6. Еволюція лумії органіце

§38. Процес еволюції ка партиуларитате универсала а системелор біологіце	152
§39. Опініе еволюціоністе але луй J.-B. Lamarck. Теорія еволюції а луй C. Darwin	156
§40. Принципіе де базла але теоріе контепоране а еволюції. Популація ка унітате елементарла а еволюції	160
§41. Креаре спеціелор. Діреціїе прінсіпале але процесуллу еволюціоніст	164
§42. Ролл дїферїтор штіїнțe ла аргументаре теоріе еволюції	169
§43. Опініе деспре луме шї штіїнifice прївїнд орїгїнеа шї дезволтаре історїка а віеїї	173
§44. Етапе еволюції омулу	178

ТЕМА 7. Дїверсітате біологіка

§45. Базе філогеніе еволюціоністе шї систематїці	186
§46. Форме аселуларе де віаїла - вірушїї. Прокарїоте	190
§47. Еукарїоте: ціперціле, планте, анімале	195
ЛУCRARE PRACTICĂ 4. Compararea structurii шї процесл де їнмулїре а формелор аселуларе шї аселуларе де віаїла	200

ТЕМА 8. Системе біологіце супраорганїсміце

§48. Екологіа. Екосїстемл шї карактерїстїка луй	202
§49. Реллаїїе трофіце. Флуруле де енергіе їн екосістеме. Продуктивїтате екосістемелор	204
§50. Факторїе екологіці біотїці, біотїці шї антропоген	208
§51. Стабілітате екосістемелор шї каузеле їнцлїкарії еї	211
§52. Біосфера ка ун сістем їнтегру	213
§53. Протекція шї консерваре біосферї, прїнсіпале млсурїе але оцротїрії медїлулу аंबїант	218

ТЕМА 9. Біологіа ка база біотехнологїе шї медїцінеї

§54. Сарцініе селекціїе модерне	225
§55. Партиуларїтлїле селекціїе анімалеелор, плантелор шї мікроорганїсмуелор	229
§56. Ревїзуїре біотехнологїїлор трлдіціонале	234
§57. Інгерїнерїа генетїка (генїка). Органїсеме модїфікате генетїк	238
§58. Інгерїнерїа аелуларла (тїсуларла)	242
Прїнсіпале трлслїтурїе генерале але системелор вії	248
Скурт діціонлр термінологік	251

Навчальне відання

ОСТАПЧЕНКО Людміла Іванївна, БАЛАН Павло Георгїїовїч,
ПОЛІЩУК Валерїї Петровїч

БІОЛОГІЯ

Пїдручнїк дїля 9 класу загальноосвітнїх навчальнїх закладїв
з навчаннїям молдовською мовою

Рекомендовано Міністерством освіти і науки Українї

Вїдано за рахунок державнїх коштів. Продаж заборонено

Переклад з української

Перекладачі *Васїль Полїщук, Андрїї Волуца*

Молдовською мовою

Редактор *Тетяна Соколова*. Обкладинка *Тетяні Куш*

Художне оформлення *Людміли Кузнецовїї*

Технїчний редактор *Сергїї Максимець*

Комп'ютерна верстка *Мїрославі Токарюк*

Формат 60×84/8. Ум. друк. арк. 29,76. Обл.-вїд. арк. 25,37.

Тїраж 308 пр. Зам. № 1227

Вїдавець і вїготовлювач вїдавнїчїї дім „Букрек”

вул. Радїщева, 10, м. Чернївці, 58000

www.bukrek.net

Свїдоцтво про вносеннїа до Державного реєстру
суб'єкта вїдавнїчїї справи ЧЦ № 1 від 10.07.2000 р.