

# Biologie modernă

Manual pentru învățământul preuniversitar

**Biologie. Curs integral**  
**Biologia omului**  
**Ecologia și protecția naturii**

**”Din înțelepciune provin trei lucruri esențiale:  
gândire logică, vorbire coerentă și acțiune  
dreaptă”**

Democritus



Chișinău 2012

Manualul a fost elaborat conform Curriculum-ului Național pentru învățământul liceal aprobat de Ministerul Educației

Referenți:

Recomandat de Catedra Biologie vegetală a Universității de Stat din Tiraspol

Manualul a fost experimentat la Liceul Academiei de Științe a Republicii Moldova în anul de studii 2012-2013

## Cuvânt înainte

Dragi elevi,

Ați ajuns la vârsta adolescenței, vârsta marilor întrebări, vise și speranțe. Dinamici, uneori excentrici, curioși și setoși de libertate, tindeți cu insistență spre autoafirmare. Doriți să aflați cât mai multe lucruri noi, interesante, așteptați cu nerăbdare clipa primelor descoperiri și bucuria succeselor.

Setea de cunoaștere ne însoțește pe parcursul întregii vieți, manifestându-se diferit în funcție de vârstă. Încă din copilărie începem a studia lumea înconjurătoare. Atunci sesizăm cât de frumoasă și complexă este, înțelegem că de ea depinde viața și activitatea noastră. În procesul de cunoaștere a fenomenelor naturale apar foarte multe întrebări la care încercăm să găsim răspunsuri.

Pentru voi, elevii de azi și de mâine, am alcătuit acest manual de o factură nouă, care dorim să vă fie un îndrumător, o călăuză, un prieten fidel în marea aventură de cunoaștere a lumii vii. Sperăm că această lucrare va contribui la întregirea educației biologice, la modernizarea procesului de instruire și educație, iar lecțiile de biologie vor fi mai interesante, eficiente și utile.

Manualul conține materia de studiu organizată în 3 discipline distincte. Conținutul fiecărei discipline este structurat în capitole, teme și subteme.

### **Biologie. Curs integral**

Această disciplină include noțiuni de citologie, morfologie, anatomie, fiziologie, genetică și evoluționism. Obiectivele de bază ale disciplinei sunt formarea concepției științifice despre apariția vieții și principalele etape ale dezvoltării evolutive a organismelor pe Terra.

### **Biologia omului**

Este dedicată studierii structurii, fiziologiei, igienei, geneticii și evoluției omului. Scopul principal al studiului biologiei omului este de “a ne cunoaște pe noi înșine” și de a promova un mod sănătos de viață.

### **Ecologia și protecția naturii**

Cuprinde noțiuni generale de ecologie, locul omului în ansamblul naturii. Obiectivele disciplinei sunt folosirea rațională a resurselor naturale și protecția mediului.

Aparatul metodic al manualului include mai multe rubrici care sunt expuse în ghidul de utilizare a manualului.

Ediția actuală a manualului conține numeroase ilustrații, desene, scheme, tabele care îl fac mai atrăgător și au menirea de a facilita însușirea materiei.

Noutatea acestui manual constă în orientarea elevilor spre asimilarea conștientă, creatoare și activă a cunoștințelor, formarea de competențe și deprinderi, atitudini și comportamente de bun cetățean. De aceea noi nu ne-am propus să prezentăm multitudinea de teme ce țin de educația biologică. Doritorii vor avea posibilitatea de a-și aprofunda cunoștințele la orele opționale unde vor studia după programe speciale. Cu toate acestea, manualul vă oferă suficientă informație expusă într-o formă accesibilă și atractivă, dar nicidecum pentru a o memoriza mecanic. Activitățile din fiecare lecție vă vor ajuta să selectați informația care vă interesează și să o studiați singuri sau împreună cu colegii, să formulați întrebări și ipoteze.

O etapă obligatorie a lecției este realizarea activităților de cercetare și aplicare a cunoștințelor: lucrări practice, rezolvarea problemelor și exercițiilor, elaborarea de raționamente etc. Aceste activități vor finaliza cu analiza rezultatelor și formularea concluziilor. Ele vă vor ajuta să învățați a gândi, a face, a găsi răspunsuri la întrebări, a verifica ipotezele. Evident, că în

procesul de cunoaștere vor apărea multe întrebări și pentru a răspunde la ele, veți elabora noi raționamente și noi planuri de cercetare.

Sperăm că manualul, alături de alte surse de informație, va fi de un real folos la dezvoltarea capacităților, dobândirea și punerea în valoare a cunoștințelor, formarea deprinderilor care vă vor ajuta în viață.

Dorim ca această ediție să fie un început, un prim pas în demararea unei reforme ample a educației biologice. În eventualitatea acceptării acestui proiect, suntem dispuși să începem lucrul la viitoarea ediție îmbunătățită, ținând cont de opiniile voastre. În speranța că eforturile noastre își vor atinge scopul, așteptăm cu interes orice sugestie și propunere din partea voastră, precum și din partea profesorilor și savanților care vor fi utile și binevenite.

Vă urăm succes!

Autorii proiectului  
Oleg Botnaru,  
Vasile Grati

**Sinteza lecției propriu-zise** în care sunt prezentate conținuturile sistematizate ce includ noțiunile de bază, rezultatele propriei experiențe obținute din activitățile practice, unele date din diverse lucrări de specialitate. Denumirile temelor, noțiunile de bază, definițiile, termenii cheie sunt evidențiate prin caractere grase și cursive.

**Sunt un tânăr cercetător** îți oferă prilejul de a-ți dezvolta spiritul de observație și de a-ți forma deprinderi de a învăța, de a te antrena în activități practice de cercetare și aplicare a cunoștințelor. Ea cuprinde explicațiile activităților de învățare, descrierea lucrărilor practice și sarcinilor didactice.

**Pro și contra** te invită la dezbateri, oferindu-ți șansa de a afla adevărul confruntând ipotezele și convingerile proprii cu cele ale colegilor, profesorilor și savanților.

**Interesant și util** are scopul de a te delecta cu noutăți celebre, curiozități și informații științifice atrăgătoare. Ea include descrierea unor investigații interesante și utile, care te îndeamnă să explorezi natura și să te bucuri de rezultatele propriilor descoperiri.

**Bomboana cosmică** ajunge la elevul care a prezentat răspunsul corect, complet și original la întrebarea adresată de profesor.

**Creativitate și invenție** îți oferă prilejul de a participa la diverse activități pentru a-ți dezvolta creativitatea, de a învăța să realizezi ceva nou și original.

**A fi sănătos este la modă** te va ajuta să-ți formezi deprinderi de a respecta regulile de igienă și de a promova un mod sănătos de viață.

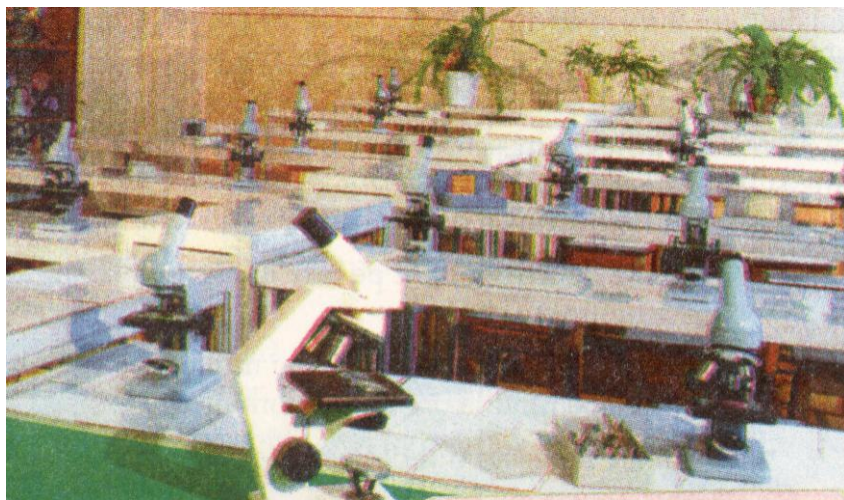
**Activități pro natura** cuprinde relatări despre experiența proprie a elevilor și profesorilor prin care te îndeamnă să participi la acțiuni de protejare a naturii.

**Recapitulare-evaluare** este expusă la sfârșitul fiecărei teme și include recapitularea materiei studiate și evaluarea cunoștințelor la nivel de cunoaștere, înțelegere, aplicare și integrare.

## Școala mea



## Laboratorul de biologie



# Biologie

Curs integral

Andrei POSĂNĂ



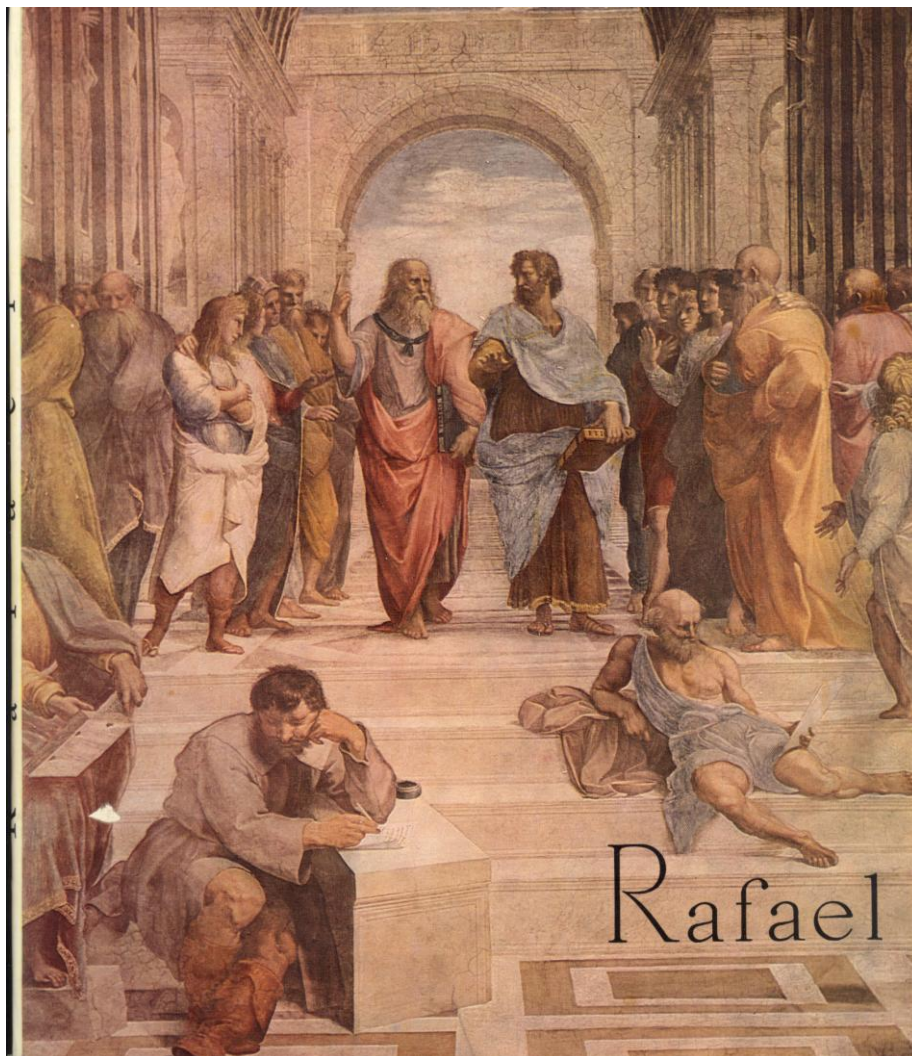
## Capitolul 1. Știința și biologia

**Tema 1. Biologia – știința despre viață**

**Tema 2. Însușirile generale ale materiei vii**

**“Gândirea începe cu senzația”**

Aristotel



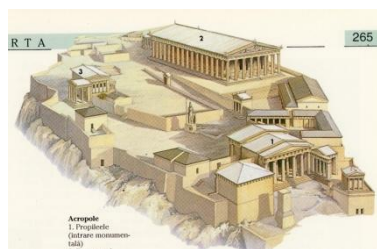
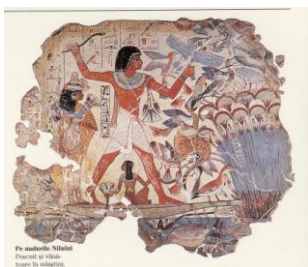


# Tema 1. Biologia – știința despre viață

## 1.1. Principalele etape în dezvoltarea științei

Una din principalele condiții a existenței umane este nevoia de cunoaștere care se manifestă prin curiozitate, dorință de cercetare și descoperire a lumii înconjurătoare. Procesul de studiere și înțelegere a naturii a stat la baza apariției, acum circa 3 mii de ani, a **științei**.

**Știința este domeniul de activitate umană cu scopul de dobândire, sistematizare și aplicare a cunoștințelor despre realitate.**



De-a lungul veacurilor activitatea de cunoaștere a progresat, iar știința s-a dezvoltat și s-a diversificat. Babilonul, Egiptul, India, Grecia au fost pe rând principalele focare ale culturii și științei în **antichitate**. Încă atunci, în antichitate s-au pus bazele principalelor științe: **matematica** (Pitagora, Euclid), **astronomia** (Ptolomeu), **mecanica statică** (Arhimede), **medicina** (Hipocrat), **istoria** (Herodot), **zoologia** (Aristotel), **botanica** (Teofrast).

Un salt calitativ în dezvoltarea științei se atestă în **epoca Renașterii** (sec. XV-XVII). Ea constituie o perioadă remarcabilă în istoria Europei când în țările civilizate au loc multiple transformări socio-culturale care includ dezvoltarea filozofiei, științei, artelor frumoase.

Filozofia renescentistă se definește printr-o viziune antropocentrică, prin laicizarea concepțiilor despre om, natură și realitate; apariția statelor naționale moderne, care se dezvoltă în plan social, politic și economic. Aceste mutații se datorează dezvoltării științei, a tehnicii, urbanizarea și apariția unei burghezii comerciale. Au loc marile descoperiri geografice. Se pun bazele științelor moderne ale naturii întemeiate pe experiment. Nicolaus Copernic sugerează că Pământul și celelalte planete se rotesc în jurul soarelui, Galileo Galilei cercetează cerul prin lunetă și descoperă inelele lui Saturn și sateliții lui Jupiter. Isaac Newton formulează legea atracției universale. Este inventat microscopul care oferă posibilitatea de a cerceta lumea microorganismelor. Se dezvoltă anatomia, fiziologia și embriologia animalelor, grație eforturilor savanților Marcello Malpighi, Andreas Vesalius și Wulliam Harvey.

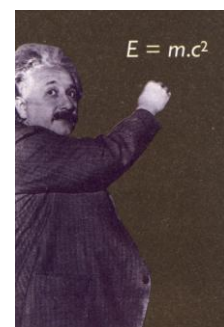
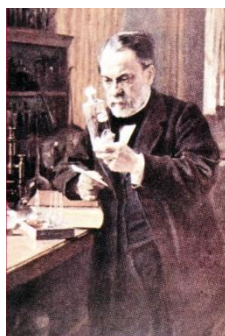
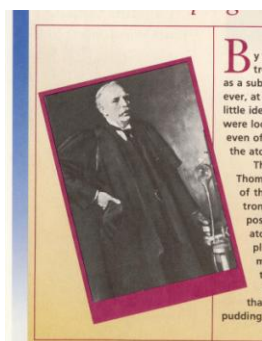
Renașterea a fost epoca marilor personalități creatoare : Leonardo da Vinci, Michelangelo, Rafael, Tiziano.



Evoluția științei a fost stimulată de interesul crescând al societății de a dezvolta forțele de producție. La sfârșitul sec. al XVIII-lea începe revoluția industrială, legată de inventarea și folosirea mașinilor-unelte și a mașinii cu aburi, care oferă posibilitatea aplicării științei în producție. În cercetare se folosesc metode experimentale, tehnologii noi, sunt create laboratoare înzestrate cu aparataj modern.

În secolul al XIX-lea se înregistrează progrese mari în dezvoltarea științei. Sunt elaborate teorii și legi în domeniul fizicii, astronomiei, matematicii, chimiei, biologiei. Savantul englez Dalton elaborează prima teorie atomistică (1808), chimistul rus Mendeleev formulează legea periodicității, potrivit căreia elementele chimice cunoscute se pot ordona după masa atomică. Este descoperită legea transformării și conservării energiei (Mayer) și este fundamentată electrodinamica clasică (Volta, Ampere). Aceste descoperiri au constituit baza dezvoltării unor ramuri noi ale tehnicii, inclusiv a electrotehnicii (N.Tesla). În domeniul biologiei este elaborată teoria celulară, se pun bazele microbiologiei, iar evoluționismul triumfă nu numai în biologie, dar și în paleontologie, geologie etc.

Secolul al XX-lea marchează începutul unei noi revoluții în științele naturii. Se fac descoperiri epocale în fizica cuantică (Planck), sunt elaborate teorii care explică structura atomului și a proceselor nucleare (Rutherford). Fizicianul german Albert Einstein (1879-1955), formulează teoria relativității generalizate (1916) conform căreia legile generale ale tuturor fenomenelor fizice sunt aceleași în toate sistemele din Univers. Tot el elaborează teoria câmpului unitar, care demonstrează că gravitația și magnetismul sunt manifestări ale aceluiași fenomen. Aceste teorii încearcă să explice structura generală a spațiului și a timpului.



Concomitent cu științele teoretice se dezvoltă și științele aplicate care au stat la baza constituirii multor ramuri ale economiei. Ca rezultat au loc progrese importante în electrificare, automatizare și chimizare, utilizarea energiei atomice. Se dezvoltă rapid biologia moleculară, genetica, selecția.

Știința contemporană progresează într-un ritm accelerat datorită utilizării metodelor moderne de cercetare, tehnologiilor informaționale și a internetului. La momentul actual există numeroase ramuri ale științei constituite în mai multe domenii: *științe sociale, științe medicale, științe tehnice, științe ale naturii* etc.

## 1.2. Scurt istoric al dezvoltării biologiei

**Biologia** este una dintre cele mai vechi științe. Ea a apărut din necesitatea de a cunoaște organismele vii. Oamenii trebuiau să memoreze și să recunoască sute de plante și animale pe care le foloseau în alimentație sau pentru vindecarea multor boli. De asemenea, erau studiate și organismele otrăvitoare, pentru a evita intoxicațiile.

Biologia ca știință s-a constituit în antichitate, în țările bazinului Mării Mediterane (Grecia, Egipt). Denumirea științei *biologia* provine de la cuvintele grecești „*bios*” – viață și „*logos*” – știință. Termenul de *biologie* a fost propus în 1802 concomitent de doi savanți: francezul Jean-Baptiste Lamarck și germanul Gottfried Treviranus.

Unul dintre primii și cei mai mari biologi a fost filozoful grec **Aristotel** (384 – 322 î. Hr.), care a lăsat posterității mai multe lucrări în domeniul biologiei, dintre care sunt cunoscute trei: una de embriologie, una de anatomie comparată și una de zoologie sistematică.

O contribuție esențială la dezvoltarea biologiei a adus marele savant suedez **Carl Linné** (1707–1778). În lucrarea sa „Sistemul naturii”, Carl Linné clasifică organismele în două regnuri: *vegetal* și *animal*. El a pus bazele sistematicii și a introdus nomenclatura binară a speciilor. Fiecare specie este denumită prin două cuvinte în limba latină. De exemplu, omul – *Homo sapiens*.



O etapă revoluționară în evoluția biologiei o constituie apariția lucrărilor marelui naturalist englez **Charles Darwin** (1809–1882). În cartea sa „Originea speciilor”, publicată în 1859, Darwin își expune concepția despre evoluția organismelor vii. Teoria evoluționistă creată de Darwin a avut o importanță foarte mare pentru dezvoltarea ulterioară a biologiei.

Etapa modernă în dezvoltarea biologiei începe odată cu descoperirea de către biochimistul englez **Francis Crick** și biologul american **James Watson**, în anul 1953, a structurii spațiale a acidului dezoxiribonucleic (ADN). Ei au demonstrat rolul ADN în păstrarea și transmiterea caracterelor ereditare ale organismelor. Această descoperire a impulsionat activitatea științifică a savanților biologi. În scurt timp au fost realizate descoperiri în multe ramuri ale biologiei: genetică, selecție, biologie moleculară, inginerie genetică etc.



Unul dintre cei mai mari savanți biologi din epoca modernă a fost medicul și biologul american de origine română **George Emil Palade** (1912-2008). După absolvirea Universității din București, emigrează în SUA unde lucrează în calitate de cercetător științific și profesor la câteva universități prestigioase. Principala temă de studiu a fost mecanismul celular al biosintezei proteinelor. Descoperă ribozomii (corpusulii Palade), organite la nivelul cărora are loc acest proces. George Palade este singurul profesor român laureat al Premiului Nobel (1974). În anul 1961 a fost ales membru al Academiei de Științe a SUA.

### **1.3. Ramurile biologiei**

Există peste 150 de ramuri ale biologiei contemporane. Unele din ele vă sunt cunoscute de la lecțiile de biologie. De exemplu, **botanica** – știința despre plante, **zoologia** – știința despre animale. Botanica și zoologia reprezintă cele mai vechi ramuri ale biologiei. Ulterior, de la ele s-au format ramuri noi, dintre care cele mai cunoscute sunt următoarele:

**Anatomia** – știința ce studiază structura internă a organismelor.

**Fiziologia** – știința despre funcțiile vitale ale organismelor.

**Ecologia** studiază relațiile dintre organisme și mediu.

**Genetica** – știința despre ereditatea și variabilitatea organismelor.

**Citologia** – știința care studiază structura și funcțiile celulelor.

**Histologia** are obiectul de studiu țesuturile.

**Embriologia**-studiază dezvoltarea embrionară a organismelor

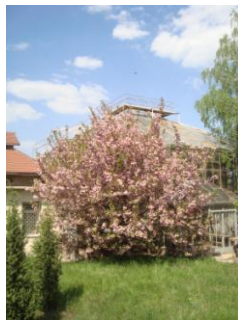
**Sistematica** – știința ce se ocupă cu clasificarea organismelor vii în grupe ierarhizate după gradul lor de evoluție.

#### 1.4. Dezvoltarea științelor biologice în Republica Moldova

Particularitățile geografice, climaterice și economice ale Republicii Moldova au determinat dezvoltarea cu prioritate a științelor biologice și agricole. În ultimii 60 de ani cercetări științifice în domeniul biologiei s-au efectuat atât în institutele de profil ale Academiei de Științe (înființată în 1961), cât și în instituțiile de învățământ superior din Republica Moldova.



La studierea plantelor spontane și de cultură și-au adus contribuția cercetătorii de la Grădina Botanică a Academiei de Științe. Sunt cunoscute și apreciate realizările academicianului Alexandru Ciubotaru și colaboratorilor săi în domeniul *embriologiei plantelor*. Cercetări științifice importante în *paleobotanică* și *sistematica plantelor* au fost efectuate de echipa laboratorului condus de academicianul Andrei Negru.



Biologia și *sistematica algelor*, utilizarea lor la purificarea apelor reziduale sunt domeniile de cercetare ale colectivului de savanți condus de academicianul Vasile Șalaru.

Academicianul Boris Matienco este primul savant din Republica Moldova care a implementat *microscopia electronică* și a efectuat cercetări importante în domeniul *anatomiei plantelor*.

Rolul factorilor de mediu asupra procesului de *fotosinteză*, *rezistența plantelor la secetă* și *ger* sunt temele de cercetare ale grupului de savanți condus de academicianul Gheorghe Șișcanu.

Cercetătorii din laboratorul condus de academicianul Simion Toma au publicat lucrări valoroase privind *rolul microelementelor în creșterea și dezvoltarea plantelor de cultură*.



Colaboratorii Institutului de Genetică, folosind tehnologii moderne, au creat noi *soiuri* de plante de cultură (tomate, castraveți, grâu). A fost creată Banca Națională a Resurselor Genetice, care astăzi include cca 10000 de genotipuri.

Investigații importante în domeniul *ornitofaunei* Republicii Moldova au fost efectuate de academicianul Ion Ganea. Academicianul Ion Toderaș și colaboratorii săi au publicat valoroase lucrări științifice în domeniul *hidrobiologiei*, ameliorării unor specii prețioase de pești. Influența *stresului* asupra dezvoltării animalelor este domeniul de activitate științifică a academicianului Tudor Furdui.

Realizările academicianului Vasile Micu în studierea *geneticii porumbului* și ale lui Mifodie Lupașcu în *ameliorarea speciilor de plante furajere* au jucat un rol important la dezvoltarea agriculturii în Republica Moldova.

Cercetările științifice în domeniul *microbiologiei* și *biotehnologiei* realizate de savanții conduși de academicianul Valeriu Rudic sunt mult apreciate în țară și peste hotare. La dezvoltarea *ecologiei* și *protecției mediului* în Republica Moldova și-a adus contribuția academicianul Ion Dediu și colaboratorii săi.

## **Tema 2. Însușirile generale ale materiei vii**

### **2.1. Ce este viața ?**

De la lecțiile din anii precedenți cunoașteți că *Natura* constituie totalitatea corpurilor ce ne înconjoară. Ea cuprinde atât corpurile naturale terestre, cât și corpurile cerești (stele, planete, asteroizi). De asemenea cunoașteți, cu siguranță, că toate corpurile naturale și artificiale sunt formate din *substanțe*. Moleculele de substanțe iau naștere în urma interacțiunii unor particule mai mici, numite *atomi*.

**Materia (substanța universului) reprezintă realitatea obiectivă, existentă independent de conștiință.** Savanții presupun că în Univers nu există nimic în afara Materiei, a formelor ei de manifestare (câmpuri fizice, particule de substanțe etc.). Materia este veșnică și se află în continuă mișcare, transformare și dezvoltare într-un spațiu infinit.

### **Viața este o formă calitativ nouă de existență (mișcare) a Materiei universale.**

Nu cunoaștem deocamdată în detalii unde, când și în ce condiții au apărut primele organisme vii. Putem însă afirma cu certitudine că viața este unul dintre cele mai miraculoase și complexe fenomene ale Universului. Datele privind fizica și chimia vieții ne arată că viața este inerentă Universului.

În urma investigațiilor complexe, savanții au tras concluzia că Materia este organizată sub formă de sisteme care s-au constituit în spațiu și timp. **Sistemul reprezintă un ansamblu de elemente legate prin conexiuni și interacțiuni reciproce care contribuie la menținerea lui ca un tot întreg.** Imensul șir de sisteme ale Universului de la atomi până la macrocosmos, de la bacterii până la individul uman, de la biocenoză până la biosferă, se prezintă într-o uimitoare ordine, o ierarhie naturală în care fiecare element își are poziția și funcția sa exactă.

### **2.2. Însușirile generale ale materiei vii**

Materia vie are mai multe însușiri care, în ansamblu, o deosebesc de materia nevie.

#### **Unitatea compoziției chimice și structurii organismelor vii**

În compoziția chimică a materiei vii predomină practic aceleași elemente chimice. Circa 98% din conținutul substanței vii le revin elementelor organogene (H, C, O, N). Atât macroelementele, cât și microelementele joacă roluri foarte importante în viața organismelor. Investigațiile savanților au demonstrat că aceleași elemente chimice sunt regăsite și în structura scoarței terestre, dar în raport diferit. La nivelul celulei, elementele chimice sunt organizate în substanțe anorganice și organice.

Din substanțele anorganice, apa și sărurile minerale sunt cele mai importante, indispensabile vieții. În organismele vii apa se conține în proporție de 70-80%, fiind cea mai solicitantă substanță. Apariția și existența vieții este condiționată de prezența apei în stare lichidă și a sărurilor minerale.

Substanțele organice din care sunt construite organismele vii, în linii mari, sunt asemănătoare. Principalele grupe de compuși organici din celulă sunt: proteinele, acizii nucleici, glucidele, lipidele. Ele îndeplinesc funcții structurale, metabolice, genetice etc.

Toate organismele vii (cu excepția virusurilor) au organizare celulară. Asemănările celulelor tuturor organismelor ne vorbesc despre unitatea materiei vii. Existența unor deosebiri în

compoziția chimică, structura și funcțiile celulelor este rezultatul evoluției divergente a viețuitoarelor. Analizând structura celulei și procesele vitale (biosinteza, respirația, reproducerea celulară) constatăm că acestea sunt cu atât mai asemănătoare, cu cât speciile studiate sunt mai înrudite.

**Schimbul de substanțe și energie.** Între organism și mediu are loc un permanent schimb de substanțe și energie. Această însușire, comună pentru toate sistemele naturale deschise, este totodată și condiția esențială a existenței organismelor vii. Substanțele nutritive necesare organismului sunt preluate din mediul extern sau intern (țesuturi). La nivelul celulelor și organelor, aceste substanțe sunt transformate și folosite la construcția propriilor structuri sau ca sursă de energie pentru desfășurarea funcțiilor vitale. Compușii (metaboliții) toxici sau în surplus sunt depozitați sau eliminați din organism. Energia este înmagazinată sub forma legăturilor fosfo-macroergice ale compușilor celulari ATP și fosfocreatină.

Așadar, **schimbul de substanțe și energie** este un fenomen complex și include, pe lângă **metabolism** (totalitatea transformărilor biochimice și energetice din celulă), **și procesele de pătrundere și eliminare a substanțelor și energiei, precum și depozitarea rezervelor sub formă de compuși chimici în celule și organe.**

Atât în celulă cât și în organism, au loc permanent diferite reacții biochimice de oxidoreducere care, în ansamblu, constituie procesele de asimilație (*anabolice*) și dezasimilație (*catabolice*). *Anabolismul* include procese de sinteză a substanțelor organice proprii cu înmagazinare de energie, de exemplu, fotosinteza, biosinteza proteinelor etc. *Catabolismul* constituie totalitatea proceselor de descompunere a substanțelor organice cu eliberare de energie, de pildă, oxidarea glucidelor, lipidelor etc. Aceste procese sunt strâns legate între ele și depind direct de factorii din mediul extern și intern. Mecanismele moleculare ale metabolismului sunt asemănătoare indiferent de natura organismului. Ele constituie argumente convingătoare a unității și diversității materiei vii.

**Autoconservarea** (homeostazia) este însușirea organismelor de a-și menține între anumite limite compoziția chimică, structura și funcțiile organelor. Această însușire ajută organismele să supraviețuiască în condițiile în care factorii de mediu sunt în continuă schimbare. De exemplu, o balenă își menține relativ constantă cantitatea de apă, concentrația de săruri și gaze, structura și funcțiile organelor. Exemplu de autoconservare la om poate servi homeostazia glicemică-menținerea relativ constantă a glicemiei (cantitatea de glucoză în sânge) sau homeostazia termică-menținerea temperaturii constante a corpului (36,5°C). Autoconservarea se realizează prin autoreglare, o altă însușire fundamentală a organismelor vii.

**Autoreglarea.** Factorii mediului (temperatura, lumina) tind mereu să dezechilibreze integritatea structurală și funcțională a organismelor vii. Acțiunea lor este contracarată de organism prin autoreglare. Autoreglarea tinde către un scop determinat logic și anume autoconservarea și supraviețuirea organismului. La organismele animale autoreglarea se efectuează pe cale *reflexă* și *umorală*. De exemplu, reglarea temperaturii corpului, reglarea cantității de glucoză în sânge etc. Plantele, protoctistele și ciupercile nu posedă sistem nervos, iar autoreglarea acestor organisme se realizează doar pe cale umorală cu ajutorul substanțelor chimice (hormoni).

**Iritabilitatea.** Organismele vii răspund adecvat, prin diferite reacții la acțiunea factorilor din mediu. De exemplu, la atingere melcul își retrage tentaculele, o plantă își orientează frunzele spre lumină, rădăcina crește în sensul de acțiune al forței de gravitație. Spre deosebire de animale, plantele și ciupercile răspund mai lent la acțiunea factorilor din mediu datorită modului specific de viață. Iritabilitatea este specifică nu numai organismelor, dar și celulelor și țesuturilor vii. Această însușire ajută organismele vii să se adapteze la mediul de trai.

**Mișcarea.** Majoritatea animalelor și o parte de protoctiste și procariote se deplasează activ în mediul de trai, pentru a se hrăni, a se apăra și a se înmulți. Plantele și ciupercile, fiind organisme fixe, nu se pot deplasa, dar la ele se poate observa mișcarea de creștere a organelor, deschiderea florilor etc. Mișcarea este caracteristică și pentru citoplasmă, organite celulare, pentru unii gameți și spori.

**Autoreproducerea** este însușirea organismelor vii de a lăsa urmași. Datorită acestei însușiri are loc perpetuarea vieții pe pământ. Există două tipuri de reproducere a organismelor vii: *asexuată* și *sexuată*. Prin reproducerea *asexuată* noii indivizi se dezvoltă dintr-o celulă sau dintr-un grup de

celule, fără a se forma gameți. De exemplu, prin *diviziune celulară* (la organismele monocelulare), prin *înmugurire* (la ciupercile de drojdie, la hidră), prin organe vegetative (la plante), prin spori (la alge, ciuperci, plante).

Reproducerea *sexuată* se caracterizează prin formarea celulelor reproducătoare (*gameți*), fuziunea lor în procesul de *fecundație* și formarea *zigotului* din care, prin diviziuni celulare succesive, se dezvoltă un nou organism. Reproducerea sexuată este prezentă la majoritatea organismelor și, spre deosebire de cea asexuată, generează variabilitatea speciei.

**Creșterea și dezvoltarea.** Având ca sursă plastică și energetică metabolismul, organismele vii cresc și se dezvoltă. *Creșterea* organismului are la bază mărirea numărului de celule și a volumului acestora, datorită procesului de asimilație. *Dezvoltarea* este un fenomen complex, care începe cu formarea zigotului și include mai multe etape în creșterea și formarea organismului matur. De exemplu, dezvoltarea organismelor superioare are la bază înmulțirea, creșterea și diferențierea celulelor în țesuturi și organe (citodiferențierea și morfogeneza). Atât creșterea cât și dezvoltarea organismelor este programată genetic, dar modelată de factorii mediului de viață.

**Ereditatea este însușirea organismelor vii de a păstra și de a transmite caracterele de-a lungul generațiilor de la părinți la descendenți.** De exemplu, moștenirea culorii ochilor la om, moștenirea formei aripilor la muscușii de oțet, moștenirea culorii florilor la mazăre etc.

Informația necesară pentru realizarea caracterelor unui individ constituie informația ereditară (genetică) a individului dat. Această informație se păstrează în cromozomi sub formă de secvențe liniare de nucleotide ale moleculei de ADN, numite gene. Un cromozom poate să conțină câteva zeci sau chiar sute de gene. Datorită eredității este asigurată unitatea lumii vii de-a lungul erelor geologice.

**Variabilitatea este proprietatea organismelor vii de a dobândi caractere noi sub acțiunea factorilor mediului.** Datorită variabilității există deosebiri fenotipice și genotipice ale indivizilor aceleiași specii sau dintre specii diferite.

În natură apar în mod spontan indivizi cu însușiri deosebite, numite variații individuale. De exemplu, părinții au ochi căprui, iar copilul are ochi albaștri, muscușii drozofila cu aripi lungi are urmași cu aripi scurte, o lea cu floare roșie poate avea descendenți cu flori roze, galbene sau alte culori. Variabilitatea asigură adaptarea organismelor la condițiile mediului de viață și are o importanță foarte mare în procesul evolutiv.

**Evoluția biologică este dezvoltarea istorică ireversibilă a organismelor vii prin acumularea variațiilor ereditare folositoare datorită selecției naturale.** Organismele nu au fost create de o forță supranaturală. Ele apar pe cale naturală, încet și permanent se modifică structural și funcțional în corespundere cu condițiile concrete ale mediului de viață. Principalele forțe motrice ale evoluției sunt: variabilitatea, ereditatea, lupta pentru existență și selecția naturală. Așadar, în urma procesului evolutiv are loc creșterea treptată a nivelului de organizare a ființelor vii, sporirea adaptabilității organismelor la condițiile de viață, care pot duce la formarea de noi varietăți de organisme sau unități sistematice (specii, genuri, clase).

În concluzie, materia vie este unică și constituie rezultatul evoluției îndelungate a materiei universale. Prin urmare, succesul cercetărilor științifice depinde eminent de respectarea următorului postulat: natura, materia, toate formele lor de manifestare, inclusiv fenomenul vieții, pot fi studiate și înțelese în întreaga lor complexitate și diversitate, doar cunoscând și aplicând principiile evoluționismului.

### 2.3. Metodele științifice de cercetare

Studiul naturii este un proces complex. Succesul investigațiilor depinde mult de alegerea și utilizarea corectă a metodelor științifice de cercetare, elaborate de-a lungul anilor de savanți. Primul pas în cunoașterea corpurilor și fenomenelor naturale este *observarea*. Datele obținute în urma observărilor se generalizează și se clasifică. La această etapă apar multe întrebări și, pentru a răspunde la ele, se formulează *ipoteze*. Următorul pas în cercetare constă în realizarea unor *experimente* pentru verificarea ipotezelor. În cazul în care experimentele confirmă una din ipoteze, celelalte se exclud și se trece la următoarea etapă – crearea unei *teorii* și, ulterior, a unei *legi* care să ofere explicații tuturor fenomenelor din domeniul dat. Să urmărim un exemplu de cercetare științifică:



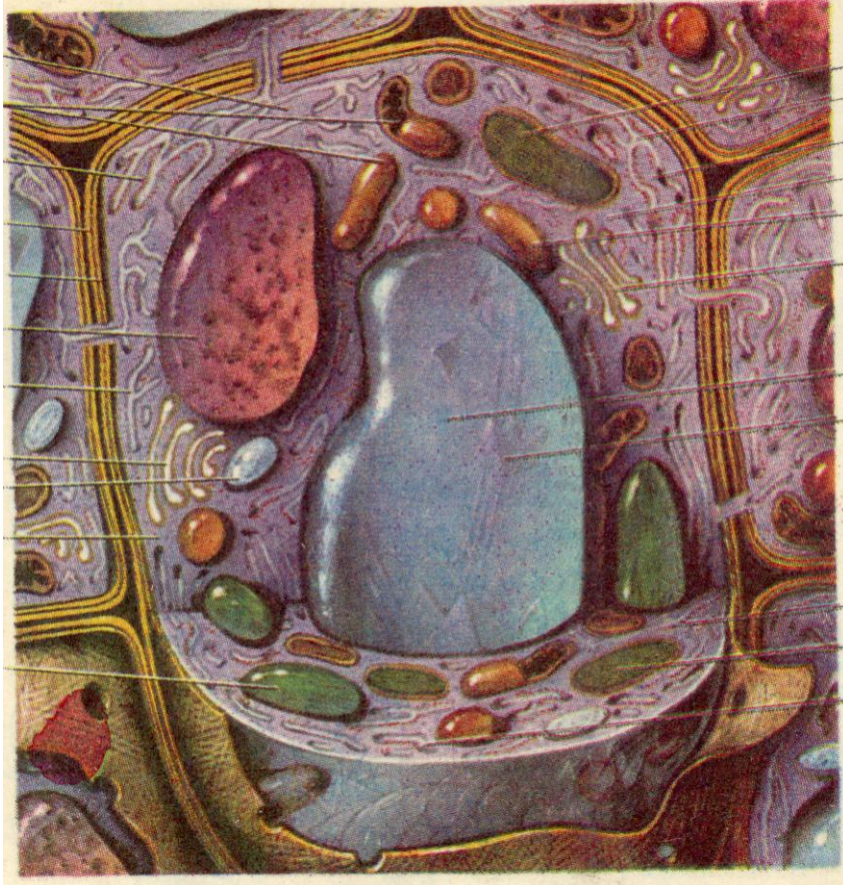
- Oamenii au observat că pe cadavre apar larve de insecte.
- Unii dintre ei și-au pus întrebarea de unde apar aceste larve.
- Un savant a încercat să răspundă la întrebare formulând câteva ipoteze:
  - ◆ larvele apar din carnea putredă;
  - ◆ larvele se formează din sol;
  - ◆ larvele eclozionate din ouăle depuse de insecte.
- Pentru a verifica ipotezele, savantul italian Francesco Redi a efectuat următorul experiment: a luat două borcane în care a introdus câte o bucată de carne. Unul din borcane l-a acoperit cu tifon, iar pe celălalt l-a lăsat descoperit. Peste câteva săptămâni a observat că pe carnea din borcanul descoperit au apărut larve de muște. În urma acestui experiment, savantul a tras concluzia că larvele au eclozionat din ouăle depuse de muște.
- După o serie de experimente a fost creată o teorie științifică, conform căreia în condiții obișnuite, organismele vii nu pot apărea prin generație spontană. Ele apar numai în urma reproducerii organismelor preexistente. Această teorie ne ajută să înțelegem de unde apar organismele vii, inclusiv omul.

## Capitolul 2. Organizarea celulară a organismelor vii

Tema 1. Compoziția chimică a celulei

Tema 2. Metode și tehnici pentru studiul celulelor

Tema 3. Alcătuirea celulei eucariote



# Tema 1. Compoziția chimică a celulei

## 1.1. Elementele chimice

Sunt cunoscute peste 110 elemente chimice. Majoritatea din ele sunt naturale și doar un număr mic de elemente au fost sintetizate în laborator.

Scoarța Pământului conține 92 de *elemente chimice* naturale. În organismele vii se găsesc majoritatea din ele, unele fiind întâlnite în mod obligatoriu, altele – doar la unele specii. S-a constatat că organismele vii nu utilizează toate elementele chimice care pot fi întâlnite constant în celule. În funcție de conținutul cantitativ din organismele vii, elementele chimice se clasifică în: *macroelemente* (au conținutul mai mare de 0,01%) și *microelemente*. Din totalitatea elementelor conținute în organismele vii, circa 98% alcătuiesc O, C, H, N. Elementele respective, numite și *organogene*, sunt prezente în materia vie datorită însușirilor fizico-chimice specifice:

- atomii acestor elemente pot forma legături covalente trainice;
- atomii de carbon pot forma legături covalente cu elementele O, H, N, P, S și cu alte elemente, iar substanțele ce se obțin sunt diverse (baze, acizi, săruri, proteine, lipide, glucide, acizi nucleici, ATP), cu multiple însușiri chimice;
- atomii de carbon au însușirea de a se uni prin legături covalente (simple, duble, triple) și de a forma catene (lanțuri) liniare sau ciclice.

*Microelementele* joacă un rol important în procesele metabolice din organismele vii. Multe microelemente (Mg, Fe, I, F, Cu, Zn, Mn, Mb, Co) fac parte din structura unor enzime, intră în compoziția multor hormoni, vitamine, pigmenți (clorofila, hemoglobina) etc. Insuficiența sau surplusul de microelemente afectează creșterea normală și metabolismul organismelor vii. De exemplu, insuficiența iodului în organismul uman provoacă gușa (patologie a glandei tiroide), lipsa fluorului duce la apariția cariilor dentare, iar insuficiența manganului încetinește creșterea și formarea oaselor.

La nivelul celulei, elementele chimice sunt organizate în *substanțe anorganice* și *organice* cu roluri importante în procesele metabolice. Cele mai reprezentative sunt substanțele organice care constituie aproximativ 90% din compoziția masei uscate a celulei. Substanțelor anorganice le revin circa 10%.

## 1.2. Substanțele anorganice. Apa și sărurile minerale

**Apa** este una dintre cele mai răspândite substanțe de pe Pământ. Ea reprezintă cel mai important compus anorganic care determină activitatea vitală a organismelor. În organismele vii apa se conține în proporție de 70–80%, fiind cea mai solicitată substanță. Însușirile specifice sunt determinate de particularitățile structurii moleculelor de apă și de interacțiunea dintre ele: molecula de apă este relativ mică și este polară (formează dipol); moleculele de apă se unesc prin *legături de hidrogen* care se rup și se refac în permanență.

Apa lichidă din organismele vii poate fi liberă (circa 95%) sau legată (5%). Apa liberă reprezintă solventul de bază al sistemelor biologice. Apa legată este reținută de forțele legăturilor de hidrogen (sau alte tipuri de legături chimice) ori este imobilizată în structurile fibrilare ale macromoleculelor.

### Rolul apei în organismele vii

- Apa este un **solvent** foarte bun pentru substanțele solubile sau *hidrofile* (săruri, baze alcaline, acizi). Fiind polare, moleculele de apă interacționează activ cu particulele încărcate electric ale substanțelor solubile și grăbesc dizolvarea lor. În soluții apoase, ionii sunt înconjurați de molecule de apă, formând *ioni hidratați*. Substanțele organice insolubile sau *hidrofobe* (grăsimile) formează în apă soluții coloidale, suspensii și *emulsii*.

- Apa asigură fenomenul de **osmoză** și participă la realizarea stării de **turgescență** a celulei.

- Apa servește ca **mediu de transport** pentru diverse substanțe din celulă, din sânge etc.

- **Fenomenul capilarității**. Datorită forței de atracție dintre moleculele de apă (numită coeziune) și adeziunii la suprafața vasului, apa se ridică prin vasele lemnoase din plante, printre particulele de sol.

- Apa este un **reactiv chimic** și participă la multe reacții biochimice (de exemplu, la fotosinteză).

- În reacțiile chimice apa este *sursa* cea mai importantă *de ioni* de  $H^+$  și  $OH^-$ .

**Sărurile minerale.** În organismele vii, sărurile minerale se află sub formă *ionică*, mai rar *moleculară*. Cei mai importanți *cationi* și *anioni* sunt:  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $H^+$ ,  $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $NO_3^-$ . Sărurile minerale îndeplinesc în organism importante funcții vitale:

- ele joacă rolul principal în *polarizarea* membranei celulare; apariția și propagarea impulsului nervos;

- de concentrația sărurilor minerale din citoplasmă depinde direcția de *mișcare* a apei prin membrana celulară;

- o parte din ioni ( $H_2PO_4^-$ ,  $HPO_4^{2-}$ ) formează *soluții-tampon* care asigură păstrarea reacției optime (pH) a citoplasmei și a mediului intern al organismului;

- unele săruri insolubile (fosfații de calciu, carbonatul de calciu) se depun în țesutul osos, în cochiliile moluștelor, îndeplinind *funcția mecanică*.

### 1.3. Substanțele organice

Compușii organici din celule pot fi grupați în: substanțe organice cu molecula mică (aminoacizi, monozaharide, acizi grași) și substanțe organice macromoleculare (proteine, acizi nucleici, polizaharide). Cele mai reprezentative substanțe organice din materia vie sunt proteinele, acizii nucleici, glucidele, lipidele, ATP-ul.

#### Proteinele

**Proteinele** constituie cel mai important și cel mai mare grup de compuși macromoleculari naturali indispensabili vieții. Moleculele de proteină sunt alcătuite din una sau mai multe *catene polipeptidice* care rezultă din *polimerizarea* (unirea) *aminoacizilor*.

**Aminoacizii** sunt substanțe solide, cristaline, ușor solubile în apă. Molecula unui aminoacid conține două grupe funcționale: grupa carboxil  $-COOH$ , cu proprietăți acide și grupa aminică  $-NH_2$ , cu proprietăți bazice.

Aminoacizii au proprietatea de a se uni prin legături peptidice și de a forma substanțe macromoleculare, numite peptide. În urma reacției dintre doi aminoacizi se obține o dipeptidă. Dacă la reacție participă mai mulți aminoacizi, se formează o polipeptidă. În moleculele de proteină numărul de aminoacizi poate varia de la câteva zeci până la câteva mii.

În organismele vii au fost descoperiți peste 150 de aminoacizi, care îndeplinesc diverse funcții. S-a constatat că în compoziția proteinelor se întâlnesc doar douăzeci de aminoacizi. Plantele, algele și majoritatea microorganismelor sintetizează toți aminoacizii ce intră în compoziția proteinelor. În organismele animale se sintetizează doar o parte de aminoacizi, numiți *neesențiali*, iar restul (esențiali) sunt preluați din hrana vegetală.

Organismele vii conțin un mare număr de proteine. Diversitatea proteinelor este determinată de numărul și succesiunea aminoacizilor în catenele polipeptidice. Informația despre structura primară a proteinelor din organism este codificată în molecula de ADN cromozomială.

Proteinele pot fi clasificate în: *globulare* și *fibrilare*, *simple* și *complexe*.

**Proteinele globulare** sunt solubile în apă și în soluții de electroliți, iar moleculele lor sunt compacte, de formă ovală. De exemplu: *albuminele*, *globulinele*, *enzimele*. **Proteinele fibrilare** sunt insolubile în apă și în soluții de electroliți, iar moleculele constau din catene polipeptidice aranjate paralel în formă de fibră. De exemplu: *colagenul*, *keratina*, *fibrina*.

Moleculele proteinelor *simple* sunt alcătuite doar din catene polipeptidice, iar ale celor *complexe* (conjugate) conțin și alte grupări neproteice (lipide, glucide). De pildă, *lipoproteine*, *glicoproteine*, *metaloproteine*.

#### Structura proteinelor

Proprietățile proteinelor sunt determinate nu numai de succesiunea aminoacizilor în catenele polipeptidice, dar și de conformația tridimensională (structura spațială) a moleculelor. În funcție de gradul de conformație a moleculei, se deosebesc mai multe niveluri de organizare structurală a moleculei proteice: *primară*, *secundară*, *terțiară* și *cuaternară*.

*Structura cuaternară* presupune aranjarea în spațiu a câtorva catene independente de proteine, constituind o macromoleculă funcțională. De exemplu, hemoglobina la vertebrate este formată din patru catene polipeptidice, strâns unite între ele, și patru grupări hen.

#### **Proteinele îndeplinesc în organism mai multe funcții:**

- *Structurală*. Proteinele sunt componente structurale ale membranelor biologice (elementare), ale pereților vaselor sangvine etc.
- *Catalitică*. Proteinele enzime îndeplinesc funcția de catalizatori biologici (de pildă, amilaza, zaharaza).
- *De transport*. Unele proteine specializate (de exemplu, hemoglobina) transportă anumite substanțe (gaze, ioni) în diferite locuri ale celulei sau ale organismului.
- *Energetică*. La scindarea proteinelor se eliberează energie.
- *Imună*. Imunoglobulinele (anticorpții) protejează organismul de agenții patogeni.
- *Contractilă*: Mișcările executate de celulele animale se datoresc proteinelor contractile actina și miozina din fibrele musculare.

#### **Enzimele**

**Enzimele** sunt proteine globulare sintetizate de celulele vii și care îndeplinesc funcția de *biocatalizatori*. Cu ajutorul lor, în organism se produc mii de reacții biochimice de scindare și de sinteză.

**Energia de activare și rolul enzimelor.** Cunoașteți că reacția de ardere a unui chibrit începe dacă acesta este încălzit, cheltuindu-se o cantitate oarecare de energie, care se numește *energie de activare*. Rolul enzimelor este de a micșora energia de activare necesară pentru declanșarea unei reacții chimice. De asemenea, enzimele măresc viteza reacțiilor chimice fără a fi necesar de a schimba temperatura mediului în care decurg reacțiile. Fiecare enzimă prezintă specificitate pentru o anumită reacție sau grup de reacții. De exemplu, *zaharaza* catalizează descompunerea dizaharidului zaharoza în fructoză și glucoză.

#### **Acizii nucleici**

Denumirea de *acizi nucleici* provine de la cuvântul latinesc “*nucleus*”, adică nucleu, deoarece au fost descoperiți pentru prima dată în nucleul celulei. Există două tipuri de acizi nucleici: **acidul dezoxiribonucleic (ADN)** și **acidul ribonucleic (ARN)**.

Moleculele de acizi nucleici sunt polimeri care rezultă prin unirea a mai multor monomeri, numiți *nucleotide*. Un nucleotid este alcătuit din trei componente care sunt radicali a trei substanțe: *bază azotată*, *zaharidă* și *acid fosforic*. În compoziția acizilor nucleici sunt prezente cinci feluri de baze azotate: *adenină (A)*, *guanină (G)*, *citozină (C)*, *timină (T)* și *uracil (U)*. Molecula de ADN conține bazele azotate A, G, C și T, iar în molecula de ARN în locul T se află U. *Zaharidele* ce intră în componența acizilor nucleici sunt dezoxiriboza și riboza. Molecula de ADN conține *dezoxiriboză*, iar ARN – *riboză*.

**Acidul dezoxiribonucleic.** Molecula de ADN este formată din două catene polinucleotidice răsucite spiralat una în jurul celeilalte. În fiecare catenă nucleotidele se unesc între ele prin legături covalente dintre dezoxiriboza unui nucleotid și restul acidului fosforic al nucleotidului următor.

Nucleotidele sunt ordonate într-o succesiune strict determinată, asemenea literelor în cuvânt. Catenele sunt unite între ele prin legături de hidrogen, care se stabilesc între bazele azotate complementare: A – T și G – C ale celor două catene. Majoritatea moleculelor de ADN se găsesc în nucleu, unde intră în compoziția cromozomilor. Un număr mic de molecule de ADN se află în mitocondrii și în cloroplastide.

**Replicarea ADN.** Procesul de sinteză a ADN poartă denumirea de *replicare* și se realizează după modelul semiconservativ. Sub acțiunea unor enzime, molecula de ADN se desface în două catene. La fiecare catenă, pe baza *complementarității*, se atașează nucleotide libere, formând o catenă nouă. Ca rezultat, se obțin două molecule identice de ADN, fiecare fiind constituită dintr-o catenă veche (cu rol de matrice) și una nouă, sintetizată.

- ADN joacă un rol esențial în păstrarea și transmiterea caracterelor ereditare ale organismelor.

**Acidul ribonucleic.** Spre deosebire de ADN, ARN este format dintr-o singură catenă polinucleotidică, conține baza azotată uracil (U) în locul timinei (T), iar zaharida este riboza.

Sinteza ARN se realizează în nucleu, iar în calitate de matrice servește o catenă a moleculei de ADN. În compoziția celulei se întâlnesc trei tipuri de acizi ribonucleici: ARN *ribosomal* (ARNr), ARN *mesager* (ARNm) și ARN de *transfer* (ARNt).

- ARN ribosomal constituie componentul principal al ribozomilor, iar ARN mesager și ARN de transfer îndeplinesc funcții importante în biosinteza proteinelor.

## Glucidele

**Glucidele (zaharidele sau hidrații de carbon)** sunt alcătuite din carbon, hidrogen și oxigen. Ele se clasifică în glucide simple (monozaharide) și glucide compuse (dizaharide și polizaharide).

**Monozaharidele și dizaharidele** sunt substanțe solide, cu gust dulce, ușor solubile în apă. Cele mai comune monozaharide sunt *hexozele* (glucoza și fructoza) și *pentozele* (riboza și dezoxiriboza). *Glucoza* și *fructoza* se conțin în fructe, semințe, sânge. Hexozele și dizaharidele constituie una din principalele *surse de energie* pentru organismele vii. *Riboza* și *dezoxiriboza*, după cum cunoașteți, intră în compoziția acizilor nucleici.

Cele mai importante dizaharide pentru activitatea vitală sunt: *zaharoza* (răspândită în celulele vegetale) și *lactoza* (prezentă în laptele mamiferelor).

**Polizaharidele** sunt compuși macromoleculari (polimeri), ale căror molecule se formează în urma unirii (polimerizării) a numeroase molecule de glucoză. Cele mai importante polizaharide sunt: *amidonul*, *celuloza* și *glicogenul*.

*Amidonul* reprezintă o pulbere albă, fără gust și miros, insolubilă în apă rece, iar în apă caldă formează soluție coloidală pe care iodul o colorează în albastru. Acest polizaharid constituie un amestec din două fracții: amiloza (20%) și amilopectina (80%). Ambele au aceeași formulă empirică  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Macromolecula de amiloză reprezintă o catenă liniară, iar molecula de amilopectină are o structură ramificată. *Amidonul* constituie principala rezervă de hrană a plantelor.

*Celuloza* este o substanță albă insolubilă în apă și alcool. Moleculele de celuloză reprezintă catene liniare. Această substanță constituie componentul principal al pereților celulelor vegetale. Este utilizată în industria textilă, la fabricarea hârtiei.

*Glicogenul* este un polizaharid solubil cu structura moleculei asemănătoare cu a amilopectinei, având ramificații mai dese. Această substanță reprezintă rezerva de glucide în celulele animale, bacteriene și fungale. În urma descompunerii glicogenului se eliberează glucoza care este folosită ca sursă de energie.

## Lipidele

**Lipidele** reprezintă o grupă importantă de substanțe organice prezente în toate organismele vii. Sunt insolubile în apă, dar solubile în solvenți organici (alcool, benzen).

În funcție de structura moleculei, se disting câteva tipuri de lipide: acizi grași, *lipide saponificabile* și *lipide nesaponificabile*.

Se numesc **acizi grași** fiindcă acești compuși fac parte din structura grăsimilor. Formula generală a acizilor grași este R-COOH. Acizii grași se clasifică în saturați și nesaturați. Lipidele de origine vegetală conțin acizi grași nesaturați (oleic, linoleic) și sunt, de regulă, în stare lichidă la temperatura camerei. Lipidele de origine animală conțin acizi grași saturați (palmitic, stearic) și sunt de obicei în stare solidă.

**Lipidelor saponificabile** le este caracteristică reacția de saponificare cu NaOH și KOH. Din această grupă fac parte gliceridele, ceridele și fosfolipidele. *Gliceridele* (grăsimile) au molecula formată din glicerol unit cu trei molecule de acizi grași superiori, de exemplu, untura, untdelemnul ș.a. *Ceridele* (ceara) sunt esteri ai acizilor grași cu alcoolii superiori. Atât ceridele vegetale cât și cele animale sunt secretate de celule speciale și formează un strat la suprafața organelor, cu rol de protecție. Albinele construiesc din ceară fagurii în care depun mierea.

Molecula unei fosfolipide este alcătuită din glicerol unit cu două molecule de acizi grași și o moleculă de acid fosforic. Ea prezintă un „cap” hidrofil și o „coadă” hidrofobă. Fosfolipidele au un important rol structural în membranele biologice.

**Lipidele nesaponificabile** (carotenoizii, xantofilele, steroizii) se deosebesc de primele prin structura moleculei care se formează din condensarea a 2-8 molecule de izopren. Bunăoară, pentru steroizi este comun nucleul steroidic. Acești compuși au o mare răspândire în organismele



reprezintă grafic componentele unei soluții adevărate, unei suspensii și emulsii. Scrie denumirea desenului și indică componentele soluțiilor respective.

## Tema 2. Metode și tehnici pentru studiul celulelor

### 2.1. Principalele etape în studiul celulei

**Citologia** (gr. kytos „celula” + lat. logos „studiu”) este o ramură a biologiei care studiază structura, dezvoltarea și funcțiile celulei. Descoperirea și studierea celulei a fost posibilă odată cu inventarea aparatelor optice de mărit (lupa și microscopul). Unul din primele *microscope* a fost construit de olandezul Zacharias Jansen (1590). În anul 1665, savantul englez Robert Hooke a realizat primele descoperiri în citologie. Studiind la microscopul pe care l-a construit preparate cu secțiuni din scoarța stejarului de plută, el a văzut niște formațiuni asemănătoare cu fagurele de albine. Savantul a numit cămăruțele *celule* (lat. *cellula* – încăpere, cameră mică). Ulterior, M. Malpighi descrie structura unor celule vegetale și animale. Pe parcursul anilor 1670–1700, olandezul Anton van Leeuwenhoek a studiat la microscop și a descris multe organisme unicelulare acvatică (bacterii, alge, flagelate, ciliate), țesuturi animale și vegetale. Perfecționarea ulterioară a microscopului a permis savantului englez Robert Brown în 1831 să descopere nucleul în celula vegetală.

Unul dintre cele mai importante evenimente în studiul celulei a fost elaborarea *teoriei celulare* de către M. Schleiden și Th. Schwann (1838–1839).

Mai târziu, în 1855, R. Virchow a confirmat ipoteza că celulele apar în urma diviziunii celulelor preexistente („omnis cellule e cellula”). Ea a constituit unul din postulatele teoriei celulare. În anul 1866 biologul german E. Haeckel a studiat și a descris principalele funcții ale nucleului. Ulterior, în 1879, W. Fleming descrie diviziunea celulelor la animale pe care o numește mitoză.

Cercetarea ultrastructurii celulelor a început după anul 1946 și se realizează cu ajutorul microscopului electronic și a noilor metode de investigație. La început au fost descoperite organele: ribozomii, reticulul endoplasmatic, lizozomii etc.

#### **Principalele postulate ale teoriei celulare:**

- celula este unitatea fundamentală structurală și funcțională a organismelor vii;
- într-un organism pluricelular, celulele se află într-o strânsă interdependență funcțională, iar viața organismului pluricelular reprezintă rezultatul activității tuturor celulelor;
- celulele tuturor organismelor sunt asemănătoare după compoziția chimică și structură;
- toate celulele apar în urma diviziunii celulelor preexistente.

### 2.2. Aparatele optice de mărit și metodele de studiere a celulelor

Studiul celulelor și a organismelor vii de dimensiuni foarte mici poate fi efectuat doar cu ajutorul aparatelor optice de mărit (lupa, microscopul). **Lupa** este cel mai simplu instrument optic alcătuit din una sau câteva lentile fixate într-o ramă. Există lupă cu mâner și lupă cu stativ.

**Microscopul** (gr. micros-mic, scopien-văd) este un aparat optic cu ajutorul căruia se poate de obținut o imagine mult mărită. Există *microscope optice* și *microscope electronice*. În laboratoarele de biologie se folosesc microscopul optice (sau fotonice). La aceste microscopul se pot studia majoritatea componentelor celulare. Microscopul electronice se utilizează în centrele științifice universitare. Ele permit studierea celor mai mici organe și molecule.

#### **Modul de lucru la microscopul optic.**

1. Așează microscopul pe masă în dreptul umărului stâng cu baza la 2 cm de la marginea mesei. Lângă el așează materialele necesare pentru lucru.
2. Pregătește microscopul pentru lucru.
  - a. Rotește *revolverul* așa ca obiectivul  $8^x$  să fie perpendicular față de *măsuță* și orientat spre orificiul ei.
  - b. Cu ajutorul *macroviziei* instalează *tubul vizual* cu obiectivul  $8^x$  la 1 cm de la suprafața măsuței.
  - c. Ridică *condensatorul* până la refuz și deschide complet *diafragma*. Privind prin *ocular*, manevrează *oglindea* în diferite planuri până când câmpul de



- vedere al microscopului nu va fi luminat puternic și uniform.
3. Ridică obiectivul și așează *preparatul* pe masa microscopului așa ca *lama* să fie deasupra orificiului măsuței și fixează-l cu *clemele*.
  4. Cu ajutorul macrovizei coboară obiectivul  $8^x$  până la 5 mm de la suprafața măsuței. Uităndu-te în ocular reglează claritatea imaginii preparatului cu ajutorul *microvizei*.
  5. Dacă dorești să schimbi obiectivul procedează astfel: ridică obiectivul, rotește revolverul și instalează obiectivul  $20^x$  sau  $40^x$  (când a ajuns la loc se aude o pocnitură). Foarte atent, uitându-te la obiectiv coboară-l până la câțiva milimetri de la suprafața lamei. Privind prin ocular rotește foarte încet microviza până vei obține imaginea clară a obiectului.
  6. După examinarea preparatului se aranjează din nou obiectivul  $8^x$  și numai după aceasta se ia preparatul de pe masă.

Pentru examinarea obiectelor la microscop se pregătesc preparate microscopice. Obiectul de cercetare poate fi o grupare de celule, un țesut viu sau mort. La pregătirea micropreparatelor se folosesc următoarele componente: obiectul de cercetare, lame și lamele de sticlă și mediul de includere a obiectului (apă, glicerină, coloranți chimici). Obiectul de cercetare poate fi folosit integru (de exemplu un spor) sau sub formă de secțiuni. Pentru obținerea secțiunilor fine materialul se solidifică în parafină. *Preparatele microscopice* pot fi temporare sau permanente (fixe).

#### **Unitățile de măsură în microscopie**

La determinarea dimensiunilor celulelor și a componentelor celulare se folosesc următoarele unități de măsură:

**milimetru** (mm) =  $10^{-3}$  m

**micrometru sau micronul** ( $\mu\text{m}$ ) =  $10^{-3}$  mm

**nanometru** (nm) =  $10^{-6}$  mm

**Angstromul** (Å) =  $10^{-7}$  mm

### **2.3. Forma și dimensiunile celulelor**

Dimensiunile celulelor variază în limite mari, însă majoritatea din ele sunt microscopice (10–100  $\mu\text{m}$ ). Forma celulelor este, de asemenea, foarte diversificată (ovală, cilindrică, stelată). Majoritatea celulelor au formă constantă datorită peretelui celular rigid, de exemplu, celulele bacteriene, fungale, vegetale. Se întâlnesc și celule cu formă variabilă, așa cum sunt protozoarele rizopode, leucocitele, celulele musculare. Această însușire este strâns legată de activitatea vitală a celulelor.

### **2.4. Tipurile de organizare celulară**

Există două tipuri fundamentale de organizare celulară: **procariot** (caracteristic bacteriilor și cianobacteriilor) și **eucariot** (comun pentru protoctiste, ciuperci, plante și animale). Caracterele distinctive ale celulei procariote sunt *organizarea structurală mai simplă* (primitivă), *lipsa nucleului individualizat* și a *majorității organitelor*. Celula eucariotă are o *organizare complexă, posedă nucleu și organite*.

## **Tema 3. Alcătuirea celulei eucariote**

### **3.1. Structura și funcțiile componentelor celulei eucariote**

#### **Membrana plasmatică**

Celula eucariotă are o organizare relativ unitară și este constituită din trei componente principale: **membrană plasmatică, citoplasmă și nucleu**.

**Fig. 32. Reprezentarea schematică a structurii celulei animale:**

1 – veziculă fagocitară; 2 – microvil; 3 – lizozom; 4 – veziculă secretoare; 5 – reticul endoplasmatic granular; 6 – ribozom; 7 – incluziune celulară; 8 – RE neted; 9 – membrană plasmatică; 10 – citoplasmă; 11 – aparat Golgi; 12 – centru celular; 13 – nucleu (a – por; b – cromatină; c – nucleol; d – membrană nucleară); 14 – mitocondrie; 15 – microtubul; 16 – vacuolă digestivă; 17 – microfilamente.

**Fig. 33. Reprezentarea schematică a structurii celulei vegetale:**

1 – perete celular; 2 – lamelă mediană; 3 – nucleu (a – nucleol; b – membrană nucleară; c – por; d – cromatină); 4 – mitocondrie; 5 – cloroplastidă; 6 – dictiozom (aparatur Golgi); 7 – por; 8 – membrană plasmatică; 9 – ribozom; 10 – RE granular; 11 – tonoplast; 12 – vacuolă; 13 – citoplasmă; 14 – RE neted; 15 – microtubuli; 16 – microfilamente; 17 – lizozomi.

**Membrana plasmatică** (plasmalema) este o peliculă fină de la suprafața citoplasmei care separă celula de mediul extern. În compoziția chimică a plasmalemei intră *lipide și proteine*.

Conform modelului *mozaicului fluid*, membrana plasmatică este formată dintr-un *bistrat lipidic* (fosfolipide, glicolipide și steroli), în care sunt amplasate molecule globulare de *proteină*.

Moleculele de fosfolipide sunt așezate cu “cozile” hidrofobe spre mijlocul stratului, iar cu „capetele” hidrofile spre exterior. Proteinele membranice pot să se găsească la suprafața stratului lipidic, pot să fie scufundate în el sau să-l penetreze. Conform acestui model, plasmalema reprezintă o structură labilă. Moleculele de proteină pot să se deplaseze în stratul fluid de lipide. Membrana plasmatică efectuează mereu mișcări oscilatorii și poate suferi diferite deformări (de exemplu, formarea pseudopodelor la amibă). Grosimea medie a plasmalemei constituie aproximativ 10 nm. Compoziție și structură similară cu plasmalema au toate membranele biologice (elementare).

*Membrana plasmatică îndeplinește mai multe funcții :*

- **apără** celula de factorii externi;
- **formează pseudopode**, contribuind la mișcarea celulei;
- **recepționează semnalele** externe și le transmite celulei;
- **asigură legătura celulelor între ele prin intermediul a diferitelor tipuri de contacte**. Pentru

celulele animale sunt caracteristice: a) *joncțiuni intercelulare strânse* care limitează trecerea substanțelor dintr-o celulă în alta și au funcția de barieră (sunt prezente la glandele endocrine, vezica biliară); b) *joncțiuni permeabile* care asigură trecerea unor substanțe, îndeplinind funcția de comunicare (rinichi, ficat, piele); c) *desmozomi (corpusculi de legătură)*, arii sau benzi care asigură rezistența mecanică a celulelor sau fixarea lor de suprafața altei structuri (celulele epiteliale, miocardului); baza structurală a desmozomilor o constituie filamentele proteice citoplasmice specifice. La celulele vegetale se întâlnesc două tipuri de joncțiuni intercelulare: *punctuațiuni și plasmodesme*.

- **menține constant** mediul intern al celulei;

- **asigură transportul** substanțelor. Prin membrana plasmatică pătrund în celulă și sunt eliminate diverse substanțe (metaboliți).

Transportul substanțelor la nivelul membranei plasmatică este de două tipuri: *pasiv și activ*.

**Transportul pasiv** este trecerea substanțelor prin membrana plasmatică fără consum de energie și se realizează prin *difuzie, difuzie facilitată și prin osmoză*.

**Difuzia** este un proces de pătrundere a particulelor unei substanțe printre particulele altei substanțe, care tind să-și egaleze concentrația în sistem. De exemplu, picurăm o picătură de cerneală într-un pahar cu apă. Vom observa că cerneala se răspândește în tot vasul. Deplasarea activă a particulelor de cerneală continuă până când concentrația lor va fi aceeași în tot vasul. Viteza de difuzie este determinată de mărimea particulelor de substanțe din sistem. Prin difuzie în celulă pătrund sau ies unele gaze (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>), unii ioni ș.a. Ușor trec prin bistratul lipidic al plasmalemei moleculele liposolubile și mai greu substanțele insolubile în lipide sau încărcate electric.

**Difuzia facilitată** constă în transportul anumitor substanțe tot de la concentrația mai mare la concentrația mai mică, dar cu ajutorul unor proteine cărăuși din plasmalema și de aceea se realizează mai rapid. Ca exemplu de difuzie facilitată poate servi transportul glucozei în celulă.

În cazul în care avem două soluții separate de o membrană semipermeabilă, constatăm un alt fenomen, numit *osmoză*.

**Osmoza** este trecerea solventului printr-o *membrană semipermeabilă* din soluția cu concentrația mai mică în soluția cu concentrația mai mare. Asemenea membrane permit să treacă numai solventul, reținând moleculele sau ionii substanței dizolvate. În celulele vii, în calitate de solvent servește apa, iar plasmalema este o membrană semipermeabilă. Deci, putem spune că la nivelul celulei osmoza este mișcarea moleculelor de apă prin membrana plasmatică. Diferența de concentrație între soluțiile de pe ambele părți ale membranei plasmatică generează o presiune, numită **presiune osmotică**. Datorită presiunii osmotice, moleculele de apă traversează membrana plasmatică. Trecerea apei prin plasmalema are loc totdeauna din soluție hipotonică (mai diluată) în soluție

hipertonică (mai concentrată). De exemplu, cunoaștem că sucul vacuolar al perilor absorbanți radiculari este mai concentrat decât soluția din sol. În ce direcție se vor mișca moleculele de apă?

**Turgescența** este o stare a celulelor vii când presiunea osmotică internă este mărită, datorită pătrunderii apei din mediul înconjurător. Dacă pe lama cu celule vegetale în stare de turgescență vom picura câteva picături de soluție hipertonică și vom analiza preparatul la microscop, vom observa că are loc micșorarea volumului citoplasmei și desprinderea plasmalemei de peretele celular, cauzată de ieșirea apei din celulă. Acest proces se numește *plasmoliză*. Înlocuind soluția hipertonică de pe lamă cu o soluție hipotonică, vom observa *deplasmoliza*, un proces invers plasmolizei, când apa pătrunde în celulă și citoplasma revine la forma inițială. Datorită forței de turgescență are loc creșterea (alungirea) celulelor vegetale.

### **Lucrare practică**

**Tema: 1.** Demonstrarea osmozei și presiunii osmotice.

**Materiale necesare:** Osmometru, soluție de zahăr de 10%, un pahar cu apă distilată.

**Mod de lucru:** Fenomenul de osmoză se poate demonstra cu ajutorul osmometrului. Turnați în osmometru soluție de zahăr de 10% și introduceți-l într-un pahar cu apă distilată. După un timp oarecare observați că nivelul lichidului din osmometru crește. Moleculele de apă din pahar se deplasează prin membrana semipermeabilă spre soluția mai concentrată din osmometru. Nivelul lichidului se va ridica până când se va egala presiunea exercitată de apa din pahar cu presiunea coloanei de lichid din osmometru. Apariția presiunii osmotice și trecerea apei prin membrana semipermeabilă este determinată de diferența de concentrație între soluțiile de pe ambele părți ale membranei

**Tema: 2.** Demonstrarea plasmolizei și deplasmolizei la celulele de ceapă.

**Materiale necesare:** Un bulb de ceapă violetă, soluție concentrată de sare de bucătărie (8-10%), un pahar cu apă, o pensetă, o pipetă, un ac de preparare, hârtie de filtru, olamășiolamelă, un microscop.

**Mod de lucru:** Tăiați longitudinal bulbul de ceapă. Cu ajutorul acului, desprindeți epiderma superioară a unei frunze cărnoase și montați o bucățică din ea într-o picătură de apă, apoi așezați peste ea o lamelă. Examinați preparatul la microscop. Observați părțile componente ale celulelor. Picurați pe marginea lamelei una-două picături de soluție concentrată de sare de bucătărie. Din partea opusă, cu ajutorul hârtiei de filtru, absorbiți apa, pentru ca soluția să-i ia locul sub lamelă. Analizați preparatul la microscop. Observați cum membrana plasmatică se desprinde de peretele celular. Fenomenul deplasmolizei îl puteți observa procedând ca și în experiența anterioară, dar picurați pe marginea lamelei una-două picături de apă distilată. Observați cum vacuolele își măresc volumul, iar membrana plasmatică revine la starea inițială.

**Transportul activ** este transportarea unor substanțe prin membrana plasmatică cu consum de energie și se realizează cu ajutorul unor proteine integrate în plasmalemă. În acest caz, substanțele sunt transportate de la concentrația mai mică la concentrația mai mare, deci împotriva gradientului de concentrație. Izvorul de energie necesară transportului activ este ATP. După mecanismul transportului activ funcționează pompa ionică (sodiu-potasiu), prin care se menține diferența de potențial electric la nivelul membranei plasmatică.

**Citoza sau transportul prin vezicule.** Acest fenomen constă în formarea unor vezicule în care sunt închise și transportate substanțe, particule materiale sau microorganisme. Există două procese prin intermediul cărora are loc transportarea macromoleculelor de proteină, polizaharidelor sau a unor bacterii și virusuri prin membrana plasmatică: din mediu în celulă (*endocitoza*) sau din celulă în mediu (*exocitoza*). Se deosebesc două tipuri de endocitoză: *pinocitoza* – ingestia de soluții și *fagocitoza* – ingestia particulelor solide. Fagocitoza este caracteristică protozoarelor, leucocitelor.

### **3.2. Peretele celular și glicocalixul**

Celulele algelor, plantelor, ciupercilor și bacteriilor prezintă pe suprafața externă a membranei plasmatică un strat mai subțire sau mai gros de glucide și alte substanțe, care sunt secretate de citoplasmă și constituie *peretele celular*.

#### **Peretele celular la celulele vegetale**

Unul din caracterele specifice ale plantelor și algelor este prezența peretelui celular celulozic. Studiind etapele de formare, putem evidenția următoarele părți ale peretelui celular: *lamela mediană*, *peretele celular primar* și *peretele celular secundar*.

*Lamela mediană* este compusă, în special, din substanțe pectice (polizaharide) și are rolul de a lega între ei pereții celulelor vecine. Ea se formează la sfârșitul diviziunii celulare, la ecuatorul celulei, în urma fuziunii veziculelor Golgi care transportă substanțe pectice.

*Peretele celular primar* se formează pe suprafața lamelei mediane în timpul creșterii celulei. El se assemblează din *microfibrile de celuloză* și *matrice* (proteine și pectine). Microfibrilele de celuloză formează carcasa peretelui celular, iar spațiile interfibrilare sunt căptușite cu matrice. Unele celule vegetale au numai perete celular primar.

*Peretele celular secundar* este mai gros și se depune spre interior de peretele celular primar. Pentru peretele secundar este caracteristică depunerea masivă de celuloză, lignină și suberină, care îi dau tărie și rigiditate. Odată cu formarea peretelui secundar, creșterea (alungirea) celulei încetează.

Pereții celulari sunt străbătuți de numeroși pori, prin care trec o mulțime de *plasmodesme* – punți citoplasmice subțiri care unesc conținutul celulelor vecine. Ele asigură o legătură funcțională continuă între celule. În viața celulei pereții celulari îndeplinesc următoarele funcții:

- dau duritate și rigiditate celulelor, țesuturilor și organelor tuturor organismelor vegetale;
- datorită pereților celulari, celulele rezistă la schimbarea presiunii osmotice;
- prin pereții celulari circulă apa și alte substanțe.

### **Glicocalixul**

Suprafața celulei animale este acoperită cu o peliculă subțire (mai mică de 1 μm), numită *glicocalix*. Această structură este formată din polizaharide și proteine secretate de celulă și absorbite pe suprafața membranei plasmice. Ea include și lanțurile laterale oligozaharidice ale glicoproteinelor și glicolipidelor din structura plasmalemei. Glicocalixul îndeplinește următoarele funcții:

- apără celula de factorii mecanici și chimici;
- participă la digestia extracelulară;
- recepționează semnalele externe, determinând mecanismul de acțiune al diferitor substanțe (hormoni, toxine);
- participă la procesele de diferențiere și formare a țesuturilor.

## **3.3. Citoplasma**

**Citoplasma** este conținutul celulei cuprins între membrana plasmatică și învelișul nuclear. Ea este formată din: *hialoplasmă* sau *matrice citoplasmatică*, *organite* și *incluziuni celulare*.

**Hialoplasma** este un mediu fluid care conține soluții de săruri minerale, de substanțe organice, acizi nucleici etc. În funcție de însușirile fiziologice ale celulei, hialoplasma poate fi în stare de *sol* (relativ fluidă) sau în stare de *gel* (puțin vâscoasă). De starea coloidală a citoplasmei depinde activitatea vitală a celulei. Bunăoară, în perioada de creștere intensă a celulei citoplasma este în stare de sol.

- Hialoplasma constituie mediul de amplasare și de mișcare a organitelor și incluziunilor celulare;
- în hialoplasmă se desfășoară multiple procese metabolice, cum ar fi glicoliza, sinteza acizilor grași, a proteinelor etc.

**Organitele** sunt componente citoplasmice cu structură și funcții caracteristice. Ele se grupează în două categorii: *organite comune* tuturor celulelor eucariote și *organite specifice*.

Din organitele comune fac parte: *reticulul endoplasmatic*, *ribozomii*, *aparatură Golgi*, *lizozomii*, *mitocondriile*, *microtubulii* și *microfilamentele*.

### **Organitele comune**

**Reticulul endoplasmatic (RE)** reprezintă un sistem de cisterne, canalicule și vezicule care se întind de la membrana nucleară până la membrana plasmatică. Membranele RE sunt similare cu membrana plasmatică și reprezintă o parte integrantă a sistemului de membrane interne. Se deosebesc două tipuri de RE: *granular* – cu ribozomi amplasați pe suprafața externă și *neted* – fără ribozomi.

- RE granular joacă un rol important în biosinteza și transportul proteinelor. Proteinele sintetizate în ribozomii amplasați pe RE sunt împachetate în vezicule și transportate la alte organite sau secretate în exterior, unde vor îndeplini anumite funcții (structurală, imună ș.a.).
- Una din funcțiile RE neted este biosinteza lipidelor și polizaharidelor cu ajutorul enzimelor specifice.

- RE participă la formarea vacuolelor.

**Ribozomii** (granulele Palade) sunt organite foarte mici, lipsite de membrană, prezente în toate celulele vii. Pot fi observați în hialoplasmă sau fixați pe membrana RE. Fiecare ribozom este format din două subunități: mare și mică. În compoziția ribozomilor intră ARNr și proteine (în raport 1:1). Ribozomii se formează în nucleu, în regiunea nucleolului.

- Ribozomii participă la biosinteza proteinelor. Procesul de sinteză a proteinelor se efectuează doar atunci când ribozomii sunt uniți printr-o moleculă de ARNm în poliribozomi.

**Aparatul Golgi** constă dintr-un teanc de cisterne, de la care pornește un sistem de canalicule cu vezicule. În celulele vegetale se găsesc mai multe teancuri de cisterne, numite *dictiozomi*. Totalitatea dictiozomilor alcătuiesc aparatul Golgi. Cisternele aparatului Golgi se formează prin contopirea veziculelor desprinse de la RE. De pe partea opusă a teancului de cisterne se detașează vezicule Golgi cu diverse substanțe care migrează în citoplasmă.

- În aparatul Golgi are loc acumularea și prelucrarea (maturizarea) unor substanțe (proteine, lipide) sintetizate în RE sau pătrunse din afara celulei.
- Substanțele maturizate sunt împachetate în vezicule și transportate în celulă sau secretate la exterior.
- Aparatul Golgi este implicat în biosinteza polizaharidelor.
- Acest organit participă și la formarea peretelui celular la alge, plante și ciuperci.

**Lizozomii** sunt organite veziculoase ce se desprind de la aparatul Golgi și RE și conțin enzime digestive. Sunt caracteristici celulelor animale și multor celule vegetale. Lizozomii îndeplinesc mai multe funcții:

- *Digestia* substanțelor sau a particulelor înglobate de celulă. Veziculele cu substanțe sau particule străine se contopesc cu lizozomii primari, formând *lizozomi secundari* (vacuole digestive). Sub acțiunea enzimelor, în lizozomii secundari are loc digestia hranei sau distrugerea agenților patogeni.
- *Autofagia*, un proces de degradare a substanțelor sau a organitelor proprii în vacuolele autofage.
- *Secreția fermenților*. În unele cazuri, fermenții din lizozomii primari sunt secretați la exteriorul celulei. De exemplu, secreția enzimelor de către celulele glandelor stomacale.
- *Autoliza*. În acest caz, membrana lizozomilor se lizează, fermenții nimeresc în citoplasmă, producând autolizarea celulei. Autoliza are loc în cazul necesității autodistrugerii celulei, a unor țesuturi sau organe. De exemplu, autoliza celulelor în cazul reabsorbției cozii la unii amfibieni.

**Mitocondriile** sunt organite cu o structură complexă, de formă ovală sau sferică. Se găsesc în toate celulele eucariote, fiind în număr mai mare în celulele hepatice și musculare, care necesită mai multă energie.

O mitocondrie este formată din: *înveliș, sistemul de criste și matrice mitocondrială*.

*Învelișul mitocondrial* este alcătuit din două membrane elementare (externă și internă) separate printr-un spațiu. Membrana externă este netedă, iar cea internă formează numeroase cute care în ansamblu alcătuiesc sistemul de criste. În membrana internă se localizează complexul enzimatic ATP-sintetază, cu ajutorul căruia are loc sinteza de ATP.

*Matricea mitocondrială* reprezintă o structură fluidă care umple cavitatea internă a organitului. Ea conține proteine, lipide, glucide, enzime, apă, ioni etc. În matrice se mai găsesc molecule de ADN, ARN și ribozomi de tip procariot. În mitocondrii se realizează sinteza unor proteine cu ajutorul ribozomilor și a enzimelor din matrice, folosind informația genetică a ADN-ului mitocondrial.

Spre deosebire de alte organite, mitocondriile se pot *autoreproduce*.

- În mitocondrii are loc oxidarea substanțelor organice și producerea de ATP în baza energiei chimice eliberate.

În citoplasma celulelor eucariote se găsesc structuri temporare proteice, numite **microtubuli** (de formă tubulară) și **microfilamente** (filiforme). Celula musculară este cea mai bogată în microfilamente (de actină și miozină). Ele participă la locomoția celulei, la mișcarea unor structuri din citoplasmă și la formarea **citoscheletului** cu rol de suport.

### **Sistemul de membrane interne**

Există o continuitate între membrana plasmatică și membranele componentelor citoplasmatică (RE, aparatul Golgi, lizozomi, vacuole). Membranele organitelor celulare constituie un sistem integrat funcțional, în continuă mișcare. Fluxul de membrane începe de la suprafața nucleului și RE, continuă cu

veziculele intermediare, care dau naștere la aparatul Golgi. De la cisternele golgiene se desprind vezicule Golgi cu substanțe care, în ultimă instanță, ajung la membrana plasmatică.

Mitocondriile și plastidele de asemenea au la baza structurii lor membrane elementare.

### **Organitele specifice**

Din organitele specifice vom studia: *centrul celular, cilii, flagelii, plastidele și vacuolele.*

**Centrul celular** este un organit alcătuit din doi centrioli, situați unul perpendicular față de altul în apropierea nucleului. Un centriol este format din nouă triplete de microtubuli ordonate circular. La începutul diviziunii celulare, centriolii se dublează și perechile migrează spre cei doi poli ai celulei, îndeplinind funcția de organizatori ai *fusului de diviziune*. Microtubulii fusului de diviziune contribuie la distribuirea cromozomilor spre cei doi poli celulari. În celulele plantelor lipsesc centriolii.

**Cilii și flagelii** sunt formațiuni citoplasmice mobile. Flagelii, spre deosebire de cili, sunt cu mult mai lungi, iar numărul lor este mai mic. Fiecare *flagel* este format din *axonemă*, care constă din nouă dublete de microtubuli așezate cilindric și doi microtubuli centrali. Microtubulii sunt legați între ei printr-o rețea de proteine, datorită căreia se realizează mișcarea cililor și flagelilor. Axonema este acoperită cu o membrană care reprezintă o continuare a membranei plasmatică. La baza fiecărui cil sau flagel se află *corpusculul bazal*, care este practic identic cu un centriol. Corpusculul bazal generează microtubulii axonemei și coordonează mișcarea acestora. Cilii și flagelii asigură deplasarea organismelor monocelulare în mediul lichid. Unele organisme pluricelulare au celule ciliate (de exemplu, epitelii oviductelor, mucoasa traheii etc). Mișcarea cililor și flagelilor poate fi de răsucire, în spirală sau ondulatorie.

**Plastidele** reprezintă organite specifice numai celulelor vegetale și algale. Există câteva tipuri de plastide: *proplastide, cloroplastide, leucoplastide și carotenoplastide.*

**Proplastidele** sunt plastide tinere, nediferențiate. Prin dividere, proplastidele dau naștere cloroplastidelor, leucoplastidelor sau cromoplastidelor, în funcție de prezența luminii sau a altor factori.

**Cloroplastidele** sunt plastide verzi datorită prezenței pigmentilor clorofilieni. Celulele plantelor conțin cloroplastide de formă ovală, iar numărul lor variază de la câteva până la 50, fiind amplasate, de regulă, în stratul parietal al citoplasmei. Plastidele din celulele algelor (cromatoforii) sunt divers colorate (verzi, roșii, brune) și pot avea formă alungită, spiralată etc.

O cloroplastidă este alcătuită din: *înveliș, sistem tilacoidal și stromă (sau matrice).*

*Învelișul* cloroplastidei este format din două membrane elementare (externă și internă), separate printr-un spațiu. Membrana internă formează sistemul tilacoidal.

*Sistemul tilacoidal* este alcătuit din vezicule turtite, numite *tilacoide*. O parte din tilacoide sunt asociate în *grane*. Granele sunt legate între ele prin tilacoide stromale. În membrana tilacoidelor granale se localizează *pigmenții fotosintetici* (clorofilieni și carotenoizi), *fermenții* reacțiilor de lumină ale fotosintezei și *transportorii de electroni*.

*Stroma sau matricea* constituie un amestec de compuși chimici: apă, ioni, substanțe organice, enzime care catalizează reacțiile de întuneric ale fotosintezei, molecule de ADN și ARN, ribozomi de tip procariot.

- În cloroplastide se realizează fotosinteza.

Cloroplastele, asemenea mitocondriilor, se autoreproduc prin dividere.

**Carotenoplastidele** reprezintă un grup mare de plastide colorate, în care se acumulează pigmenți din grupul carotenoizilor (gălbui, portocalii, roșii etc.). Carotenoplastidele se formează ca rezultat al acumulării pigmentilor carotenoizi în proplastide sau în leucoplastidele și cloroplastidele îmbătrânite. Această transformare se poate observa toamna, în timpul îngălbenirii frunzelor sau la coacerea fructelor. Carotenoplastidele conferă culoare florilor, fructelor, atrăgând insectele, păsările și alte animale.

**Leucoplastidele** sunt plastide incolore. Fiind expuse luminii, leucoplastidele se pot transforma în cloroplastide (de exemplu, înverzirea rădăcinilor, tuberculilor). Forma leucoplastidelor este, de regulă, sferică sau eliptică. În leucoplastide se depozitează substanțe de rezervă: în amiloplaste – amidon, în proteoplaste – proteine și în oleoplaste – grăsimi.

**Vacuolele** reprezintă cavități în citoplasma celulei, delimitate de o membrană elementară, numită *tonoplast*. Conținutul vacuolelor celulelor vegetale, numit *suc vacuolar*, conține apă, săruri

minerale, pigmenți, substanțe organice. Celulele protozoarelor și ale animalelor pot conține *vacuole contractile* și *vacuole digestive*. În viața celulei aceste organite îndeplinesc următoarele funcții:

- multe vacuole depozitează substanțe nutritive de rezervă și unii produși toxici;
- în vacuole au loc diverse procese metabolice;
- vacuolele participă activ la schimbul de apă și la reglarea presiunii osmotice interne;
- unele vacuole conțin pigmenți (antociane), care dau culoare petalelor, fructelor etc.

### Incluziunile celulare

În citoplasma celulei, în plastide și vacuole se găsesc **incluziuni celulare** care pot fi de două categorii : **substanțe nutritive de rezervă** (de exemplu, *granulații de amidon* în leucoplaste, *picături de grăsime* în celulele adipoase, *granulații de glicogen* în celulele hepatice și musculare, *granulații de melanină* în celulele epidermei) și **substanțe rezultate în urma metabolismului** (de pildă, *crystal de oxalat de calciu* în celulele plantelor).

### 3.4. Nucleul

**Nucleul** este a treia componentă principală a celulei eucariote. Are, de obicei, formă sferică sau ovală și este mai vâscos decât citoplasma. Datorită acestei însușiri și fiind cel mai mare dintre organite, nucleul poate fi ușor observat și la microscopul optic. Majoritatea celulelor conțin un singur nucleu, situat, de regulă, în centrul celulei. Rareori se remarcă celule ce conțin două (la parameciu) sau mai multe (la mușegaiul alb) nuclee.

Nucleul celulei eucariote are următoarele părți componente: *înveliș*, *nucleoplasmă* (*carioplasmă*), *nucleoli* și *cromatină*.

*Învelișul* nuclear constă din membrana externă și internă, între care se găsește un spațiu. Membrana externă are o continuitate structurală cu reticulul endoplasmatic. *Învelișul* nuclear este străbătut de numeroși *pori*, prin care se efectuează transportul selectiv al substanțelor, al subunităților de ribozomi, ARN.

*Nucleoplasma* reprezintă mediul fluid al nucleului în care sunt amplasați nucleolii și cromatina. Din compoziția chimică a nucleoplasmei fac parte: proteine, nucleotide, fosfolipide, ioni și enzime ce catalizează sinteza acizilor nucleici.

*Nucleolul* este o structură nestabilă, lipsită de membrană. Poate fi observat în interfața, profaza și telofaza diviziunii celulare. În nucleu pot fi unul sau câțiva nucleoli. Masa de bază a nucleolului o formează proteinele, fosfolipidele și ARN.

- Nucleolul participă la sinteza ARNr;
- În nucleol se asamblează subunitățile de ribozomi din ARNr și proteine ribozomale.

*Cromatina* reprezintă cromozomii puternic despiralizați și constă din molecule de ADN asociate cu molecule de proteină.

*Nucleul celulei îndeplinește importante funcții vitale:*

- păstrează informația genetică a celulei;
- reglează și coordonează procesele vitale din celulă;
- declanșează și reglează procesele legate de diviziunea celulei.

**Cromozomii** sunt formațiuni filiforme prezente în nucleul celulelor eucariote. Fiecare specie de organisme are un număr anumit și constant de cromozomi, care alcătuiesc *cariotipul* speciei.

Idiograma unei specii este reprezentarea schematică a morfologiei individuale a cromozomilor din cariotip.

Cariotipul la unele specii de plante și animale

Organismul	Numărul diploid de cromozomi	Organismul	Numărul diploid de cromozomi
Bobul	12	Ascarida	4
Fasolea	14	Drozofila	8
Ceapa	16	Hidra	32
Porumbul	20	Porcul domestic	38
Tomatele	24	Taurul	60
Grâul	14	Oaia domestică	54
Sfecla	18	Cimpanzeul	48
Cartoful	48	Omul	46

Des. Tipuri de cromozomi

Des. Idiograma la șobolanul de apă.  $2n = 26$

La microscopul optic observăm că un cromozom metafazic este alcătuit din două fibrile nucleoproteice, numite *cromatide*. O cromatidă, este formată dintr-o moleculă de ADN, asociată cu numeroase proteine. În funcție de fazele diviziunii nucleului, pot fi observați cromozomi *monocromatidici* sau *bicromatidici*. La un cromozom deosebim o regiune mai puțin spiralizată, numită *centromer*, la nivelul căruia se leagă cromatidele cromozomilor bicromatidici. Cromozomii au lungimea cuprinsă între 0,2 și 50  $\mu\text{m}$ . În funcție de criteriile morfologice și fiziologice, cromozomii pot fi clasificați în câteva grupe.

Molecula de ADN cromozomială conține informația genetică sub formă de secvențe liniare de nucleotide, numite *gene*. Genele sunt situate în anumite poziții precise și constante pe cromozom, numite *loci*. Un cromozom poate să conțină câteva zeci sau chiar sute de gene.

De regulă nucleeele celulelor somatice conțin o *garnitură cromozomială diploidă* ( $2n$ ). Gameții și spori au un număr înjumătățit de cromozomi, adică posedă o *garnitură cromozomială haploidă* ( $n$ ). Prin unirea gameților în procesul de fecundație se restabilește setul diploid de cromozomi. Garnitura diploidă este formată din perechi de *cromozomi omologi*, jumătate din ei fiind de proveniență maternă și jumătate de proveniență paternă. *Cromozomii omologi* sunt morfologic identici. Ei pot conține *gene alele identice* sau *alele diferite*.

• Cromozomii păstrează și transmit informația genetică (informație necesară pentru realizarea caracterelor unui individ).

### **Lucrare practică**

**Tema:** Pregătirea preparatelor și analiza microscopică a celulelor vegetale și animale.

**Materiale necesare:** Un bulb de ceapă, o frunză de elodee, o roșie, o lamă de ras, o pensetă, un ac de preparare, o pipetă, soluție de iod în KI, un pahar cu apă, câteva lame și lamele, micropreparate cu celule animale, un microscop.

#### **1. Studierea celulelor de ceapă**

**Mod de lucru:** Picurați cu pipeta o picătură de apă pe lamă. Tăiați longitudinal bulbul de ceapă. Cu ajutorul acului, desprindeți epiderma superioară a unei frunze cărnoase și o puneți pe lamă în picătura de apă. Întindeți bine foița de ceapă, picurați o picătură de soluție de iod în KI și așezați peste ea o lamelă. Examinați atent preparatul la microscop. Observați forma și culoarea celulelor, numărul și forma vacuolelor, localizarea nucleului.

#### **2. Studierea cloroplastidelor din celulele de elodee**

Puneți pe lamă o frunză tânără de elodee și peste ea o lamelă. Examinați preparatul la microscop. Observați forma celulelor de elodee, culoarea și localizarea cloroplastidelor.

#### **3. Analiza cromoplastidelor din celulele de roșii**

Desprindeți cu acul o bucată de miez de roșie și puneți-o pe lamă într-o picătură de apă, iar deasupra așezați o lamelă. Examinați preparatul. Analizați forma celulelor și părțile lor componente. Observați culoarea, forma și numărul de cromoplastide.

#### **4. Evidențierea incluziunilor celulare (a granulelor de amidon) în celulele de cartof.**

Tăe un tubercul de cartof și roade cu cuțitul puțin miez de pe suprafața secționată. Pune miezul pe lamă într-o picătură de apă și adaugă soluție de iod în KI. Analizează preparatul la microscop și observă granulele de amidon colorate în albastru. Desenează imaginea văzută la microscop.

Desenează structura schematică a celulelor de ceapă, elodee, roșie și notează componentele celulare studiate.

#### **5. Pregătirea și analiza microscopică a preparatului cu celule descuamate din mucoasa bucală.**

Roade ușor cu lama unui briceag fața superioară a limbii. Pune răzătura pe lamă într-o picătură de soluție de albastru de metil, iar deasupra așează lamela. Examinează preparatul la microscop. Observă dimensiunile, forma celulelor epiteliale. Găsește nucleul, membrana, citoplasma incluziunile celulare.

#### **6. Examinarea micropreparatelor cu celule animale.**



Analizează la microscop micropreparatele cu celule animale și observă dimensiunile și forma lor. Studiază structura celulei animale. Găsește nucleul, membrana, citoplasma. Observă localizarea, forma și structura componentelor celulare. Formulează concluzii cu privire la principalele deosebiri dintre celula vegetală și animală, despre corelația dintre structura și funcțiile acestor două tipuri de celule. Desenează structura schematică a celulei animale și notează componentele celulare studiate.

## Capitolul 3. Metabolismul și reproducerea - principalele procese vitale caracteristice celulei

### Tema 1. Noțiuni de metabolism

### Tema 2. Respirația celulară. Fermentația

### Tema 3. Fotosinteza

### Tema 4. Biosinteza proteinelor

### Tema 5. Reproducerea celulară

### Tema 1. Noțiuni de metabolism

**1.1 Metabolismul** (gr. metabole-schimbare) reprezintă totalitatea proceselor de transformări biochimice și energetice care au loc în celulă. În activitatea vitală a organismului metabolismul îndeplinește două funcții importante: asigură organismul cu material de construcție (metabolism plastic) și aprovizionează organismul cu energie (metabolism energetic).

Metabolismul este constituit din două tipuri de procese antagoniste interdependente: *anabolism* și *catabolism*. *Anabolismul* include procese de sinteză a substanțelor organice proprii cu înmagazinare de energie, de exemplu, fotosinteza, biosinteza proteinelor etc. *Catabolismul* constituie totalitatea proceselor de descompunere a substanțelor organice cu eliberare de energie, de pildă, oxidarea glucidelor, lipidelor etc. Aceste procese sunt strâns legate între ele și depind direct de factorii din mediul extern și intern.

În concluzie, orice modificare a structurii substanțelor supuse metabolismului este însoțită de o variație a nivelului ei energetic și invers, orice variație la nivel energetic este rezultatul unei schimbări în structura metaboliților.

### 1.2 Particularitățile metabolismului la principalele grupe de organisme

Mecanismele moleculare ale metabolismului sunt asemănătoare indiferent de natura organismului. Totodată există și deosebiri ce țin de unele particularități ale proceselor metabolice la diferite grupe de organisme. De exemplu, există organisme *autotrofe* și *heterotrofe*, organisme *aerobe* și *anaerobe*. Atât asemănările cât și deosebirile metabolismului la principalele grupe de organisme sunt argumente convingătoare ale unității și diversității lumii vii precum și a dezvoltării evolutive a organismelor pe Pământ.

Cunoașteți, că elementul principal în structura substanțelor organice este carbonul. În funcție de sursa de carbon, organismele se împart în *autotrofe* și *heterotrofe*. Organismele autotrofe folosesc CO<sub>2</sub> ca sursă de carbon pentru sinteza compușilor organici proprii, iar organismele heterotrofe – substanțele organice din hrană.

Majoritatea organismelor autotrofe sunt *fotoautotrofe*, adică fotosintetizează folosind energia luminoasă. Din această categorie fac parte plantele, algele, bacteriile verzi și cianobacteriile. O mică parte din organismele autotrofe sunt *chemoautotrofe*. Ele utilizează, pentru sinteza substanțelor organice proprii, energia eliberată la oxidarea substanțelor anorganice. De pildă, bacteriile sulfooxidante, ferobacteriile, hidrogen-bacteriile.

Organismele *chemoheterotrofe* folosesc substanțele organice și ca sursă de carbon și ca sursă de energie. Din această grupă fac parte animalele, plantele parazite și bacteriile heterotrofe.

În funcție de procesele biochimice și energetice din organismele vii, distingem mai multe tipuri de metabolism: *metabolism bazal (standard)*, *metabolism intermediar proteic*, *glucidic*.

**Metabolismul bazal** reprezintă numărul de calorii produse într-o oră, în condiții de repaos a organismului la temperatura de circa 20°C, raportată la un metru pătrat din suprafața corpului. La un om normal, cu o suprafață corporală de 1,5 m<sup>2</sup> în 24 de ore se obțin circa 1390 kcal.

Reprezentarea schematică a metabolismului plastic la organismele fotoautotrofe și chemoheterotrofe.

Reprezentarea schematică a metabolismului energetic la organismele fotoautotrofe și chemoheterotrofe.

## Tema 2. Respirația celulară. Fermentația

**Respirația este un proces de descompunere a substanțelor organice în produși simpli cu degajare de energie.** Substratul pentru respirație îl constituie glucidele, lipidele, proteinele etc. Aceste substanțe conțin o mare cantitate de energie depozitată în legăturile chimice dintre atomi. La majoritatea organismelor respirația necesită oxigen, iar ca produși finali rezultă dioxid de carbon și apă. Schimbul de oxigen și de dioxid de carbon între organism și mediu este numit *respirație externă* sau, mai bine zis, *schimb de gaze*. Respirația (procesele fizico-chimice) care are loc la nivelul celulei, poartă numele de *respirație internă* sau *celulară*.

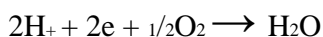
Să urmărim procesul de respirație celulară la eucariote în cazul în care substratul este glucoza. Descompunerea glucozei în celulă se desfășoară în două etape: *anaerobă* și *aerobă*.

**2.1 Etapa anaerobă.** Prima etapă (anaerobă) se numește *glicoliză* și are loc în hialoplasmă, fără consum de oxigen. Ea constă în degradarea, cu ajutorul unor enzime, a glucozei în *acid piruvic*. La descompunerea unei molecule de glucoză se formează două molecule de acid piruvic. Din cantitatea totală de energie degajată la glicoliză (200 kJ), circa 40% este conservată în două molecule de ATP, iar restul se pierde sub formă de căldură.

**2.2 Etapa aerobă** se desfășoară în mitocondrii și constă din *ciclul Krebs* și *fosforilarea oxidativă* în lanțul de transport al electronilor.

Acidul piruvic ajunge în matricea mitocondrială, unde este inclus într-o serie de reacții ciclice care formează ciclul Krebs. În urma acestor reacții, rezultă CO<sub>2</sub>, ATP și atomi de hidrogen (protoni și electroni). Prin intermediul transportorilor de hidrogen, electronii sunt transferați în lanțul de transport al electronilor, care se găsește în membrana internă a mitocondriei, iar protonii – în spațiul dintre cele două membrane mitocondriale. În acest mod se creează un gradient electrochimic între cele două fețe ale membranei interne. În momentul în care diferența de potențiale pe membrană atinge un anumit nivel critic, forța câmpului electric împinge protonii de hidrogen în matrice. Deplasarea protonilor se face prin canale speciale asociate cu enzima ATP-sintetaza. În timpul trecerii protonilor prin aceste canale se eliberează energie care este folosită la declanșarea reacției de fosforilare oxidativă și de sinteză a ATP.  $ADP+P \rightarrow ATP$

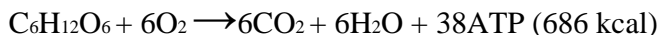
Protonii de hidrogen și electronii, ajunși în matricea mitocondrială, se unesc cu oxigenul atmosferic și formează apa:



Dioxidul de carbon și surplusul de apă ies din celulă prin difuzie liberă. Așadar, în etapa aerobă se degajă 260 kJ, din care circa 60% este conservată în 36 molecule de ATP și folosită ulterior ca sursă universală de energie în procesele vitale, iar restul se pierde sub formă de căldură.

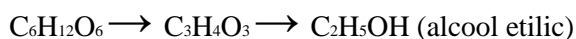
În concluzie, la oxidarea completă a unei molecule de glucoză se obțin 38 molecule de ATP, în care sunt stocate 686 kcal. ATP este principalul compus sintetizat de toate organismele vii în procesul respirației celulare. Circa jumătate din energia eliberată în urma respirației se degajă sub formă de căldură, iar restul este utilizată de organism în procesele vitale.

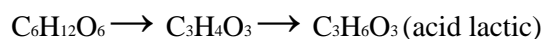
Procesul de descompunere a glucozei poate fi reprezentat prin următoarea ecuație sumară:



### Fermentația

**Fermentația** (sau respirația anaerobă) este o altă cale de obținere a energiei de către organismele vii și se caracterizează prin descompunerea parțială a substanțelor organice sub acțiunea enzimelor, în lipsa oxigenului atmosferic. Randamentul energetic al fermentației este mult mai mic în comparație cu respirația aerobă. Respirația anaerobă este mai primitivă și, probabil, era una din căile de obținere a energiei la organismele care trăiau pe pământ în mediul lipsit de oxigen. În prezent, respirația fermentativă se întâlnește la unele bacterii, drojdii etc. De exemplu, în celulele de drojdii glucoza este descompusă sub acțiunea enzimelor până la alcool etilic, iar în celulele bacteriilor lactice – până la acid lactic. Denumirea fermentației derivă de la produsul pe care îl generează organismul în urma acestui proces:





### Importanța fermentației

- Fermentația alcoolică se folosește la dospirea aluatului, la producerea vinului, a berii ș.a.
- Bacteriile lactice transformă laptele în iaurt, în brânză, acresc murăturile etc.
- Fermentați

### Lucrare practică

**Tema:** Punerea în evidență a unor substanțe și a energiei care se elimină la respirație.

**Materiale:** Un pahar cu apă de var, o plantă, un vas de sticlă, semințe de fasole, un termometru.

**Mod de lucru:** *Experiența 1. La respirație se elimină CO<sub>2</sub>.*

Așeză în vasul de sticlă o plantă și paharul cu apă de var. Închide ermetic vasul și-l pune într-un dulap întunecos. Peste o zi scoate vasul cu planta și uită-te atent la paharul cu apă de var. Observă că apa de var s-a tulburat.

*Experiența 2. La respirație se elimină apă și căldură.*

Puneți în vasul de sticlă semințe la încolțit și un termometru. Notați temperatura la începutul experienței și peste fiecare 2-3 ore. Observați că temperatura crește, iar pe pereții vasului apar picături de apă. Formulează concluzii și scriile în caiet.

## Tema 3. Fotosinteza

**Fotosinteza este procesul prin care unele organisme vii sintetizează substanțe organice din dioxid de carbon și apă cu ajutorul energiei luminoase absorbite de pigmenții asimilatori.**

În urma fotosintezei, energia luminoasă este înmagazinată sub formă de energie chimică în substanțele organice sintetizate. Organismele care au însușirea de a fotosintetiza se numesc *autotrofe*, deoarece singure își prepară substanțele organice din substanțe anorganice. Din organismele autotrofe fac parte algele, plantele și unele bacterii. La organismele eucariote procesul de fotosinteză are loc în cloroplastide și se desfășoară în două faze: *de lumină* și *de întuneric*.

**Fig. 67. Procesele fizice și chimice esențiale care au loc la fotosinteză:**

A – faza de lumină; B – faza de întuneric; T – transportor de hidrogen;  
1 – stromă; 2 – tilacoid granal; 3 – ciclul Calvin; 4 – membrana cloroplastidei.

**3.1 Faza de lumină** are loc la nivelul tilacoidelor și cuprinde o serie de reacții de oxidoreducere.

Aceste reacții necesită lumină și sunt strâns legate de activitatea *pigmenților clorofilieni și arotenoizi*. Pigmenții asimilatori sunt localizați în membranele tilacoidelor granale și sunt grupați în două tipuri de *fotosisteme (I și II)* separate, dar care funcționează corelat. Rolul pigmenților este de a absorbi energia luminoasă și de a o transforma în energie chimică. Fiecare fotosistem are câte un *centru de reacție* reprezentat de o moleculă de *clorofilă a*. Moleculele de pigmenți accesorii captează energia și o transmit moleculei de *clorofilă a* din centrul de reacție.

**Fig. 68. Alcătuirea unui fotosistem:**

1 – lumină solară; 2 – molecule de pigmenți accesorii; 3 – moleculă de clorofilă din centrul de reacție.

Procesul de fotosinteză este declanșat de acțiunea razelor de lumină asupra pigmenților asimilatori. Ambele fotosisteme absorb lumina simultan. Să urmărim fluxul de electroni energizați care începe în urma fotolizei apei și de la *fotosistemul II*. Energia luminoasă captată de pigmenții *fotosistemului II* este transmisă moleculei de *clorofilă a* din centrul de reacție. Această moleculă trece în stare excitată, adică doi electroni din moleculă trec pe un nivel energetic superior. Electronii energizați părăsesc molecula de clorofilă și sunt preluați de *lanțul de transport al electronilor*, situat în membrana tilacoidului, și transferați la molecula de *clorofilă a* din centrul de reacție al *fotosistemului I*, completând „golul electronic”. În urma absorbției luminii, și molecula de clorofilă din *fotosistemul I* expulzează doi electroni energizați care, de asemenea, sunt preluați de un lanț de transport al electronilor.

Concomitent cu procesele descrise mai sus, în tilacoide are loc *fotoliza apei*, care se desfășoară sub acțiunea luminii și cu participarea enzimelor și a pigmenților clorofilieni. Electronii rezultați la fotoliza apei completează „golul electronic” din centrul de reacție al *fotosistemului II*, iar protonii de hidrogen se acumulează în cavitatea tilacoidului. Oxigenul molecular este eliminat în atmosferă ca produs rezidual.

În timp ce electronii traversează lanțurile de transport ale electronilor, în cavitatea tilacoidală se acumulează protoni de hidrogen. O parte de protoni se obțin la fotoliza apei, iar restul sunt transportați activ din stromă.

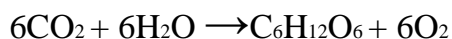
**Fig. 69. Reprezentarea schematică a proceselor fizice și chimice care au loc în faza de lumină a fotosintezei:**

1 – energia solară; 2 – fotosistemul II; 3 – fluxul de electroni; 4 – lanțul de transport al electronilor; 5 – fotosistemul I; 6 – fluxul de protoni de hidrogen; 7 – ATP-sintetază; 8 – membrana tilacoidului; 9 – cavitatea tilacoidului; 10 – stromă; 11 – tilacoide granale; 12 – tilacoid stromal; 13 – cavitate tilacoidală.

Pe măsura acumulării electronilor și protonilor de hidrogen se creează un gradient electrochimic între cele două fețe ale membranei tilacoidale. În momentul în care diferența de potențiale pe membrană atinge un anumit nivel critic, forța câmpului electric împinge protonii de hidrogen în stromă. Deplasarea protonilor se face prin canale speciale asociate cu enzima ATP-sintetaza. În timpul trecerii protonilor prin aceste canale, se eliberează energie care este folosită la sinteza ATP. Electronii de asemenea ajung în stromă, unde, împreună cu protonii de hidrogen, sunt fixați de *transportorii de hidrogen* (T).

**3.2 Faza de întuneric** cuprinde o serie de reacții independente de lumină ce se desfășoară în *stroma* cloroplastidei. Sunt utilizate substanțele rezultate în faza de lumină (ATP și T·H<sub>2</sub>) și CO<sub>2</sub>, care pătrunde din mediu prin difuzie. Ansamblul acestor reacții cu derulare ciclică alcătuiește ciclul Calvin, în cadrul căruia are loc reducerea dioxidului de carbon și transformarea acestuia în glucoză. Energia necesară desfășurării reacțiilor este furnizată de ATP, iar atomii de hidrogen – de T·H<sub>2</sub>.

Procesul de fotosinteză poate fi reprezentat prin următoarea ecuație sumară:



Glucoza rezultată la fotosinteză este folosită în diverse reacții metabolice: sinteza polizaharidelor sau a altor compuși organici (proteine, lipide), descompunerea în procesele de respirație cu eliminare de energie etc.

**Importanța fotosintezei.** Substanțele organice obținute în urma fotosintezei constituie sursa de materie și energie pentru toate organismele heterotrofe. Anual pe pământ, prin procesul de fotosinteză se formează aproximativ 500 miliarde tone de substanțe organice. Oxigenul eliberat de organismele autotrofe este utilizat la respirația organismelor aerobe.

Viteza reacțiilor fotosintezei depinde de cantitatea și calitatea unor factori ai mediului: lumină, temperatură, apă, dioxid de carbon, săruri minerale.

## Lucrare practică

**Tema 1.** Extragerea pigmentilor clorofilieni.

**Materiale necesare:** Plantă de mușcată, hârtie neagră, o spirtieră, spirt, un clopot de sticlă, un pahar cu apă de var, un balon de sticlă, o pâlnie, chibrituri.

**Mod de lucru:** Se iau 5 g de frunză verde, se mărunțesc bine și se introduc în balonul de sticlă, peste care se toarnă alcool etilic 96%. Conținutul vasului se fierbe foarte atent până când frunza mărunțită devine incoloră. Amestecul de alcool și pigmenți se filtrează. Culoarea verde a filtratului ne dovedește prezența pigmentilor clorofilieni extrași din frunză. Explicați de ce în experiență s-a folosit alcool, dar nu apă.

**Tema 2.** Punerea în evidență a unor factori obligatorii pentru desfășurarea fotosintezei.

**Experiența 1. Procesul de fotosinteză necesită lumină.**

Țineți câteva zile într-un dulap întunecos o plantă de mușcată. Acoperiți o frunză cu o bandă de hârtie neagră și lăsați planta la lumină. Peste 2-3 zile rupeți frunza de pe plantă și, după ce extrageți pigmentii, puneți-o în soluție de iod. Veți observa că se colorează în albastru numai părțile care au fost expuse la lumină. Formulați concluzii și scrieți-le în caiet.

**Experiența 2. Fotosinteza necesită pigmenți clorofilieni.**

Luați o bucată de frunză verde cu marginea albă și, după ce o tratați ca în experiența precedentă, identificați prezența amidonului. Observați că dungile albe nu se colorează în albastru. Explicați fenomenul.

**Experiența 3. Procesul de fotosinteză necesită CO<sub>2</sub>.**

Sub un clopot de sticlă închis ermetic puneți o plantă și un vas cu apă de var (apa de var absoarbe CO<sub>2</sub>). Puneți clopotul cu planta la un loc luminos. Peste câteva zile rupeți o frunză de pe plantă și efectuați operația de identificare a amidonului. Observați că în frunză lipsește amidonul. Notați în caiet concluziile.

**Experiența 4. La fotosinteză se elimină oxigen.**

Orientați-vă după desenul alăturat și construiți o mică instalație pentru colectarea gazului eliminat de plantă la fotosinteză. Peste o oră apropiați de tubul deschis un chibrit mocnind. Observați că chibritul se aprinde. Discutați cu colegii și formulați concluzii.

**Fig. 71. Câteva experiențe la tema fotosinteza:**

1 – părțile frunzei colorate în albastru; 2 – vas cu apă de var; 3 – apă; 4 – lăstari de elodee; 5 – oxigen.

## Tema 4. Biosinteza proteinelor

Proteinele joacă un rol foarte important în activitatea vitală a organismului. În procesele vitale o parte din proteine se denaturează treptat și sunt descompuse sau eliminate din celulă. Aceste proteine sunt înlocuite cu altele noi, identice după structură și funcții. Procesul de sinteză a proteinelor se realizează în celulă și este controlat de materialul genetic (ADN).

Aceste reacții, numite de sinteză matriceală, sunt specifice doar materiei vii și stau la baza eredității și reproducerii organismelor. În reacțiile matriceale este asigurată o succesiune exactă, strict specifică a amonocizilor în catena polipeptidică ce se sintetizează, conform informației genetice.

### 4.1 Codul genetic

Structura primară a proteinei este determinată de o anumită ordine a unirii aminoacizilor în catenele polipeptidice. Informația despre structura primară a proteinelor, numită *informație genetică*, se păstrează în molecula de ADN. Fiecare moleculă de proteină este sintetizată într-o strictă corespundere cu informația genetică. De-a lungul evoluției, natura a elaborat un sistem de păstrare a informației genetice, numit *cod genetic*. *Codul genetic este un sistem complex de păstrare a informației despre ordinea aminoacizilor în molecula proteică, sub formă de secvențe de nucleotide în molecula de ADN*. Unitatea de codificare a informației genetice este **codonul**. El este alcătuit dintr-o îmbinare de trei nucleotide din molecula de ADN sau ARNm și determină includerea unui anumit aminoacid în molecula proteică. Există 64 de codoni, dintre care 61 sunt cu sens (codifică anumiți aminoacizi) și 3–nonsens (nu codifică nici un aminoacid). Codonul AUG (numit de start) reprezintă semnalul de începere a sintezei moleculei proteice.

Codul genetic are câteva particularități. El este:

- *tripletic*, adică un codon este format din trei nucleotide;
- *specific* – fiecare codon codifică doar un aminoacid;
- *degenerat* – un aminoacid poate fi codificat de mai mulți codoni (de pildă: alanina–4, arginina – 6);
- *universal* - la toate organismele vii, aceleași triplete codifică aceiași aminoacizi.

Biosinteza proteinelor se realizează în două etape consecutive: *transcripția* și *translația*.

### 4.2 Transcripția este procesul de transcriere a informației genetice de pe una din catenele ADN pe o moleculă de ARNm.

La organismele eucariote, procesul de transcripție se realizează în nucleu. Molecula de ADN se despiralizează pe un anumit segment care corespunde unei gene și, cu ajutorul unei enzime, cele două catene ale moleculei se separă. Pe una din catenele ADN, care servește drept matriță, se sintetizează o moleculă de ARNm. Molecula de ARNm cu *informație genetică* se desprinde de ADN și migrează în citoplasmă prin porii membranei nucleare.

**4.3 Translația este procesul de transformare a informației din ARNm într-o secvență de aminoacizi a unei catene polipeptidice.** Translația se desfășoară în citoplasmă, mai des pe suprafața RE granular cu participarea ARNm, ribozomilor, enzimelor etc.

La procesul de translație participă ARNt, cu ajutorul căruia aminoacizii sunt transportați la locul sintezei proteice. Se consideră că în celulă există cel puțin 64 de tipuri de ARNt. Catena moleculei de ARNt formează câteva bucle care îi conferă o formă asemănătoare unei frunze de trifoi. În regiunea buclei anterioare se găsește *anticodonul*, care este complementar codonului din ARNm. La nivelul anticodonului are loc decodificarea codului ARNm și includerea corectă a aminoacizilor în catena polipeptidică. În partea opusă a moleculei de ARNt se găsește tripletul CCA, numit „pețiolul frunzei”, unde se fixează aminoacidul. Cu participarea unei enzime are loc „recunoașterea” anticodonului și fixarea aminoacidului corespunzător (codificat de tripletul complementar anticodonului).

**Fig. 73. Schema etapelor de transcripție și translație a biosintezei proteinelor:**

A – transcripția; B – translația;

1 – membrana nucleară; 2 – por; 3 – ADN; 4 – ARNm; 5 – segmentul catenei matriciale de ADN (genă); 6 – enzimă; 7 – codon; 8 – ribozom; 9 – ARNt; 10 – proteină; 11 – aminoacid

**A** • ARNm se asociază cu un ribozom. • ARNt cu anticodonul UAC fixează primul aminoacid (metionina) și se apropie de ARNm. • Are loc recunoașterea codonului din ARNm pe baza complementarității. • De ARNm se apropie al doilea ARNt cu aminoacidul triptofan. **B** • Recunoașterea codonului din ARNm de către al doilea ARNt. • Aminoacizii se unesc între ei prin legătură peptidică, formând o dipeptidă. • De ARNm se apropie al treilea ARNt cu aminoacidul izoleucină. **C** • Ribozomul se mișcă pe catena de ARNm cu un pas egal cu un codon, iar primul ARNt este pus în libertate și migrează în citoplasmă. • Recunoașterea codonului din ARNm de către al treilea ARNt. • De ARNm se apropie al patrulea ARNt cu aminoacidul alanina. • Al doilea și al treilea aminoacid se unesc între ei prin legătură peptidică. **D** • Ribozomul mai „face un pas” pe catena de ARNm, iar al doilea ARNt este pus în libertate. După același mecanism are loc și unirea celorlalți aminoacizi în catena polipeptidică.

**Fig. 75. Reprezentarea schematică a translației.** 1 – ribozom; 2 – ARNt; 3 – anticodon; 4 – codon; 5 – ARNm; 6 – catenă polipeptidică.

Biosinteza proteinelor decurge foarte repede, datorită implicării în acest proces a unui număr mare de enzime. Energia necesară pentru sinteza proteinelor este asigurată de ATP.

Sinteza proteinei sfârșește când ribozomul ajunge la unul din codonii nonsens (UAA, UAG și UGA) din catena ARNm care codifică semnalul „stop”. Odată cu terminarea procesului, ribozomii și proteinele se desprind de ARNm. Proteinele sintetizate nimeresc în canalele RE, unde are loc maturizarea lor, iar de acolo sunt transportate și folosite după destinație. Ribozomii liberi se asociază cu o nouă moleculă de ARNm și începe un nou proces de translație. Pe catena ARNm „activează” simultan mai mulți ribozomi, sintetizând fiecare aceeași proteină conform mesajului genetic.

**Fig. 76. Schema funcționării unui poliribozom:** 1 – ARNm; 2 – proteină; 3 – ribozom

#### 4.4 Reglajul genetic al proceselor celulare

În celula vie au loc permanent multiple procese biochimice. Sunt produse diferite substanțe în cantități strict necesare, datorită autoreglării genetice a activității celulare. De exemplu, în celula bacteriei *Escherichia coli* se pot găsi circa 6000 de substanțe diferite care sunt produse în funcție de necesitățile celulei. Prin urmare, genele bacteriei (circa 3000) funcționează doar atunci când este necesar de a produce un anumit compus chimic.

#### Reglajul genetic la procariote

Pentru a explica reglarea activității genelor, geneticienii francezi F. Jacob și I. Monod au elaborat în anul 1961 teoria reglajului genetic al proceselor celulare pe baza cercetărilor efectuate la organismele procariote. Conform teoriei, în celule există trei tipuri de gene: *structurale*, *operatoare* și *reglatoare*. Aceste gene, plus alte secvențe de ADN, alcătuiesc o unitate funcțională, numită *operon*.

*Genele structurale* conțin informația genetică a unor proteine cu rol structural sau enzimatic. *Genele operatoare* joacă rolul de comutatori chimici care declanșează sau inhibă activitatea genelor structurale. *Genele reglatoare* reglează activitatea genelor operatoare și structurale prin intermediul unui semnal chimic numit *represor*. Reglajul genetic este de două tipuri: *inductibil* și *represibil*.

#### Reglajul inductibil

1. Substratul joacă rol de inductor și interacționează cu represorul inactivându-l.
2. Represorul inactivat nu mai poate bloca activitatea genelor structurale și acestea încep să funcționeze, realizând sinteza enzimelor care vor cataliza substratul.
3. Genele funcționează până când scade mult concentrația substratului.
4. Ca urmare, represorul rămas singur devine din nou activ, acționează asupra genei operatoare și blochează activitatea întregului operon.

#### Reglajul represibil

1. Represorul inactiv este activat când acesta interacționează cu substanța sintetizată, numită corepresor.
2. Represorul activat se cuplează cu gena operatoare, blocând activitatea genelor structurale care determină sinteza enzimelor ce catalizează formarea substanței finale.

3. Prin urmare, atunci când produsul final (corepresorul) ajunge la o anumită concentrație, are loc blocarea sintezei acestei substanțe.

### **Reglajul genetic la eucariote**

Cunoșteți că la organismele eucariote, cromozomii au o structură complexă și sunt alcătuiți din ADN, ARN, proteine histonice și nonhistonice, ioni de magneziu etc.

În reglajul genetic la eucariote intervin proteinele histonice și nonhistonice. Astfel, histonele asigură stabilitatea structurii fibrei de cromatină, ele inhibă sinteza de ARN (transcripția) în mod nespecific. Proteinele nonhistonice au un rol important în reglajul specific, diferențiat al genelor. Ele determină ce gene vor fi active, împiedicând inhibiția completă a sintezei ARN de către histoni.

La eucariote, reglajul genetic se poate realiza nu numai la nivelul unor gene, dar și la nivelul unor segmente cromozomiale, cromozomi sau genomuri.

## **Tema 5. Reproducerea celulară**

Una din însușirile fundamentale ale materiei vii este reproducerea. La baza înmulțirii organismelor stă diviziunea celulară, datorită căreia se asigură succesiunea neîntreruptă a generațiilor de celule și organisme.

În cazul organismelor unicelulare fiecare celulă tinde să crească și să se dividă cât mai rapid. O altă situație atestăm la organismele pluricelulare, unde diferite tipuri de celule au un potențial propriu de diviziune. De exemplu, celulele epiteliale, celulele din măduva oaselor se multiplică permanent substituindu-le pe cele ce mor. Există însă celule care, dimpotrivă încetează să se mai dividă după încheierea perioadei embrionare (celulele nervoase, musculare).

Destinul unei celule depinde de informația genetică înscrisă în molecula de ADN cât și de acțiunea factorilor din mediu.

**Ciclul celular reprezintă lanțul de evenimente prin care trece o celulă din momentul apariției ei până la următoarea diviziune.** El constă din două etape: *interfaza* și *diviziunea propriu-zisă*. Interfaza este timpul în care celula tânără crește și se pregătește de diviziune. Ea cuprinde circa 90% din durata ciclului celular.

În funcție de procesele biochimice care au loc în celulă, *interfaza* a fost divizată în 3 perioade:  $G_1$ , S și  $G_2$ .

**În perioada  $G_1$**  (presintetică) are loc o intensificare a proceselor metabolice, a biosintezei substanțelor organice (proteine, ARN, enzime, ATP). Se multiplică organitele celulare. Celula crește în volum.

**Perioada S** (sintetică) este obligatorie în ciclul celular și include reduplicarea ADN-ului și, ca urmare, fiecare cromozom își dublează cromatida. De asemenea, continue sinteza ARN-ului.

**În perioada  $G_2$**  (postsintetică) continue sinteza ARN-ului, proteinelor, ATP, multiplicarea organitelor celulare.

Diviziunea propriu-zisă se extinde pe 10% din durata ciclului celular și include diviziunea nucleului (*cariochineza*) și diviziunea citoplasmei (*citochineza*). În funcție de modul de diviziune a nucleului, se disting două tipuri de diviziuni ale celulei: *mitoza* și *meioza*.

**Fig. 77. Schema ciclului celular:**

A – interfaza; B – cariochineza care cuprinde 4 faze; C – citochineza  
1 – profaza; 2 – metafaza; 3 – anafaza; 4 – telofaza.

### **5.1 Mitoza**

#### **Cariochineza**

##### **Profaza**

Cromozomii devin mai scurți și mai groși în urma spiralizării și condensării cromatidelor, fiind vizibili la microscopul optic. Nucleolii și învelișul nuclear se dezintegrează. Perechile de centrioli migrează spre polii celulari și participă la formarea fusului de diviziune.



### **Metafaza**

În metafază, cromozomii ajung la condensarea maximă și sunt fixați de firele fusului de diviziune, care împreună cu centriolii (sau centrii de atracție) alcătuiesc aparatul mitotic. Cromozomii se ordonează la ecuatorul celulei într-un plan, formând, așa numita placa metafazică.

### **Anafaza**

Centromerele se divid, iar cromatidele surori se separă și devin cromozomi monocromatidici. Aceștea migrează spre cei doi poli opuși ai celulei, fiind „trași” de firele fusului de diviziune.

### **Telofaza**

Ajunși la poli, cromozomii se despiralizează și se alungesc, devenind mai subțiri, și repede conturul lor dispare. Fusul de diviziune se dezintegrează. În jurul cromozomilor se formează învelișul nuclear. În carioplasmă apar nucleolii.

**Citochineza** începe odată cu formarea nucleelor - fiice. Hialoplasma și organitele se repartizează aproape egal între celulele - fiice nou formate. La celulele animale, citochineza se realizează prin strangularea progresivă în regiunea ecuatorială a celulei-mamă. În cazul celulelor vegetale și fungale, citochineza include formarea lamei mediane și a peretelui celular.

Celulele rezultate în urma diviziunii mitotice pot intra într-un nou ciclu celular, generând noi celule, sau se pot diferenția și forma țesuturi definitive.

În funcție de specie și condițiile de mediu, durata mitozei oscilează între 30 min și 3-4 ore.

### **Fig. 78. Schema mitozei:**

A – interfaza; B – profaza; C – metafaza; D – anafaza; E – telofaza;

1 – membrană nucleară; 2 – cromatină; 3 – nucleol; 4 – centrioli; 5 – citoplasmă; 6 – membrană plasmatică; 7 – firele fusului de diviziune; 8 – cromatide; 9 – centromer.

## **5.2 Meioza**

**Meioza** este unul din cele mai complexe fenomene biologice. Ea se întâlnește numai la organisme cu înmulțire sexuată. Meioza, spre deosebire de mitoză, include două diviziuni succesive: *reducțională* și *ecvațională*. Fiecare din ele constă din cariochineză cu 4 faze și din citochineză. Pentru a le deosebi, ele se notează cu indicii I și II.

### **Diviziunea reducțională**

#### **Cariochineza I**

##### **Profaza I**

Cromozomii încep să se spiralizeze și devin vizibili. Se observă că fiecare cromozom are două cromatide, unite în regiunea centromerului. *Cromozomii omologi* conjugă (se asociază unul lângă celălalt pe toată lungimea așa încât locii să corespundă), formând *bivalenți*. Bivalenții continuă să se spiralizeze și să se condenseze. Cromozomii omologi încep să se respingă în regiunea centromerelor, dar nu se separă complet. Cauza este că între cromatidele unor cromozomi omologi apar niște legături, numite *chiasme*. La nivelul chiasmelor are loc schimbul reciproc de segmente de cromatide între cromozomii omologi (*crossing-over*). În urma acestui proces se formează cromozomi recombinanți. Perechile de centrioli migrează spre polii celulei și formează firele fusului de diviziune. Nucleolii și învelișul nuclear se dezintegrează.

##### **Metafaza I**

Bivalenții atașați de firele fusului de diviziune se ordonează la ecuatorul celulei într-un plan, formând placa metafazică. Cromozomii din bivalenți au o poziție simetrică, fiecare fiind orientat spre unul din poli.

##### **Anafaza I**

Cromozomii omologi (bicromatidici) separați din fiecare bivalent, migrează spre polii opuși ai celulei, fiind „trași” de firele fusului de diviziune. Deoarece nu are loc dividerea centromerelor, cromozomii sunt bicromatidici, iar numărul lor este redus în jumătate ( $n$ ). Polul spre care se va deplasa cromozomul depinde de poziția în care acesta se află în placa metafazică. În așa mod apare posibilitatea amestecării cromozomilor paterni și materni. Cromatidele conțin schimbări genetice, ca rezultat al *crossing-over*-ului.

##### **Telofaza I**

Cromozomii încep să se despiralizeze. Fusul de diviziune se dezintegrează. În jurul cromozomilor se formează învelișul nuclear. În carioplasmă apar nucleolii.

**Fig. 79. Schema diviziunii reducționale a meiozei:**

A – interfaza I; B – profaza I; C – metafaza I; D – anafaza I; E – telofaza I; 1 – nucleu; 2 – cromatidă; 3 – bivalent; 4 – centromere.

**Citochineza I** are loc la unele celule vegetale și animale. În urma citochinezei rezultă două celule haploide care conțin cromozomi bicromatidici. Numărul de cromozomi este redus în jumătate (n). La unele organisme, telofaza I, citochineza I și interfaza II pot fi absente și cromozomii trec direct din anafaza I în profaza II.

**Diviziunea ecvațională**

Celulele - fiice rezultate în diviziunea reducțională parcurg sincron diviziunea ecvațională, care se aseamănă mult cu mitoza.

Interfaza II este mai scurtă și se întâlnește mai des la celulele animale. Specific pentru interfaza II este lipsa perioadei S deoarece nu se produce replicarea AND-ului.

**Cariochineza II**

**Profaza II**

Cromozomii devin mai scurți și mai groși în urma spiralizării și condensării. Nucleolii și învelișul nuclear se dezintegrează. Perechile de centrioli migrează spre polii celulari și formează firele fusului de diviziune.

**Metafaza II**

Cromozomii bicromatidici, fixați de firele fusului de diviziune, se ordonează în regiunea ecuatorială a celulei într-un plan, formând placa metafazică.

**Anafaza II**

Se divid centromerele și cromozomii monocromatidici migrează spre cei doi poli opuși ai celulei, fiind „trași” de firele fusului de diviziune.

**Telofaza II**

Ajunși la poli, cromozomii se despiralizează. Fusul de diviziune se dezintegrează. În jurul cromozomilor se formează învelișul nuclear. În carioplasmă apar nucleolii.

**Citochineza II** începe cu formarea nucleelor - fiice. Hialoplasma și organellele se repartizează aproape egal între celulele - fiice nou-formate. Ca urmare, din două celule - mamă rezultă patru celule - fiice, care conțin cromozomi monocromatidici, unii diferiți din punct de vedere genetic.

**Fig. 80. Schema diviziunii ecvaționale a meiozei:**

A – profaza II; B – metafaza II; C – anafaza II; D – telofaza II.

**Lucrare practică**

**Tema:** Studiarea mitozei în meristemul radicular de ceapă.

**Materiale:** micropreparate fixe cu meristem radicular de ceapă, un microscop.

**Mod de lucru:** Examinează preparatele la microscop. Observă celulele meristemice de ceapă în diferite stadii ale ciclului celular mitotic. Orientează-te după imaginile din manual și identifică celule în interfază și în cele 4 faze ale cariochinezei. În ce fază se văd mai bine cromozomii? Încearcă să numeri cromozomii. Desenează imaginile văzute la microscop cu celulele în toate fazele ciclului celular.

## Capitolul 4. Țesuturile, organele, sistemele de organe, organismul- etape calitativ noi în evoluția materiei vii

### Tema 1. Țesuturile vegetale

### Tema 2. Țesuturile animale

### Tema 3. Organele, sistemele de organe, organismul

Conform teoriei evoluționiste, organismele pluricelulare au evoluat din organismele monocelulare ancestrale. În cazul organismelor monocelulare, celula îndeplinește toate funcțiile legate de activitatea vitală (digestia, respirația etc.). La organismele coloniale (de exemplu, la Volvox) constatăm un început de specializare a celulelor. Procesul de specializare continuă și la organismele pluricelulare, atingând cel mai înalt grad de diferențiere la plante și animale, unde celulele se asociază în țesuturi.

**Țesutul este o grupare de celule ce se aseamănă după formă și structură și îndeplinesc aceleași funcții.**

Un rol foarte important în viața unui țesut îl are *substanța intercelulară*. Aceasta menține viabilitatea țesutului, realizând legăturile structurale și funcționale dintre celule.

### Tema 1. Țesuturile vegetale

După gradul de diferențiere a celulelor, se deosebesc două tipuri de țesuturi vegetale: *meristemice* și *definitive*.

**1.1 Țesuturile meristemice** sunt formate din celule tinere nediferențiate, cu pereții subțiri, citoplasmă abundentă și nucleu voluminos. În perioada de vegetație se divid intens, dând naștere celorlalte tipuri de țesuturi. În funcție de localizare, se disting următoarele meristeme: *apicale* (situate la vârful rădăcinii și tulpinii, formând conurile de creștere); *intercalare* (prezente în tulpina poaceelor, în regiunea nodurilor); *laterale* (reprezentate de cambiu și felogen și situate în tulpinile și rădăcinile lemnoase).

**1.2 Țesuturile definitive** sunt alcătuite din celule diferențiate, cu vacuole voluminoase și cu pereții modificați. În funcție de rolul pe care îl au, țesuturile definitive au fost clasificate în: *apărătoare* (*protectoare*), *fundamentale*, *mecanice* și *conducătoare*.

**Țesuturile apărătoare** îndeplinesc funcția de apărare a organelor vegetative și generative. Principalele țesuturi protectoare sunt: *epiderma*, *rizoderma* și *suberul*. Epiderma acoperă organele plantei (cu excepția rădăcinii care este acoperită de rizodermă) și este formată dintr-un strat de celule vii, incolore, strâns lipite între ele. Spre deosebire de epidermă, suberul este alcătuit din câteva straturi de celule moarte, strâns unite între ele, cu pereții suberificați. Suberul apără organele plantei, când epiderma se exfoliază.

**Țesuturile fundamentale** (parenchimatice) sunt formate din celule vii, de formă ovală sau sferică, cu spații intercelulare. Sunt prezente în toate organele plantelor. Există mai multe tipuri de țesuturi fundamentale: *asimilator*, *de depozitare* ș.a.

**Țesutul fundamental asimilator** se localizează în organele verzi ale plantelor și constă din celule cu numeroase cloroplaste. În celulele țesutului asimilator are loc fotosinteza.

**Țesutul fundamental de depozitare** este format din celule ovale, în care se depun substanțe organice (amidon, grăsimi).

**Țesuturile mecanice** conferă organismului tărie și rezistență. Există două tipuri de țesuturi mecanice: *colenchim* și *sclerenchim*.

**Colenchimul** este alcătuit din celule vii alungite, cu pereții celulozici îngroșați neuniform. El conferă organelor rezistență, fără a împiedica creșterea lor. Colenchimul este prezent în organele tinere, sub epidermă.

**Sclerenchimul** constă din celule moarte, cu pereții puternic și uniform îngroșați (lignificați). Se întâlnește în organele vegetative ierboase și lemnoase, care au atins limita de creștere.

**Țesuturile conducătoare** sunt țesuturi *complexe*, deoarece sunt formate din câteva tipuri de celul. Aceste țesuturi au rolul de a conduce seva în corpul plantei. Componentele de bază ale țesuturilor conducătoare sunt vasele care rezultă în urma articulării cap la cap a unor celule alungite, moarte sau vii, numite și elemente ale vaselor. Există două tipuri de țesuturi conducătoare: *lemnos* și *liberian*.

**Țesutul conducător lemnos (xilemul)** asigură circulația sevei brute și este alcătuit din vase lemnoase, fibre lemnoase și parenchim lemnos. La ferigi și gimnosperme sunt prezente vase lemnoase primitive (sau imperfecte) formate din elemente alungite cu capetele ascuțite și închise (numite traheide). La angiosperme predomină vasele evoluat (sau perfecte) alcătuite din elemente cu lumenul mare la care pereții transversali au perforații sau se pot resorbi, formând tuburi continui (numite trahei).

Vasele lemnoase se asociază cu fibrele lemnoase (celule moarte cu pereții îngroșați care au rol mecanic) și cu parenchimul lemnos (celule vii bogate în citoplasmă) și formează țesutul conducător lemnos. Acest țesut este organizat sub formă de fascicule lemnoase.

**Țesutul conducător liberian (floemul)** este format din vase liberiene care asigură circulația sevei elaborate. Vasele liberiene, numite și tuburi ciuruite, sunt alcătuite din celule vii alungite, cu pereții transversali perforați, care poartă numele de plăci ciuruite. Vasele liberiene se asociază cu fibrele liberiene și parenchimul liberian și formează țesutul conducător liberian, care de asemenea este organizat sub formă de fascicule liberiene. Atât fasciculele lemnoase, cât și cele liberiene traversează toate organele plantei. La nivelul rădăcinii, fasciculele lemnoase și liberiene sunt izolate și așezate alternativ, iar în toate celelalte organe sunt asociate în fascicule mixte libero-lemnoase.

**Fig. 83. Țesuturi conducătoare:** A – fascicul conducător lemnos; B – fascicul conducător liberian. 1 – trahei; 2 – fibre lemnoase; 3 – traheide; 4 – parenchim lemnos; 5 – fibre liberiene; 6 – tuburi ciuruite; 7 – celule anexe; 8 – parenchim liberian.

## Tema 2. Țesuturile animale

În funcție de structura și însușirile fiziologice ale celulelor, țesuturile animale se clasifică în patru tipuri principale: *epiteliale*, *conjunctive*, *muscular* și *nervos*.

**2.1 Țesuturile epiteliale** sunt formate din celule strâns legate între ele. Există trei tipuri de epitelii: *de acoperire*, *glandular* și *senzorial*.

**Epiteliul de acoperire** are rolul de protecție. El acoperă suprafața corpului și căptușește cavitățile organelor. Epiteliul de acoperire poate fi *simplu* sau *stratificat*. După forma celulelor deosebim epiteliul simplu pavimentos care formează endoteliul vascular; cel cubic – mucoasa bronhiilor; cilindric – mucoasa stomacală și intestinală; cilindric ciliat – mucoasa traheii și a trompelor uterine.

Epiteliul stratificat pavimentos formează epiderma pielii, mucoasa cavității bucale și esofagiene; cel cubic – canalele glandelor salivare; cilindric – canalele glandelor mamare.

**Epiteliul glandular** este alcătuit din celule care au însușirea de a elabora și de a secreta anumiți produși. De obicei, celulele glandulare se grupează, formând glande, dar uneori ele pot fi întâlnite și în epiteliul de acoperire.

Există trei tipuri de glande: *exocrine*, *endocrine* și *mixte*. **Glandele exocrine** sunt prevăzute cu canale prin care se elimină produșii de secreție. De exemplu, glandele sudoripare, salivare. **Glandele endocrine** secretă produșii (hormoni) direct în sânge. De pildă, glanda tiroidă. **Glandele mixte** sunt pancreasul și gonadele.

**Epiteliul senzorial** constă din celule specializate în recepționarea diferitor stimuli. Aceste celule constituie segmentele periferice ale unor analizatori și se află în legătură directă cu celulele nervoase. De exemplu, celulele senzoriale *auditive*, *gustative*, *tactile*.

**2.2 Țesuturile conjunctive** sunt formate din celule conjunctive, fibre conjunctive și substanța fundamentală. În funcție de rolul lor în organism, țesuturile conjunctive pot fi grupate în două categorii: *trofice* și de *susținere*.

**Țesuturile conjunctive trofice** sunt de trei tipuri: *lax*, *adipos* și *sangvin*.

**Țesutul conjunctiv lax** conține substanță fundamentală și fibre în proporție egală. Se localizează în toate organele corpului și are un rol important la hrănirea epiteliiilor și a altor țesuturi.

*Țesutul conjunctiv adipos* este format din celule sferice care acumulează grăsimi. Se găsește sub piele, în jurul unor organe, micșorând pierderile de căldură.

**Fig. 84. Țesuturi epiteliale:**

A – simplu: 1 – pavimentos; 2 – cubic;

3 – cilindric; 4 – cilindric ciliat.

B – stratificat: 5 – pavimentos; 6 – cubic.

**Fig. 85. Țesut epitelial glandular – A și senzorial – B:**

1 – glandă exocrină; 2 – glandă endocrină; 3 – celule gustative în mugurii gustativi; a – capilar sangvin.

*Țesutul conjunctiv sangvin* este alcătuit din plasmă și elemente figurate. Are rol trofic, de protecție și de transport.

**Țesuturile conjunctive de susținere** se clasifică în: *fibros*, *cartilagos* și *osos*.

*Țesutul conjunctiv fibros* conține multe fibre conjunctive (de colagen ș.a.) și intră în structura ligamentelor, tendoanelor, asigurând rezistența lor.

*Țesutul conjunctiv cartilagos* este alcătuit din celule (condrocite) situate în cavități speciale în substanța fundamentală. Aceasta conține puține săruri de calciu, un amestec de substanțe organice și numeroase fibre de colagen și elastină. Cartilajele sunt tari, flexibile și rezistente. Ele acoperă capetele oaselor care se articulează, formează pavilionul urechii, discurile intervertebrale. Toate cartilajele sunt lipsite de vase sangvine și limfatice.

*Țesutul conjunctiv osos* este dur și rezistent și, spre deosebire de cel cartilagos, este puternic vascularizat. Celulele osoase au formă ovală sau stelată și sunt localizate, în cavități speciale, în substanța fundamentală. Aceasta este formată din substanțe organice (oseină) impregnate cu săruri minerale (fosfat de calciu, carbonat de calciu în proporție de circa 66%). Fibrele de colagen din matrice conferă o anumită elasticitate oaselor, mai ales celor tinere. Există două tipuri de țesut osos: *compact* și *spongios*.

*Țesutul osos compact* este caracterizat prin lipsa cavităților vizibile cu ochiul liber. Se întâlnește în peretele diafizei oaselor lungi, în stratul de la suprafața epifizelor și în lama externă a oaselor scurte și late.

*Țesutul osos spongios* conține numeroase cavități umplute cu măduvă roșie. Se găsește în epifizele oaselor lungi și în partea centrală a oaselor scurte și late.

**2.3 Țesutul muscular** este alcătuit din celule (fibre) musculare care au proprietatea de a se contracta. Caracteristic pentru celulele musculare este conținutul mare de microfilamente proteice (de actină și miozină), incluziuni de glicogen. Există trei tipuri de țesut muscular: *striat*, *striat cardiac* și *neted*.

**Țesutul muscular striat** intră în componența mușchilor scheletici și este format din fibre musculare cilindrice, polinucleate, cu striatii transversale. Contrakția mușchilor scheletici este voluntară și rapidă.

**Fig. 86. Țesuturi conjunctive trofice:**

1 – lax; a – celulă; b – fibre; c – substanță fundamentală; 2 – adipos.

**Fig. 87. Țesuturi conjunctive de susținere:**

A – țesut cartilagos; B – secțiune printr-un os lung; C – țesut osos;

1 – condrocite; 2 – fibre; 3 – țesut osos compact; 4 – țesut osos spongios;

5 – vase sangvine.

**Țesutul muscular striat cardiac** intră în alcătuirea mușchiului cardiac și constă din fibre musculare cu un nucleu, numeroase mitocondrii și miofibrile striate transversal. Celulele musculare sunt legate între ele succesiv prin discuri intercalare. Contrakția mușchiului cardiac este involuntară.

**Țesutul muscular neted** face parte din structura organelor interne și este format din celule fusiforme uninucleate. Contrakția acestor mușchi este involuntară și lentă.

**2.4 Țesutul nervos** este format din *neuroni* și din *celule gliale*. Neuronii sunt celule nervoase specializate în generarea și conducerea impulsurilor nervoase. Un neuron este alcătuit din corp și prelungiri (dendrite și axon). Țesutul nervos intră în alcătuirea sistemului nervos.

### **Tema 3. Organele, sistemele de organe, organismul**

La plante și la animale țesuturile se grupează, formând organe. Apariția organelor constituie o etapă calitativ nouă în evoluția organismelor vii.

**3.1 Organul este o grupare de țesuturi care, acționând împreună, îndeplinesc o anumită funcție a organismului.** Corpul plantelor superioare este alcătuit din organe vegetative (rădăcina, tulpina, frunza) și organe reproducătoare (floarea, fructul, sămânța). În fiecare organ pot să predomină unul sau mai multe tipuri de țesuturi.

Corpul animalelor, de asemenea este constituit din mai multe organe cu structură și funcții specifice. De exemplu, stomacul, ficatul, inima, rinichii, plămâni, membrele anterioare și posterioare.

**3.2 Sistemele de organe.** La animale există un nivel superior de organizare, numit *sistem de organe*. Acest nivel include două sau mai multe organe care cooperează la îndeplinirea unei funcții superioare. Dacă în grupul de organe predomină un țesut, folosim termenul de *sistem* (de exemplu, sistemul nervos, sistemul muscular), iar în cazul în care nu predomină, întrebuițăm noțiunea de *aparat* (de exemplu, aparatul digestiv, locomotor, circulator). Sistemele de organe participă la realizarea unor funcții complexe a organismului: digestia, respirația, mișcarea, reproducerea.

**3.3 Organismul.** Sistemele de organe și aparatele funcționează în strânsă interdependență, constituind organismul unui individ biologic. Ca rezultat, organismul capătă însușiri noi (reproducere, apărare) care îl ajută să supraviețuiască și să se adapteze la condițiile mediului de trai. Reglarea și coordonarea funcțiilor organelor la organisme vegetale se efectuează doar prin intermediul hormonilor, iar la organisme animale – pe cale nervoasă și umorală.

## **Tema 4. Principalele niveluri de organizare a materiei vii**

**Organismul, populația, biocenoza, biosfera.** Cunoașteți din primele lecții, că Materia este organizată sub forme de sisteme. Există câteva niveluri de organizare a materiei vii care s-au constituit de-a lungul erelor geologice în urma procesului evolutiv. Acestea sunt: *nivelul individual (organism), populațional, biocenotic, biosferic*. Începând cu nivelul individual și populațional, sistemele biologice au capacitatea de a realiza toate însușirile caracteristice materiei vii.

**Fig. 88. Țesut muscular:**

1 – striat scheletic; 2 – striat cardiac; 3 – neted.

**Fig. 89. Alcătuirea unui neuron:**

1 – corp; 2 – axon; 3 – dendrite.

**Fig. 90. Principalele trepte în scara evoluției organismelor vegetale:**

A – celulă; B – țesut; C – organ; D – organism.

### **Lucrare practică**

**Tema:** Analiza microscopică a unor țesuturi vegetale și animale.

**Materiale necesare:** Un lăstar de balzamin ținut în apă colorată, un tubercul de cartof, câteva preparate fixe cu țesuturi vegetale și animale, soluție de iod în KI, o lamă de ras, un ac, câteva lame și lamele, un microscop.

**Tema 1:** Studiarea structurii unor țesuturi vegetale.

**Mod de lucru:** Studiază preparatul fix cu rădăcina unui bulb de ceapă. Observă forma celulelor care alcătuiesc piloriza. Găsește celulele meristemice apicale situate sub piloriză. Analizează zonele unde se diferențiază țesuturile definitive (rizoderma). Observă forma, dimensiunile și amplasarea celulelor. Desenează imaginile văzute la microscop și indică localizarea țesuturilor meristemice.

Pregătește preparate microscopice cu secțiuni transversală de frunză și tulpină de balzamin. Orientează-te după desene și recunoaște țesuturile. Identifică epiderma și observă culoarea și așezarea celulelor. Studiază mezofilul și găsește țesutul asimilator. Observă forma, culoarea și amplasarea celulelor. Analizează celulele din regiunea nervurilor. Observă vasele lemnoase care sunt colorate.

Studiază preparate fixe cu secțiuni de tulpină de tei. Găsește țesuturile: protector, mecanic, conducător lemnos și liberian. Observă forma și amplasarea celulelor. Desenează imaginile în caiet și indică componentele studiate. Colorează țesuturile respective.

Pregătește un preparat microscopic cu miez de tubercul de cartof. Observă țesutul de depozitare cu granulații de amidon.

Scrie în caiet concluziile despre corelația dintre structura și funcțiile țesuturilor vegetale studiate.

**Tema 2:** Studiarea structurii țesuturilor animale.

**Mod de lucru:** Studiază la microscop preparate cu țesut epitelial. Observă forma, dimensiunile, așezarea celulelor. Analizează micropreparatul cu țesut nervos. Orientează-te după desenul din manual și găsește corpul celulei cu nucleu și citoplasmă, prelungirile neuronului.

Studiază preparatele cu țesut muscular striat și neted. Observă forma celulelor și determină tipurile de țesuturi.

Analizează micropreparatele cu țesut osos și cartilagos. Găsește celulele și substanța intercelulară. Desenează în caiet imaginile și indică componentele țesuturilor studiate. Scrie în caiet concluziile despre corelația dintre structura și funcțiile țesuturilor animale studiate.

## Capitolul 5. Bazele geneticii

**Tema 1. Scurt istoric al dezvoltării geneticii**

**Tema 2. Legitățile de bază ale eredității. Legile lui Gregor Mendel**

**Tema 3. Moștenirea înlănțuită a genelor plasate pe același cromozom**

**Tema 4. Moștenirea caracterelor cuplate cu sexul**

**Tema 5. Moștenirea caracterelor în cazul interacțiunii genelor**

**Tema 6. Variabilitatea organismelor**

**Tema 7. Biotehnologii**

### Tema 1. Scurt istoric al dezvoltării geneticii

**1.1 Genetica** (gr. *genesis*-origine,generare) este știința care studiază ereditatea și variabilitatea organismelor vii. Bazele geneticii au fost puse de naturalistul ceh **Gregor Mendel** (1822-1884), considerat, pe bună dreptate, părintele geneticii. El a studiat experimental moștenirea diferitor caractere la mazăre. Rezultatele experimentelor sale au fost expuse în lucrarea “Cercetări privind hibridizarea la plante”, publicată în anul 1866. În această lucrare Mendel a formulat legitățile moștenirii caracterelor la plantele superioare. Concluzia savantului a fost că păstrarea și dezvoltarea caracterelor organismului se datorează unor factori ereditari, care se transmit prin intermediul celulelor sexuale. Descoperirile științifice realizate de Mendel nu au fost înțelese de contemporani și au fost date uitării.

Mai târziu, în anul 1900, legile eredității formulate de Mendel au fost redescoperite de trei savanți biologi: H.de Vries, C.Correns și E.van Tschermak, pe baza unor cercetări proprii pe trei obiecte diferite. Cu aceste evenimente, din 1900 a început dezvoltarea și constituirea geneticii ca știință. Termenul de **genetică** a fost introdus de geneticianul englez W.Bateson în 1905.

Un rol important în dezvoltarea geneticii l-a avut savantul american Thomas Morgan și colaboratorii săi. În anul 1914 el dovedește experimental că factorii ereditari (genele) sunt localizați în cromozomi, în ordine liniară. T.Morgan împreună cu discipolii săi au formulat tezele de bază ale teoriei cromozomiale a eredității.

Ulterior, în anul 1944, un grup de savanți au determinat experimental natura chimică a factorilor ereditari. Ei au izolat ADN-ul dintr-o cultură de pneumococ virulent și l-au introdus în o altă cultură de pneumococ nevirulent. În urma experienței s-a constatat că bacteriile din a doua cultură s-au transformat din nevirulente în virulente. Concluzia savanților a fost că prin intermediul ADN-ului a fost transmis caracterul bacteriilor din prima cultură, celor din a doua. A avut loc o transformare genetică a caracterului, bacteriile devenind virulente.

În anul 1953 biochimistul englez F.Crick și biologul american I.Watson au descoperit structura helicoidală a ADN-ului și au demonstrat rolul acestuia în păstrarea și transmiterea caracterelor ereditare ale organismelor.

### **1.2 Bazele materiale ale eredității**

Informația genetică a organismului este înscrisă în cromozomi sub formă de gene. Genele sunt considerate unități elementare ale eredității. Existența lor a fost prezisă de G. Mendel, fiind numite de el *factori ereditari*. Noțiunea de genă a fost propusă de W.Iohonnsen în anul 1909. **Gena reprezintă un segment de ADN cromozomial ce dirijează sinteza unei proteine care, prin activități metabolice specifice, determină realizarea unui anumit caracter.**

La acțiunea unor factori de mediu genele se pot modifica (suferi mutații), dând naștere diferitelor variante, numite alele. Acestea determină apariția diferitelor nuanțe ale caracterului (de exemplu culoarea galbenă și verde a boabelor de mazăre).



În cursul evoluției speciilor, prin mutația genelor inițiale, numite normale sau de tip sălbatic, au apărut mai multe variante genice (alele). Ele au constituit forța motrice principală a procesului evolutiv. **Genele alele** sunt gene perechi care ocupă același locus pe cromozomii omologi și sunt responsabile de dezvoltarea aceluiași caracter. Ele pot fi identice sau diferite. Genele alele diferite (Aa) determină manifestări diferite ale aceluiași caracter (de exemplu, culoarea roșie sau albă a florii). Așadar, în organismele diploide fiecare caracter este determinat de o pereche de gene, numite alele. În procesul de fecundație acestea se alătură formând perechi, iar în timpul meiozei se separă.

## Tema 2. Legitățile de bază ale eredității. Legile lui Gregor Mendel

După cum cunoașteți, descoperirea legităților de bază ale eredității îi aparține naturalistului G.Mendel. El a folosit metoda hibridologică de studiere a eredității, care este utilizată pe larg și astăzi. **Hibridarea** este încrucișarea a două organisme care se deosebesc prin unu sau mai multe caractere. Dacă varietățile de organisme se deosebesc printr-un caracter se numește *încrucișare monohibridă*, dacă prin două sau mai multe, avem respectiv *încrucișare dihibridă* sau *polihibridă*.

Succesul experimentelor lui Mendel se datorează alegerii reușite a obiectului de cercetare –mazărea. Această specie are următoarele caracteristici:

- prezintă o diversitate mare de forme și varietăți care se deosebesc după un șir de caractere (culoarea florilor, forma și culoarea semințelor etc.);
- se înmulțește prin autopolenizare, iar soiurile sunt genetic pure (homozigote), adică transmit cu fidelitate urmașilor caracterul pe care îl posedă;
- structura și dezvoltarea florii oferă posibilitatea de a realiza polenizarea artificială a plantelor și de a obține hibridi fecunzi, de a face o analiză individuală și cantitativă a hibridilor (analiza statistică a rezultatelor).

Tehnica folosită de Mendel în realizarea polenizării la mazăre include câteva etape:

- a) inițial se îndepărtează staminele florii materne (roșii) înainte de maturizare, lăsând intact pistilul;
- b) floarea este izolată într-o pungă pentru a împiedica polenizarea;
- c) atunci când pistilul ajunge la maturitate se ia cu ajutorul unei pensule polenul din staminele florii paterne (albe) și se depune pe stigmatul pistilului.

### 2.1. Încrucișarea monohibridă.

#### Legea uniformității hibridilor din prima generație

În cadrul unui experiment de monohibridare, Mendel a urmărit modul de moștenire a culorii semințelor. El a încrucișat două forme constante de mazăre cu semințe galbene și cu semințe verzi. Boabele hibride obținute în prima generație aveau culoare galbenă. Acest caracter a fost denumit *dominant*, iar culoarea verde caracter *recesiv*.

$$\begin{array}{l}
 P \quad \text{♀} AA \quad \times \quad \text{♂} aa \\
 G \quad A \quad \quad \quad a \\
 F_1 \\
 \begin{array}{|c|c|}
 \hline
 \text{♀} \quad \text{♂} & a \\
 \hline
 A & Aa \\
 \hline
 \end{array}
 \end{array}$$

Mendel a explicat mecanismul încrucișării folosind nomenclatura simbolică, utilizată în genetică și în prezent.

**P**-forme parentale;

♀-individ femel;

♂ - individ mascul;

**X**-semnul încrucișării;

**G**-gameți;

**A**-alelă dominantă (genă responsabilă de caracterul dominant);

**a**-alelă recesivă (genă responsabilă de caracterul recesiv);

**F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>**-generațiile de hibridi;

**AA, aa** - organisme homozigote (conțin alele identice, formează un tip de gameți și nu segregă în descendență);

**Aa** - organism heterozigot (conține alele diferite, formează două sau mai multe tipuri de gameți și segregă în descendență);

**Genotip** - totalitatea de gene ale organismului;

**Fenotip** - totalitatea caracterelor observabile ale unui organism. Fenotipul organismului este rezultatul interacțiunii dintre genotip și factorii de mediu;

**Genomul** este totalitatea genelor dintr-un set haploid de cromozomi. Celulele diploide (2n) conțin deci două genomuri moștenite unul de la organismul matern și altul de la organismul patern.

Pentru a explica uniformitatea hibridilor din prima generație (F<sub>1</sub>), Mendel a formulat **regula purității gameților**:

a) gameții sunt puri din punct de vedere genetic, adică ei conțin numai unul din perechile de factori ereditari,

b) la formarea hibridilor, factorii ereditari nu se amestecă, ei se alătură, dar rămân neschimbați.

Analizând rezultatele obținute, G.Mendel a formulat **legea uniformității hibridilor din prima generație**.

**La încrucișarea dintre două linii pure (homozigote) care se deosebesc după un caracter, în prima generație toți hibridii moștenesc caracterul dominant.**

Urmărind manifestarea unor caractere la hibridii de mazăre din prima generație, Mendel a determinat care din ele sunt dominante și care sunt recesive (vezi tabelul).

*Grilajul Punnet.* În anul 1905 R.Punnet a propus ca pentru a facilita determinarea combinațiilor posibile de gameți, notările să se facă sub formă de grilaj. Pe verticală se notează gameții materni, iar pe orizontală-cei paterni. În pătrățelele grilajului se înscriu variantele combinațiilor de hibridi.

#### **Legea segregării**

În următoarea experiență Mendel a crescut plante din semințele hibride din prima generație și a lăsat să se reproducă prin autopolenizare. Boabele obținute în generația a doua de hibridi aveau culoarea galbenă și verde. A repetat de mai multe ori experimentul și a observat că de fiecare dată raportul dintre boabele galbene și verzi era de aproximativ 3:1.

$$\begin{array}{c} P \quad \text{♀} Aa \quad \times \quad \text{♂} Aa \\ G \quad A, a \quad \quad A, a \\ F_1 \\ \begin{array}{|c|c|c|} \hline \text{♀} \quad \text{♂} & A & a \\ \hline A & AA & Aa \\ \hline a & Aa & Aa \\ \hline \end{array} \end{array}$$

În baza rezultatelor obținute, Mendel a formulat **legea segregării**.

**La încrucișarea hibridilor din prima generație, în generația a doua are loc segregarea după fenotip în raport de 3 dominant și 1 recesiv.**

G.Mendel a cercetat moștenirea caracterelor și în următoarele generații. El a lăsat să se reproducă prin autopolenizare hibridii din F<sub>2</sub>. În imaginile de mai jos este reprezentată schematic, prin simboluri genetice, desfășurarea încrucișării și rezultatele ei. Analizați imaginile și formulați concluzii cu privire la cauzele obținerii hibridilor respectivi și raportul acestora după fenotip și genotip în F<sub>3</sub> și F<sub>4</sub>.

Analizând rezultatele experiențelor de mai mulți ani, Mendel a presupus că dezvoltarea fiecărui caracter se datorează unui factor ereditar care este prezent în celulă sub formă de pereche, fiind moștenit unul de la organismul matern și altul de la organismul patern.

### Încrucișarea de analiză

Pentru precizarea genotipului unui organism, cu un anumit fenotip, se efectuează încrucișarea de analiză. Ea constă în încrucișarea individului homozigot recesiv cu individul la care fenotipic se manifestă caracterul dominant.

### 2.2. Încrucișarea dihibridă.

#### Legea segregării independente a caracterelor

G.Mendel a încrucișat soiul de mazăre cu boabe galbene și netede (caractere dominante AABB) cu un soi cu boabe verzi și zbârcite (aabb). Toți hibridii din prima generație aveau boabe galbene netede.

P ♀ A A B B x ♂ a a b b  
G AB ab  
F<sub>1</sub>

♀ ♂	ab
AB	Aa Bb

În experiența a doua a avut loc autopolenizarea (încrucișarea) hibridilor din F<sub>1</sub> și, în F<sub>2</sub> s-au obținut 556 de semințe care au fost grupate în 4 clase fenotipice:

boabe galbene netede - 315 (9/16)

galbene zbârcite – 101 (3/16)

verzi netede – 108 (3/16)

verzi zbârcite – 32 (1/16)

Așadar, raportul dintre aceste clase era aproximativ de 9:3:3:1. Pentru a înțelege cauza segregării să urmărim după schemă formarea gameților și a hibridilor la încrucișarea dihibridă.

P ♀ A a B b x ♂ A a B b  
G AB, ab AB, ab  
Ab, aB Ab, aB

F<sub>2</sub>

♀ ♂	AB	ab	Ab	aB
AB	AABB	AaBb	AABb	AaBB
ab	AaBb	Aabb	Aabb	aaBb
Ab	AABb	Aabb	AAbb	AaBb
aB	AaBB	aaBb	AaBb	aaBB

G.Mendel a analizat rezultatele experiențelor și le-a comparat cu cele obținute la încrucișarea monohibridă. Concluzia a fost că fiecare pereche de caractere segregă în raport de 3:1 și anume: 12 combinații cu boabe galbene și 4 cu boabe verzi; 12 combinații cu boabe netede și 4 zbârcite.

Apariția plantelor cu caractere recombinante (boabe galbene zbârcite și verzi netede) i-au atras atenție lui Mendel. Acest fenomen el l-a explicat admitând posibilitatea combinării independente a factorilor ereditari care a condus la segregarea independentă a perechilor de caractere.

Generalizând rezultatele experimentului, G.Mendel a formulat *legea segregării independente a caracterelor*.

**La încrucișarea formelor parentale care se deosebesc prin două (sau mai multe) caractere, segregarea după fenotip în generația a doua are loc independent după fiecare pereche de caractere în raport de 3 dominant și 1 recesiv.**

#### Regulile de scriere a diferitelor genotipuri și fenotipuri

De la lecțiile anterioare cunoașteți că același fenotip poate fi determinat de diferite genotipuri. De exemplu, genotipurile AABB, AABb, AaBB, AaBb determină același fenotip

(boabe galbene netede). Pentru a simplifica notarea fenotipurilor identice se folosește radicalul fenotipic (partea genotipului care determină fenotipul dat). De pildă, pentru cele 4 genotipuri enumerate mai sus radicalul fenotipic va fi A-B-. Înlocuind liniuțele cu diferite alele obținem 4 genotipuri diferite.

Se poate de folosit și alt mod de scriere a formulelor genetice ale zigoților pentru a evidenția localizarea genelor în cromozomii omologi. Cromozomii omologi se notează sub formă de două liniuțe cu indicarea ambelor alele. De exemplu, genotipul AaBb poate fi scris

$\frac{A}{a} \frac{B}{b}$

Gameții se notează astfel AB, ab.

*Condițiile necesare pentru manifestarea legilor lui Mendel*

1. Formele parentale formează gameți în proporții egale.
2. Gameții posedă aceeași viabilitate.
3. Contopirea la întâmplare a gameților.
4. Manifestarea caracterelor are loc indiferent de condițiile mediului.
5. Genele studiate sunt localizate pe cromozomi neomologi.
6. Lipsește fenomenul de interacțiune a genelor.

### Modele de rezolvare a problemelor la tema „Legile lui Mendel”

1. Ce tipuri de gameți pot forma organismele cu următoarele genotipuri: AA; Aa; AaBB; AaBb; AaBbCC.

#### **Rezolvare**

Numărul tipurilor de gameți se determină după formula  $2^n$  (unde  $n$  reprezintă numărul de perechi de alele diferite (heterozigoți) pentru fiecare caracter).

AA formează  $2^0 = 1$  A

Aa formează  $2^1 = 2$  A

AaBB formează  $2^0 = 1$  AB

AaBB formează  $2^1 = 2$  AB, aB

AaBb formează  $2^2 = 4$  AB, Ab, aB, ab

AaBbCC formează  $2^2 = 4$  ABC, AbC, aBC, abC.

2. Deprinderea omului de a lucra cu mâna dreaptă domină deprinderea de a lucra cu mâna stângă. Un bărbat dreptaci (heterozigot) s-a căsătorit cu o femeie stângace. Determină genotipurile și fenotipurile posibile ale copiilor din această familie.

#### **Rezolvare**

Se dă:

A- deprinderea de a lucra cu mâna dreaptă

a- deprinderea de a lucra cu mâna stângă

$P \frac{\text{♂}}{\text{♂}} - Aa, \frac{\text{♀}}{\text{♀}} - aa$

$F_1 - ?$

1)  $P \frac{\text{♀}}{\text{♀}} aa \times \frac{\text{♂}}{\text{♂}} Aa$   
 $G \quad a \quad A, a$

Răspuns; 1. Genotipurile posibile ale copiilor: Aa, aa

2. Fenotipurile posibile ale copiilor

50% Aa-copii dreptaci

50% aa-copii stângaci

$F_1$

♀	♂	A	a
a		Aa	aa

3. La câini, gena culorii negre a părului domină gena culorii brune. Ce culoare a părului vor avea urmașii, părinții cărora sunt heterozigoți.

**Rezolvare**

Se dă:

A-culoarea neagră a părului

a-culoarea brună a părului

 $P_{\text{♂}}-Aa, \text{♀}-Aa$  $F_1-?$  $P_{\text{♀}}Aa \times \text{♂}Aa$  $G \ A, a \quad A, a$  $F_1$ 

♀	♂	A	a
A		AA	Aa
a		Aa	aa

Răspuns. Culoarea părului la descendenți va fi:

75% (AA, Aa) cu păr negru

25% (aa) cu păr brun

4. La încrucișarea musculițelor de oțet cu aripi normale s-au obținut în  $F_1$  1240 de indivizi cu aripi normale și 414 indivizi cu aripi reduse (vestigiale). Determinați genotipurile formelor parentale.

**Rezolvare**

Se dă:

 $F_1$  - 1240 indivizi cu aripi normale417 - cu aripi reduse $P - ?$ 1. Calculăm raportul grupurilor fenotipice obținute în  $F_1$ 

1240 : 414 = 3:1

2. Raportul de 3:1 se obține, după cum cunoaștem, în conformitate cu legea segregării. În acest caz ambii părinți sunt heterozigoți (Aa), iar forma normală a aripilor este caracter dominant.

3. Verificăm rezultatele problemei

 $P_{\text{♀}}Aa \times \text{♂}Aa$  $G \ A, a \quad A, a$  $F_1$ 

♀	♂	A	a
A		AA	Aa
a		Aa	aa

AA, 2Aa - aripi lungi

aa - aripi reduse

Răspuns. Genotipurile părinților sunt identice Aa

5. La tomate, culoarea roșie a fructelor domină culoarea galbenă, iar forma sferică domină forma alungită. Genele ce determină ambele caractere sunt localizate în autozomi diferiți. Ce descendență se poate obține de la încrucișarea plantelor homozigote după ambele caractere, (fructe sferice și culoare roșie) cu plante ce au fructe alungite și culoare galbenă?

**Rezolvare**

Se dă

A-culoarea roșie a fructelor

a-culoarea galbenă a fructelor

B-fructe sferice  
 b-fructe alungite  
P<sub>♀♂</sub>AABB; aabb  
 F<sub>1</sub>-?

1. P<sub>♀</sub> AABB x ♂ aabb  
 G AB ab  
 F<sub>1</sub>

♀	♂	ab
AB		AaBb

Răspuns. Descendenții din F<sub>1</sub> vor forma fructe roșii de formă sferică (AaBb).

6. La tomate culoarea roșie și forma sferică a fructelor sunt caractere dominante. Într-o gospodărie s-au încrucișat tomate cu fructe de culoare galbenă, heterozigote după formă, cu tomate cu fructele alungite, heterozigote după culoare. Ce descendență se va obține în urma acestei încrucișări?

**Rezolvare**

Se dă:

A-culoarea roșie a fructelor  
 a-culoarea galbenă a fructelor  
 B-fructe sferice  
 b-fructe alungite  
P<sub>♀♂</sub> aaBb; Aabb  
 F<sub>1</sub>-?

1. P<sub>♀</sub> aaBb x ♂ Aabb  
 G aB, ab Ab, ab  
 F<sub>1</sub>

♀	♂	Ab	ab
aB		AaBb	aaBb
ab		Aabb	aabb

Răspuns. Se vor obține patru clase fenotipice în rapor de:

- (AaBb)-tomate cu fructe roșii sferice
- (aaBb)- tomate cu fructe galbene și sferice
- (Aabb)- tomate cu fructe roșii și alungite
- (aabb)- tomate cu fructe galbene și alungite

7. La om, miopia domină vederea normală, iar culoarea căpruie a ochilor-culoarea albastră. Genele ce determină ambele caractere sunt amplasate pe cromozomi diferiți. Ce caractere vor avea copiii care se vor naște într-o familie în care tatăl este diheterozigot, iar mama-cu ochi căprui (heterozigotă) și vedere normală?

**Rezolvare**

Se dă:

A-miopie  
 a-vedere normală  
 B-ochi căprui  
 b-ochi albaștri  
P<sub>♂</sub> aaBb; ♀ AaBb  
 F<sub>1</sub>-?

1. P<sub>♀</sub> aaBb x ♂ AaBb

G aB, ab AB, Ab, aB, ab

F<sub>1</sub>

♀	♂	AB	Ab	aB	ab
aB		AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab		AaBb	Aabb	aaBb	aabb

Răspuns:

În această familie se pot naște copii cu următoarele caractere:

- copii miopi cu ochi căprui (A-B-)
- copii cu vedere normală și ochi căprui (aaB-)
- copii miopi cu ochi albaștri (A-bb)
- copii cu vedere normală și ochi albaștri (aabb)

8. Polidactilia, miopia și lipsa premolarilor sunt caractere dominante. Bunica, pe linia soției, este sănătoasă, dar are 6 degete. Bunicul este miop, iar după restul caracterelor este sănătos. Fiica lor a moștenit ambele anomalii. Bunica, pe linia soțului nu are premolari, iar după restul caracterelor este sănătoasă. Bunelul este sănătos după toate caracterele. Feciorul lor a moștenit anomaliiile mamei. Care este probabilitatea nașterii copiilor fără anomalii?

**Rezolvare**

Se dă:

A-gena polidactiliei

a-5 degete

B-miopiei

b-vederei normale

C-lipsei premolarilor

c- prezenței premolarilor

Bunica (soției) – A-bbcc

Bunelul (soției) – aaB-cc

Bunica (soțului) – aabbC-

Bunelul (soțului) – aabbcc

P ♀ AaBbcc; ♂ aabbCc

% aabbcc în F<sub>1</sub> - ?

1. P ♀ AaBbcc x ♂ aabbCc

G ABc abC

Abc abc

aBc

abc

F<sub>1</sub>

♀	♂	abC	abc
ABc		AaBbCc	AaBbcc
Abc		AabbCc	Aabbcc
aBc		aaBbCc	aaBbcc
abc		aabbCc	aabbcc

2. Determinăm probabilitatea neșterii copiilor fără anomalii.

8 părți -----100%

1 parte -----x%

x = 1/8 100% = 12.5%

Răspuns. Probabilitatea nașterii în această familie a copiilor fără anomalii este de 12.5%.

Des. A femela și masculul de drosofilă  
 B cele patru perechi de cromosomi metafazici  
 Genele și caracterele identificate de T. Morgan la drosofilă.

### Tema 3. Moștenirea înlănțuită a genelor plasate pe același cromozom

#### 3.1. Moștenirea înlănțuită a caracterelor

Este cunoscut că numărul de gene depășește cu mult numărul de cromozomi. Bunăoară, cariotipul omului este alcătuit din 46 de cromozomi, iar numărul de gene este de câteva sute de mii. Prin urmare, fiecare cromozom conține mai multe gene. Mai cunoaștem, că legile formulate de Mendel explică moștenirea caracterelor determinate de gene localizate pe cromozomi neomologi. Mecanismele moștenirii caracterelor determinate de gene plasate pe același cromozom au fost studiate de geneticianul american Thomas Morgan și colaboratorii săi. Ei au realizat experimente de încrucișare la muscuțuța de oțet sau de fructe (*Drosophilla melanogaster*). Cariotipul speciei *Drosophilla melanogaster* este alcătuit din 8 cromozomi. La tipul normal (sălbatic) al insectei aripile sunt de lungime obișnuită, depășind puțin lungimea corpului. Ochii sunt de culoare roșu-cărămizie, iar corpul are o culoare gri-cenușie. La drosofilă au fost descrise peste 500 de forme mutante, o parte fiind izolate din natură, altele induse cu ajutorul iradierii cu raze X. Aceste mutante prezintă ochi de culoare albă, brună etc., aripi reduse, corp de culoare neagră.

Studiind moștenirea caracterelor culoarea corpului și forma aripilor, Morgan a încrucișat femele cu corp cenușiu și cu aripi normale, cu masculi care aveau corp negru și aripi rudimentare. În prima generație toți hibridii aveau corp cenușiu și aripi normale. Conform legii uniformității hibridilor din prima generație, perechea de caractere corp negru și aripi rudimentare sunt determinate de gene recesive.

P ♀ AABB x ♂ aabb  
 G AB ab  
 F<sub>1</sub>

♀ ♂	ab
AB	Aa Bb

Ulterior a fost efectuată o încrucișare de analiză. S-au încrucișat femele homozigote după caracterele recesive, cu masculi diheterozigoți. Rezultatele experimentului i-a surprins, deoarece s-au obținut doar două clase fenotipice și anume:

P ♀ aabb x ♂ AaBb  
 G ab AB, ab  
 F<sub>2</sub>

♀ ♂	AB	ab
ab	AaBb	aabb

50% muscuțuțe cu corp cenușiu și aripi normale  
 50% muscuțuțe cu corp negru și aripi rudimentare.

Analizând rezultatele, T.Morgan a tras concluzia că genele ce determină culoarea corpului și forma aripilor sunt plasate pe același cromozom, adică sunt înlănțuite și se transmit împreună (în bloc). Acest fenomen a fost numit *linkage* (engl.to link-a lega).

#### 3.2. Înlănțuirea incompletă a genelor. Schimbul reciproc de gene între cromozomii omologi (crossing-over).

În cea de a doua experiență de încrucișare de analiză Morgan a luat femele heterozigote cu masculi homozigoți după caracterele recesive. Și de această dată rezultatele au fost



surprinzătoare deoarece în loc de două clase fenotipice s-au obținut patru și acelea într-un raport neașteptat:

41,5% musculițe cu corp cenușiu aripi normale;

41,5% corp negru aripi rudimentare;

8,5% corp cenușiu aripi rudimentare;

8,5% corp negru aripi normale;

P	♀	AaBb	x	♂	aabb
G		AB, ab			ab
		Ab, aB			
F <sub>2</sub>					
♀	♂	ab			
AB		AaBb			
ab		aabb			
Ab		Aabb			
aB		aaBb			

Experiențele au fost repetate de mai multe ori și s-a observat că, de fiecare dată, raportul hibridilor era aproximativ același.

Obținând indivizi cu caractere recombinante, Morgan a dedus că în cazul femelelor, înlănțuirea genelor amplasate pe același cromozom este incompletă, deoarece se realizează un schimb reciproc de gene între cromozomii omologi, numit *crossing-over*.

În cazul primei încrucișări de analiză raportul hibridilor a fost de 1:1, deoarece la masculii de drosofilă între cromozomii omologi ce conțin genele respective crossing-overul nu are loc. Așa înlănțuire a genelor, când între acestea nu are loc crossing-overul, este numită completă.

Generalizând rezultatele încrucișării, Morgan a formulat următoarea regulă care este cunoscută ca legea lui T.Morgan: **Genele localizate pe același cromozom sunt înlănțuite și se moștenesc împreună.** Așadar, totalitatea genelor localizate pe un cromozom formează un grup linkage. Numărul de grupe linkage este egal cu numărul haploid de cromozomi.

În baza rezultatelor experimentale, T.Morgan și colaboratorii săi au elaborat **teoria cromozomială a eredității**. Postulatele de bază ale acestei teorii sunt:

1. Genele sunt localizate pe cromozomi în poziții precise numite loci.
2. Pe cromozomi genele sunt amplasate într-o anumită consecutivitate liniară.
3. Genele alele ocupă aceleași poziții în cromozomii omologi și sunt responsabile de dezvoltarea aceluiași caracter.
4. În anumite condiții genele alele își pot schimba locurile, se pot recombină (crossing-over). Intensitatea crossing-overului depinde de distanța dintre gene, acțiunea unor factori.
5. Genele localizate în același cromozom sunt înlănțuite și se transmit împreună. Ele formează un grup linkage.
6. Pentru fiecare specie este caracteristic un anumit număr de grupe linkage, egal cu numărul haploid de cromozomi.

**Harta cromozomială** este reprezentarea grafică a poziției precise și a ordinii amplasării genelor pe cromozomi. Distanța dintre gene se determină, reeșind din frecvența crossing-overului (1 morganidă = 1% de crossing-over). Ideea și metoda întocmirii hărților cromozomiale aparține lui T.Morgan și colaboratorilor lui. Hărțile cromozomiale, teoria cromozomială a eredității, au jucat un rol important în dezvoltarea geneticii, selecției, ingineriei genetice etc.

**Tabel** Genele și caracterele identificate de T.Morgan la drosofila.

### 3.3 Ereditatea extracromozomială (citoplasmatica).

Purtători ai informației ereditare pot fi nu numai cromozomii, dar și unele organite celulare care posedă propriul ADN, relativ independent de ADN-ul nuclear, propriul aparat de sinteză a proteinelor. Astfel de organite sunt cloroplastidele și mitocondriile. Moleculele de

ADN ale acestor organite au forma inelară și conțin informația despre structura propriilor proteine, precum și a acizilor ribonucleici.

*Moștenirea plastidică* a fost descoperită la planta barba-împăratului. Pe lângă frunze verzi, această plantă are și frunze pestrițe. Moștenirea caracterului „frunze pestrițe” ține de prezența în celule a două tipuri de plastide-verzi și albe. Acestea se divid autonom și se repartizează la întâmplare în citoplasmă. Ca urmare, frunzele pot conține celule verzi, pestrițe și albe. Caracterul dat se moștenește pe linie maternă deoarece citoplasma oosferei, spre deosebire de cea a spermatiilor, conține primordiile cloroplastelor.

*Moștenirea mitocondrială.* Genele localizate în ADN mitocondrial sunt responsabile de activitatea sistemelor respiratorii, rezistentă la antibiotice și alte toxine.

*Ereditate citoplasmatică masculină.* La unele plante (porumb, sfeclă) se întâlnesc varietăți care formează polen steril sau nu formează polen. Acest fenomen a fost numit sterilitate citoplasmatică masculină și este determinat de particularitățile citoplasmei oosferei, adică se transmite pe linie maternă. În urma experimentelor s-a constatat că, la polenizarea repetată a plantelor cu sterilitate masculină cu polen normal, în majoritatea cazurilor se obțin hibridi cu polen steril.

## Tema 4. Moștenirea caracterelor cuplate cu sexul

### 4.1. Determinismul cromozomial al sexelor

Reproducerea sexuată a jucat un rol important în evoluția și perpetuarea speciilor. Ea a contribuit la diversificarea programei genetice a organismelor asigurând variabilitatea acestora în populații. Sexul se caracterizează prin totalitatea însușirilor morfo-fiziologice ale organismului care asigură reproducerea și transmiterea informației genetice prin intermediul gameților. Particularitățile de sex sunt determinate genetic. Caractere specifice de sexualitate au fost depistate la toate principalele grupe de organisme.

Determinarea sexului poate avea loc la diferite etape ale ciclului reproductiv. La majoritatea organismelor sexul individului se determină în timpul fecundației și depinde de tipul gameților care participă la acest proces. Savanții au observat că în limitele unei specii masculii și femelele se nasc în proporții aproximativ egale 1:1. Ei au descoperit în urma cercetărilor că există asemănări, dar și deosebiri între cariotipul femelelor și masculilor. Majoritatea cromozomilor omologi din cariotipul ambelor sexe au fost numiți *autozomi*. Perechea de cromozomi care intervin în determinarea sexelor au fost numiți *heterozomi*, fiind diferiți la femele și masculi.

Există câteva tipuri de determinism cromozomial al sexelor. Principalele sunt tipul *Drosophila* și *Abraxas*.

Principalele tipuri de determinism cromozomial al sexelor.

Tipul	Formula heterozomilor			
	În celule somatice		În gameți	
	♀	♂	♀	♂
<i>Drosophila</i>	XX	XY	X	50% cu X 50% cu Y
<i>Abraxas</i>	XY	XX	50% cu X 50% cu Y	X

**Tipul *Drosophila*** este caracteristic unor insecte, arahnidelor, moluștelor, viermilor, peștilor, amfibienilor, mamiferelor (inclusiv omul), precum și unor plante (spanac, hamei, cânepă). Cariotipul speciei ***drosophila*** *Drosophila melanogaster* este alcătuit din 8 cromozomi (6 autozomi și 2 heterozomi). Femela este homogametică și produce un singur tip de gameți (3A+X). Masculul este heterogametic și produce în proporții egale două tipuri de gameți (3A+X) și (3A+Y). În urma fecundației rezultă aproximativ 50% femele (6A+XX) și 50% masculi (6A+XY). Prin urmare, la tipul *Drosophila* sexul este determinat de organismul masculin.

$$P \quad \text{♀ } 6A+XX \quad \times \quad \text{♂ } 6A+XY$$

$$G \quad 3A+X \quad \times \quad 3A+X, 3A+Y$$

♀	♂	3A+X	3A+Y
3A+X		6A+XX	6A+XY

La om mecanismul de determinare a sexelor este asemănător. Femeia este homogametică (22A+X), iar bărbatul heterogametic (22A+X) și (22A+Y). De regulă, cromozomul y este mai mic și poartă mai puține gene. În heterozomi se pot afla și gene care nu participă la dezvoltarea caracterelor sexuale. De exemplu, la om cromozomul X poartă gena ce determină coagularea sângelui.

**Tipul Abraxas** a fost descris pentru prima dată la fluturi. Este caracteristic păsărilor, reptilelor, unor specii de amfibieni. De exemplu, cariotipul speciei găina (*Gallus domesticus*) este constituit din 78 de cromozomi (76 autozomi și 2 heterozomi). Femela este heterogametică și produce două tipuri de gameți (38A+X) și (38A+Y). Masculul fiind homogametic formează doar un tip de gameți (38A+X). Așadar, la tipul Abraxas sexul este determinat de organismul feminin.

$$P \quad \text{♀ } 76A+XY \quad \times \quad \text{♂ } 76A+XX$$

$$G \quad 38A+X \quad \times \quad 38A+X$$

$$38A+Y$$

F<sub>1</sub>

♀	♂	38A+X
38A+X		76A+XX
38A+Y		76A+XY

#### 4.2. Moștenirea caracterelor cuplate cu sexul

Legitățile moștenirii caracterelor cuplate cu sexul au fost descoperite de T.Morgan, realizând experiențe de încrucișare la musculița de oțet. Morgan a încrucișat femele cu ochi roșii (X<sup>+</sup>X<sup>+</sup>) cu masculi cu ochi albi (X<sup>w</sup>Y). În prima generație toți hibridii aveau ochi roșii. Aceasta demonstrează că gena dominantă determină culoarea roșie a ochilor, iar cea recesivă – culoarea albă.

$$P \quad \text{♀ } X^+X^+ \quad \times \quad \text{♂ } X^wY$$

$$G \quad X^+ \quad \times \quad X^w, Y$$

F<sub>1</sub>

♀	♂	X <sup>w</sup>	Y
X <sup>+</sup>		X <sup>+</sup> X <sup>w</sup>	X <sup>+</sup> Y

La încrucișarea hibridilor din F<sub>1</sub> între ei, în F<sub>2</sub> a obținut două clase fenotipice: 75% musculițe cu ochi roșii și 25% - cu ochi albi. Din numărul total de hibridi ochi roșii aveau toate femelele și jumătate din masculi, iar ochi albi, restul organismelor masculine.

$$P \quad \text{♀ } X^+X^w \quad \times \quad \text{♂ } X^+Y$$

$$G \quad X^+, X^w \quad \times \quad X^+, Y$$

F<sub>2</sub>

♀	♂	X <sup>+</sup>	Y
X <sup>+</sup>		X <sup>+</sup> X <sup>+</sup>	X <sup>+</sup> Y
X <sup>w</sup>		X <sup>w</sup> X <sup>+</sup>	X <sup>w</sup> Y

În următorul experiment Morgan a încrucișat femele cu ochi albi ( $X^wX^w$ ) cu masculi cu ochi roșii ( $X^+Y$ ). În prima generație, contrar așteptărilor, s-au obținut două clase fenotipice de hibridi: 50% de musculițe (femele) aveau ochii roșii, iar 50% de musculițe (masculi) ochi albi.

P ♀  $X^w X^w$  x ♂  $X^+Y$   
 G  $X^w$  x  $X^+, Y$

F<sub>1</sub>

♀ ♂	$X^+$	Y
$X^w$	$X^w X^+$	$X^wY$

La încrucișarea hibridilor din F<sub>1</sub> între ei, a obținut același raport de hibridi: 1:1. În ambele grupe fenotipice erau în număr egal masculi și femele.

P ♀  $X^+ X^w$  x ♂  $X^+Y$   
 G  $X^+, X^w$  x  $X^+, Y$

F<sub>2</sub>

♀ ♂	$X^+$	Y
$X^+$	$X^+ X^+$	$X^+Y$
$X^w$	$X^w X^+$	$X^wY$

Concluzia la care a ajuns T.Morgan și colaboratorii săi a fost că perechea de caractere ochii albi și ochii roșii sunt determinate de gene localizate în heterozomi, adică sunt gene sex-linkage.

Savanții au descoperit la om circa 150 de gene sex-linkage. De exemplu, hemofilia, daltonismul sunt boli determinate de gene recesive localizate în cromozomul X. Hemofilia (lipsa unei enzime necesare coagulării sângelui) se manifestă la bărbați. Organismul feminin homozigot ( $X^hX^h$ ) nu se dezvoltă.

$X^HX^H$  - femeie sănătoasă

$X^HY$  - bărbat sănătos

$X^HX^h$  - femeie sănătoasă

dar purtătoare a genei hemofiliei       $X^hY$  – bărbat bolnav

$X^hX^h$  – forma letală

După același principiu se moștenesc bolile: daltonismul, glaucomul juvenil.

### Modele de rezolvare a problemelor la tema „Moștenirea înlănțuită a caracterelor”.

1. La tomate, tulpina înaltă o domină pe cea pitică, iar forma sferică a fructelor-pe cea alungită. Aceste gene sunt înlănțuite și se află la o distanță de 20 de morganide. Ce descendență (raportul în procente) e posibilă de la încrucișarea unei plante diheterozigote (ambele gene dominante au fost moștenite de la un părinte) cu o plantă pitică și cu fructele alungite.

#### Rezolvare

Se dă:

A-tulpina înaltă

a-tulpina pitică

B-fructe sferice

b-fructe alungite

P<sub>♂</sub> -AaBb; aabb

Distanța dintre genele A și B -20 morganide

F<sub>1</sub>-?

1. P<sub>♀</sub> AaBb

x

♂ aabb

G AB-40%

ab-100%

Ab-40%

Ab-10% - gameți crossoveri

aB-10% - gameți crossoveri

♀	♂	ab
AB – 40%		AaBb
ab – 40%		aabb
Ab – 10%		Aabb
aB – 10%		aaBb

Răspuns: Raportul descendenților în  $F_1$ :

- AaBb-plante înalte cu fructe sferice 40%
- aabb-plante pitice cu fructe alungite 40%
- Aabb-plante înalte cu fructe alungite 10%
- aaBb-plante pitice cu fructe sferice 10%

2. La drosofilă genele ce determină culoarea corpului și forma aripilor sunt înlănțuite. Culoarea cenușie a corpului și forma normală a aripilor sunt caractere dominante, iar culoarea neagră a corpului și formă rudimentară a aripilor-caractere recesive. La încrucișarea femelelor diheterozigote (genele dominante au fost moștenite de la un părinte) cu masculii cu corp negru și aripi rudimentare s-a obținut o descendență dintre care 1417 musculițe aveau corp negru și aripi rudimentare, 1394-corp cenușiu și aripi normale, 287-corp negru și aripi normale, 288-corp cenușiu și aripi rudimentare. Determină distanța dintre genele respective.

**Rezolvare**

Se dă:

- A-corp cenușiu
- a-corp negru
- B-aripi normale
- b-aripi rudimentare

P ♀ AaBb; ♂ aabb

- $F_1 - aabb = 1418$
- $A-B- = 1394$
- $aaB - = 287$
- $A-bb = 288$

Distanța dintre genele A și B?

1. Scriem schema încrucișării

P ♀ AaBb	x	♂ aabb
G AB		ab
ab		

Ab-gameți crossoveri  
aB- gameți crossoveri

♀	♂	ab
AB		AaBb 1394
ab		aabb 1418
Ab		Aabb 288
aB		aaBb 287

1. Calculăm numărul total de musculițe din  $F_1$ :  $1418+1394+287+288=3387$
  2. Calculăm numărul de hibrizi obținuți la fecundație cu gameții crossoveri  $288+287=575$
  3. Calculăm procentul de crossing-over
- $3387 \text{ musculițe} - 100\%$   
 $575 \text{ musculițe} - x\%$   
 $x = 16.98\%$
- Răspuns: Distanța dintre genele A și B este de 16,98 de marganide.

3. La drosofilă, culoarea roșie a ochilor domină culoarea albă, iar abdomenul anormal domină asupra abdomenului normal. Ambele gene sunt localizate în cromozomul X la o distanță de 3 marganide. Determină raportul (în procente) a genotipurilor și fenotipurilor posibile la încrucișarea unei femele diheterozigote (genele dominante au fost moștenite de la un părinte) cu un mascul cu abdomen normal și ochii roșii.

**Rezolvare**

Se dă:

A-culoarea roșie a ochilor

a-culoarea albă a ochilor

B-abdomen anormal

b- abdomen normal

Distanța dintre genele A și B = 3 marganide

$P_{\text{♀}} \overset{A}{X_B} \overset{a}{X_b}; \bullet \overset{A}{X_b} Y$

F<sub>1</sub>% = ?

$P_{\text{♀}} \overset{A}{X_B} \overset{a}{X_b}; \bullet \overset{A}{X_b} Y$

G  $\overset{A}{X_B} - 48,5\%$   
 $\overset{a}{X_b} - 48,5\%$   
 $\overset{A}{X_b} - 1,5\%$  gameți crossoveri  
 $\overset{a}{X_B} - 1,5\%$  gameți crossoveri

♀	♂	$X_b$ 50%	Y 50%
$\overset{A}{X_B} - 48,5\%$		$\overset{A}{X_B} \overset{A}{X_b}$ 24,25%	$\overset{A}{X_B} Y$ 24,25%
$\overset{a}{X_b} - 48,5\%$		$\overset{A}{X_b} \overset{a}{X_b}$ 24,25%	$\overset{a}{X_b} Y$ 24,25%
$\overset{A}{X_b} - 1,5\%$		$\overset{A}{X_b} \overset{A}{X_b}$ 0,75%	$\overset{A}{X_b} Y$ 0,75%
$\overset{a}{X_B} - 1,5\%$		$\overset{A}{X_b} \overset{a}{X_B}$ 0,75%	$\overset{a}{X_B} Y$ 0,75%

Răspuns:

Raportul după genotip: este indicat în tabel

Raportul după fenotip: musculițe cu ochi roșii și abdomen normal-25,75%;  
ochii roșii și abdomen anormal-49,25%;  
ochi albi și abdomen normal-24,25%;  
ochi albi, abdomen anormal-0,75%.

**Tema 5. Moștenirea caracterelor în cazul interacțiunii genelor**

Cunoașteți că genotipul organismului este alcătuit dintr-un număr mare de gene. Aceste gene nu acționează independent. Fiecare caracter este determinat de cel puțin două gene. Evident, că manifestarea caracterului depinde de interacțiunea genelor care-l determină. De aceea în unele cazuri se atestă segregări după fenotip ce se abat de la cele mendeliene. Așadar, genele unui cromozom pot acționa asupra altor gene de pe cromozomii omologi sau neomologi, modificând manifestările acestora. În funcție de localizarea genelor deosebim interacțiunea genelor alele și a genelor nealele.

### 5.1. Tipurile de interacțiune ale genelor alele

Principalele tipuri de interacțiune ale genelor alele sunt: *dominanța completă*, *dominanța incompletă*, *codominanța și pleiotropia*.

*Dominanța completă* este atunci când gena dominantă inhibă manifestările genei recesive. Acest tip de interacțiune l-am studiat la temele anterioare.

În cazul *dominanței incomplete* gena dominantă inhibă incomplet manifestarea genei alele. Organismul heterozigot prezintă un fenotip intermediar. De exemplu, la încrucișarea plantei de gura – leului cu flori roșii (AA) și cu flori albe (aa), în F<sub>1</sub> se obțin hibrizi cu flori roze (Aa).

P ♀ AA x ♂ aa

G A a

F<sub>1</sub>

♀ ♂	a
A	Aa

P ♀ Aa x ♂ Aa

G A,a A, a

F<sub>2</sub>

♀ ♂	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	Aa

*Codominanța* se manifestă în cazul în care ambele alele ale unei gene pot manifesta caracterele controlate de ele. Drept exemplu poate servi gena responsabilă de formarea antigenilor A și B pe suprafața eritrocitelor la om, determinând cele 4 grupe sanguine. Această genă are trei alele: A, B, și O. Genele A și B sunt codominante, iar gena O este recesivă.

Fenotipul (grupa sangv)	Genotipul	Antigenele	Anticorpii
O (I)	I <sup>O</sup> I <sup>O</sup>	-	α, β
A (II)	I <sup>A</sup> I <sup>A</sup> sau I <sup>A</sup> I <sup>O</sup>	A	β
B (III)	I <sup>B</sup> I <sup>B</sup> sau I <sup>B</sup> I <sup>O</sup>	B	α
AB (IV)	I <sup>A</sup> I <sup>B</sup>	A,B	-

P ♀ I<sup>A</sup>I<sup>A</sup> x ♂ I<sup>O</sup>I<sup>B</sup>

G I<sup>A</sup> I<sup>O</sup>, I<sup>B</sup>

F<sub>1</sub>

♀ ♂	I <sup>O</sup>	I <sup>B</sup>
I <sup>A</sup>	I <sup>O</sup> I <sup>A</sup>	I <sup>A</sup> I <sup>B</sup>

*Pleiotropia sau acțiunea multiplă a genelor* reprezintă manifestarea a două sau mai multe caractere de o singură genă. De exemplu, la mazăre culoarea florilor și a tegumentului semințelor sunt determinate de aceeași genă. La drozofilă, gena culorii albe a ochilor influențează asupra culorii corpului, lungimii aripilor. La om gena ce detrmină boala arahnodactilia exercită influență asupra dezvoltării țesutului conjunctiv, structurii cristalinului.

### 5.2. Tipurile de interacțiune ale genelor nealele

Vom studia câteva tipuri de interacțiune ale genelor nealele și anume: complementaritatea, epistazia și polimeria.

*Complementaritatea* este interacțiunea a două gene nealele prezente în genotip care generează dezvoltarea unui nou caracter. Exemplu de complementaritate poate servi moștenirea formei crestei la găini. La încrucișarea rasei de găini cu creastă „trandafir” cu cele cu creastă „mazăre”, toți hibridii din prima generație aveau creasta „nucă”. În generația a doua s-au obținut hibrizi cu patru tipuri de creste într-un raport de 9 „nucă”: 3 „mazăre”: 3 „trandafir”: 1 „simple”.

Complementaritatea este des întâlnită atât la animale cât și la plante (de exemplu, moștenirea culorii florilor la planta sângele voinicului).

P ♀ AAbb x ♂ aaBB

G Ab aB

F<sub>1</sub>

♀	♂	aB
Ab		AaBb

P ♀ AaBb x ♂ AaBb

G AB, ab AB, ab

Ab, aB Ab, aB

F<sub>2</sub>

♀	♂	AB	ab	Ab	aB
AB		AABB	AaBb	AABb	AaBB
ab		AaBb	Aabb	Aabb	aaBb
Ab		AABb	Aabb	AAbb	AaBb
aB		AaBB	aaBb	AaBb	aaBB

**Epistazia** este inhibarea acțiunii unei gene de către alta. Există epistazie dominantă (rezultatul interacțiunii genelor dominante) și recesivă. Drept exemplu de epistazie dominantă poate servi moștenirea culorii penajului la găini. La diferite rase de găini, penajul alb este determinat de două gene nealele C și I. Alela dominantă C determină prezența pigmentului, iar alela recesivă c-lipsa pigmentului. Alela dominantă A este supresorul genei C.

La încrucișarea rasei leggorn alba **CCII** cu rasa plimutoc albă **ccii**, toți hibridii din prima generație aveau penajul alb. La încrucișarea hibridilor din F<sub>1</sub> între ei, în F<sub>2</sub> s-a obținut segregarea în raport de 13 albe și 3 colorate.

Exemple de epistazie este moștenirea culorii părului la câini sau cai, moștenirea culorii boabelor la ovăz, enzimopatiile la om.

P ♀ IIAA x ♂ iiaa

G IA ia

F<sub>1</sub>

♀	♂	Ia
IA		IiAa

P ♀ IiAa x ♂ IiAa

G IA, ia IA, ia

Ia, iA Ia, iA

F<sub>2</sub>

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

**Polimeria** este determinarea ereditară a unui și aceluiași caracter prin interacțiunea simultană a mai multor gene nealele (numite polimere). Genele polimere se notează cu o singură literă din alfabetul latin cu specificarea indicelui pentru fiecare pereche. După tipul polimeriei se moștenesc multe caractere cantitative: lungimea spicului la graminee, numărul de boabe în spic, producția de lapte etc. Caracterele determinate de genele polimere sunt mai stabile și joacă un rol important în viața organismului.



Să urmărim polimeria în cazul moștenirii culorii la boabele de grâu. La încrucișarea a două soiuri de grâu cu boabe roșii și cu boabe albe (necolorate) în F<sub>1</sub> se obțin boabe cu o culoare intermediară. În F<sub>2</sub> segregarea caracterelor este următoarea: 15 părți de boabe de culoare roșie (cu diverse nuanțe) și 1 parte de culoare albă (a<sub>1</sub>a<sub>1</sub>a<sub>2</sub>a<sub>2</sub>).

$$P \quad \text{♀ } A_1A_1A_2A_2 \quad \times \quad \text{♂ } a_1a_1a_2a_2$$

$$G \quad A_1A_2 \quad \quad \quad a_1a_2$$

F<sub>1</sub>

♀	♂	a <sub>1</sub> a <sub>2</sub>
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>		A <sub>1</sub> a <sub>1</sub> A <sub>2</sub> a <sub>2</sub>

$$P \quad \text{♀ } A_1a_1A_2a_2 \quad \times \quad \text{♂ } A_1a_1A_2a_2$$

$$G \quad A_1A_2, a_1a_2 \quad \quad \quad A_1A_2, a_1a_2$$

$$A_1a_2, a_1A_2 \quad \quad \quad A_1a_2, a_1A_2$$

F<sub>2</sub>

♀	♂	A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> a <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> A <sub>2</sub>
A <sub>1</sub> A <sub>2</sub>		A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> a <sub>1</sub> A <sub>2</sub> a <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> a <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> a <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>
a <sub>1</sub> a <sub>2</sub>		A <sub>1</sub> a <sub>1</sub> A <sub>2</sub> a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> a <sub>1</sub> a <sub>2</sub> a <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> a <sub>1</sub> a <sub>2</sub> a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> a <sub>1</sub> A <sub>2</sub> a <sub>2</sub>
A <sub>1</sub> a <sub>2</sub>		A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> A <sub>2</sub> a <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> a <sub>1</sub> a <sub>2</sub> a <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> A <sub>1</sub> a <sub>2</sub> a <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> a <sub>1</sub> A <sub>2</sub> a <sub>2</sub>
a <sub>1</sub> A <sub>2</sub>		A <sub>1</sub> a <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> a <sub>1</sub> A <sub>2</sub> a <sub>2</sub>	A <sub>1</sub> a <sub>1</sub> A <sub>2</sub> a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub> a <sub>1</sub> A <sub>2</sub> A <sub>2</sub>

La om, genele polimere determină pigmentarea pielii, creșterea în înălțime, mărirea tensiunii arteriale.

**Modele de rezolvare a problemelor la tema „Moștenirea grupelor de sânge la om”**

1. Mama are grupa sangvină I, iar tata are grupa a IV-a. Ce grupe sangvine pot avea copiii lor.

**Rezolvare**

Se dă:

$$P \quad \text{♀ } I^0 I^0;$$

$$P \quad \text{♂ } I^A I^B$$

F<sub>1</sub>-?

$$P \quad \text{♀ } I^0 I^0 \quad \times \quad \text{♂ } I^A I^B$$

$$G \quad I^0 \quad \quad \quad I^A, I^B$$

F<sub>1</sub>

♀	♂	I <sup>A</sup>	I <sup>B</sup>
I <sup>0</sup>		I <sup>A</sup> I <sup>0</sup>	I <sup>B</sup> I <sup>0</sup>

Răspuns: Copiii pot avea grupa a II-a (I<sup>A</sup>I<sup>0</sup>) sau grupa III-a (I<sup>B</sup>I<sup>0</sup>)

2. Prezența Rh<sup>+</sup> este un caracter dominant, iar lipsa lui – caracter recesiv. O femeie cu Rh<sup>-</sup> s-a căsătorit cu un bărbat cu Rh<sup>+</sup>, heterozigot după acest caracter. Care este probabilitatea nașterii în această familie a unui copil cu Rh<sup>-</sup> ?

**Rezolvare**

Se dă:

Rh<sup>+</sup>-dominant

Rh<sup>-</sup>recesiv

$$P \quad \text{♀ } Rh^+ Rh^-; \quad \text{♂ } Rh^+ Rh^-$$

F<sub>1</sub> % Rh<sup>-</sup> Rh<sup>-</sup> -?

1. P<sub>♀</sub> Rh<sup>-</sup> Rh<sup>-</sup> ♂ Rh<sup>+</sup> Rh<sup>-</sup>  
 G Rh<sup>-</sup> Rh<sup>+</sup>, Rh<sup>-</sup>  
 F<sub>1</sub>

♀	♂	Rh <sup>+</sup>	Rh <sup>-</sup>
Rh <sup>-</sup>		Rh <sup>+</sup> Rh <sup>-</sup>	Rh <sup>-</sup> Rh <sup>-</sup>

2. Calculăm probabilitatea nașterii unui copil cu genotipul Rh<sup>-</sup> Rh<sup>-</sup>  
 2 părți-----10%  
 1 parte -----x%  
 x = 50%

Răspuns: În această familie probabilitatea nașterii copiilor cu genotipul Rh<sup>-</sup> Rh<sup>-</sup> este de 50%.

### Tema 6. Variabilitatea organismelor

**Variabilitatea** este proprietatea organismelor vii de a dobândi caractere noi sub acțiunea factorilor mediului. Datorită variabilității există deosebiri fenotipice și genotipice ale indivizilor aceleiași specii sau dintre specii diferite. În natură apar în mod spontan indivizi cu însușiri deosebite, numite *variații individuale*. De exemplu, părinții au ochi căprui, iar copilul are ochi albaștri, musculița drosofila cu aripi lungi are urmași cu aripi scurte, o lea cu floare roșie poate avea descendenți cu flori roze, galbene sau alte culori.

În funcție de factorii declanșatori, deosebim două forme de variabilități: *neereditară* (modificativă) și *ereditară*.

**6.1. Variabilitatea neereditară** include variații individuale ce apar sub influența condițiilor de mediu (temperatură, lumină, hrană etc.), fără a schimba materialul ereditar. Acest tip de variabilitate nu are o semnificație evolutivă, dar asigură adaptarea organismului la condițiile concrete de viață.

Botanistul francez G. Bonnier a demonstrat experimental că în cazul organismelor cu același genotip modificările fenotipice sunt generate de condițiile mediului, iar aceste variații individuale nu se transmit prin ereditate. El a tăiat rădăcina unei pădăii în două părți egale. O jumătate a sădit-o pe șes, iar cealaltă, în regiune muntoasă. Din fiecare butaș de rădăcină a crescut câte o plantă de pădăie. Organele plantei de pe șes erau mai mari și mai dezvoltate. Deși plantele aveau același genotip, fenotipul era diferit din cauza condițiilor diferite de viață. Când ambele plante au ajuns la maturitate, savantul a colectat semințe de la fiecare și le-a semănat în habitatul lor natural. Din semințe s-au dezvoltat plante de pădăie care, practic aveau același fenotip.

Variabilitatea modificativă poate fi studiată la plantele săgeata-apei, floarea broștească.

**Norma de reacție.** Varietatea unui caracter nu este nelimitată. De exemplu, un pin nu poate atinge înălțimea unui eucalipt (120 m). Amplituda variației fenotipice este limitată de *norma de reacție*. Prin urmare, organismul moștenește nu un caracter concret, ci limitele de variație ale caracterului dat, care constituie norma de reacție. Pentru fiecare caracter este specifică o anumită normă de reacție. De exemplu producția de lapte a unei vaci de o anumită rasă, în condițiile naturale, poate varia în limitele 800-2500 l; lungimea spicului la un anumit soi de grâu, variază între 6 și 15 cm.

Norma de reacție s-a conturat pe parcursul evoluției în urma selecției naturale. Ea depinde de un șir de factori: nivelul de organizare a individului inițial, diversitatea condițiilor de mediu, genotipul. Extinderea limitei normei de reacție a unui caracter poate fi făcută prin crearea de noi rase de animale și soiuri de plante cu genotipuri îmbunătățite.

#### **Legitătțile statistice ale variabilității modificative**

Cunoașteți, că una din cauzele variabilității modificative este acțiunea factorilor de mediu asupra organismului în timpul dezvoltării individuale. De exemplu, analizând frunzele unui

copac observăm că dimensiunile acestora variază foarte mult. Dacă vom colecta frunzele plantei și le vom aranja în ordinea creșterii lungimii, vom obține *șirul variabilității caracterului respectiv*, numită *serie variațională*. Reprezentând grafic variabilitatea caracterului, obținem *curba variațională*. Ea ne ajută să determinăm valoarea medie a caracterului care variază în funcție de factorii mediului. Cu cât condițiile de mediu sunt mai variate, cu atât mai pronunțată este variabilitatea modificativă și, respectiv, cu atât mai lungă este seria variațională. Totodată, vom lua în considerație că amplitudinea variației modificative (norma de reacție) depinde de genotipul organismului.

**6.2. Variabilitatea ereditară** reprezintă totalitatea de variații individuale care apar la indivizii populației ca rezultat al afectării structurii genotipului. Aceste variații sunt transmise prin ereditate și au o importanță deosebită în procesul evolutiv. Ele asigură populația cu material de bază (heterogenitate genetică), pe fondul căreia are loc selecția naturală. Variabilitatea ereditară poate fi combinativă și mutațională.

**Variabilitatea combinativă** reprezintă procesul de obținere a noi varietăți de genotipuri rezultat din contopirea gameților în timpul fecundației. Sursele varietății combinative sunt:

- recombinația intracromozomială (crossing over);
- recombinația intercromozomială care include separarea independentă a cromozomilor în meioza și combinarea lor întâmplătoare la fecundație. Acest tip de variabilitate asigură permutarea permanentă a genelor. În așa mod apar organisme cu genotipuri și fenotipuri noi, genele rămânând nemodificate.

**Variabilitatea mutațională** este procesul de obținere a noi varietăți de genotipuri ca urmare a mutațiilor. *Mutație* (lat. mutatio-schimbare) reprezintă modificarea structurii și funcției cromozomului, unei părți a cromozomului sau a genei. Există mutații spontane (provocate de factori naturali) și mutații artificiale sau induse (provocate de om). În funcție de caracterul modificării aparatului genetic, deosebim mutații genomice, cromozomiale și genice.

*Mutațiile genomice* duc la modificarea numărului de cromozomi. Din acest tip de mutații face parte *poliploidia* și *heteroploidia*.

*Poliploidia* este multiplicarea garniturii de cromozomi. Ca rezultat se obțin organisme triploide ( $3n$ ), tetraploide ( $4n$ ) etc. Poliploidii se clasifică în două grupe: autopoliploizi, dacă seturile de cromozomi provin de la aceeași specie, și alopoliploizi, dacă se moștenesc de la specii diferite. Apariția organismelor poliploide este consecința dereglării procesului de separare și migrare a cromozomilor spre polii celulei în meioză și mitoză. Acest proces poate fi provocat de factori fizici sau chimici. Poliploidia se întâlnește des la plante, mai rar la animale. Plantele poliploide au organele vegetative și generative mai mari, ușor se adaptează la condițiile nefavorabile ale mediului.

Efectul alopoliploidiei se aplică la crearea a noi soiuri de plante de cultură. De exemplu, grâul cultivat (*Triticum aestivum*) este hexaploid  $2n=42$ , și a fost obținut în urma hibridării a trei specii diferite: *Triticum monococcum* ( $2n=14$ ) a fost încrucișat cu *Aegilops speltoides* ( $2n=14$ ). Hibridul obținut s-a încrucișat cu o altă specie *Aegilops squarosa* ( $2n=14$ ) rezultând un hibrid steril cu 21 de cromozomi (14 de la hibridul anterior și 7 de la *Aegilops squarosa*). Prin dublarea numărului de cromozomi, acest hibrid a devenit *Triticum aestivum*  $2n=42$ .

Triticale  $2n=56$  este un hibrid octaploid creat de om prin încrucișarea grâului *Triticum aestivum* ( $2n=42$ ) cu secara *Secale cereale* ( $2n=14$ ). Acest hibrid valoros a moștenit de la grâu calități înalte de panificație, iar de la secară, rezistența la temperaturi joase.

Prin această metodă au fost create linii poliploide de sfeclă-de-zahăr, trifoi, pepene verde etc.

*Heteroploidia* este adăugarea sau lipsa unui cromozom (sau câțiva) față de setul haploid normal. Heteroploidia este generată de dereglările în separarea cromatidelor surori în mitoză sau a cromozomilor omologi în meioză. Exemple de heteroploidie pot fi: trisomia ( $2n+1$ ), monosomia ( $2n-1$ ). Heteroploidia a fost descrisă la porumb, grâu, tutun, șoareci, bovine.

*Mutațiile cromozomiale* sunt determinate de modificările structurale ale acestora. Există mai multe forme de mutații cromozomiale:

*Deleție* - pierderea unui sau mai multor locusuri de pe un cromozom;  
*Duplicație* - dublarea unui fragment într-un cromozom pe contul fragmentului cromozomului omolog;

*Inversie* - răscucirea unui segment de cromozom cu 180°;

*Translocație* - transferul unui segment de cromozom la capătul aceluiași cromozom sau a altui cromozom neomolog.

*Mutațiile genice* afectează structura și funcțiile genelor. Ele sunt condiționate de schimbarea ordinii nucleotidelor în molecula de ADN. În consecință are loc sinteza unei proteine cu proprietăți modificate care ulterior determină apariția unui caracter nou.

Mutațiile genice pot fi provocate de razele ultraviolete, radiația ionizantă, substanțe chimice (formalină, colchicină, pesticide, metale grele), organisme (virusuri).

### Lucrare practică

**Tema:** Influența factorilor abiotici asupra fenotipurilor unor plante

**Materiale necesare:** câteva plante de săgeata-apei, urechelniță, o lupă, un microscop, o lamelă.

1. Influența apei și aerului asupra structurii frunzelor de săgeata-apei.

**Mod de lucru:** Studiați plantele de săgeata-apei și observați forma frunzelor din apă, de la suprafața apei și din aer. Examinați-le la microscop și observați numărul și localizarea stomatelor. Găsiți o plantă de săgeata-apei crescută pe uscat, la umbră. Observați forma frunzelor. Ierbarizați o plantă cu toate trei tipuri de frunze și planta crescută pe uscat.

Cum se numește fenomenul observat la plantă. Ce rol joacă el în viața plantei. S-a stabilit că există 3 tipuri de gene care determină forma frunzei la săgeata-apei.

Formulați concluzii și scrieți-le în caiet. Desenați tipurile de frunze observate la plantă.

2. Influența intensității luminii asupra creșterii urechelniței.

**Mod de lucru:** Răsădiți câteva plantule de urechelniță pe un lot experimental (sau ghiveci). Acoperiți fiecare plantă cu un borcan de sticlă. Înveliți unul din borcane cu 2-3 straturi de tifon. Măsurați în fiecare săptămână lungimea tulpinilor la plante. Analizați rezultatele experienței și formulați concluzii.

## Tema 7. Biotehnologii

### 7.1. Biotehnologiile tradiționale

**Biotehnologia** este știința care se ocupă de studierea metodelor de obținere a produselor utile omului pe contul organismelor vii, al țesuturilor sau al celulelor, precum și perfecționarea genetică și obținerea de noi soiuri de plante, rase de animale, tulpini de microorganisme.

Din cele mai vechi timpuri oamenii utilizau (inconștient) microorganismele (bacteriile, ciupercile de mucegai) pentru producerea unor alimente, băuturi, țesături etc. Ei foloseau tehnici tradiționale de cultivare a microorganismelor care, în mare parte, se utilizează și astăzi. Această știință a progresat mult odată cu dezvoltarea biologiei moleculare, biochimiei, geneticii.

Din biotehnologiile tradiționale fac parte microbiologia industrială și biochimia tehnică.

Produsele obținute de om prin biotehnologii tradiționale.

Domeniul biotehnologiei	Produsele obținute
Microbiologia industrială	Vitamine, hormoni, antibiotice, enzime, proteine furagere, alimente, băuturi, dizolvanți organici, combustibil (biogaz)
Biochimia tehnică	Proteine monoclonale, enzime, hormoni, vaccinuri, interferon, pigmenti, solvenți, ATP

### 7.2. Biotehnologiile moderne.

Grație descoperirilor în genetica moleculară, biochimie, microbiologie, acum 40 de ani au fost puse bazele biotehnologiilor moderne. Tehnicile elaborate oferă posibilitatea de a realiza manipulări la nivel de celulă, cromozom sau genă. Din biotehnologiile moderne vom studia *ingineria celulară, cromozomială, genică*.

**Ingineria celulară** este des utilizată în ameliorarea organismelor. Din metodele ingineriei celulare fac parte hibridizarea somatică, haploidia, selecția celulară etc. Unele dintre aceste metode le vom studia la tema ameliorarea organismelor. Să urmărim procesul de obținere, în baza ingineriei celulare, a hibridului dintre cartof și roșie.

**Ingineria cromozomială.** Cu ajutorul metodelor și tehnicilor moderne se pot substitui unii cromozomi sau fragmente de cromozomi, se pot adăuga alții noi de la aceeași specie sau de la altă specie. De exemplu, prin această metodă s-a realizat ameliorarea unui soi de grâu rezistent la boli, la polignire, cu productivitate înaltă, dar cu boabe sărace în gluten. Substituind perechea de cromozomi omologi pe care este situată gena responsabilă de conținutul de gluten, cu perechea omoloagă de la alt soi, la care boabele au un conținut sporit de gluten, a fost obținut un nou soi care întrunește toate calitățile dorite.

**Ingineria genică** se ocupă cu izolarea, sinteza și transferul genelor de la o specie la alta în scopul obținerii de organisme cu însușiri noi. Au fost elaborate metode și tehnici speciale pentru valorificarea moleculelor recombinante (hibride) de ADN, studierea manifestării genei în celula gazdă.

***Transferul de gene se realizează în câteva etape:***

1. Separarea cu ajutorul enzimelor specifice, numite restrictaze a genelor (fragmente de ADN) din cromozomul unei specii. Aceste enzime sunt produse de bacterii și au însușirea de a recunoaște în ADN o anumită secvență de nucleotide, separând gena aleasă.
2. Unirea fragmentelor de ADN într-o moleculă unică recombinată și includerea ei în structura plasmidei, sau a unui alt vector, cu ajutorul enzimelor ADN-ligaze.
3. Transferul moleculei recombinante de ADN plasmidic în celula gazdă.
4. Studierea manifestării genei în celula gazdă.

Cu ajutorul ingineriei genice s-a reușit obținerea industrială a interferonului, hormonului insulina umană și hormonului de creștere.

Schema obținerii insulinei umane prin ingineria genică

1. Obținerea moleculei recombinante de ADN ce conține gena insulinei umane.
2. Includerea genei insulinei în corpul bacteriilor (*Escherichia coli*).
3. Producerea insulinei de către celulele bacteriene.

## Capitolul 6. Evoluția organismelor pe Terra

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

Francesco Ayala.

### Tema 1. Dezvoltarea concepțiilor evoluționiste

### Tema 2. Dovezile evoluției

### Tema 3. Mecanismul evoluției

### Tema 4. Ameliorarea organismelor

### Tema 5. Apariția și dezvoltarea vieții pe Pământ

### Tema 1. Dezvoltarea concepțiilor evoluționiste

#### 1.1. Noțiuni de evoluție

**Evoluția** reprezintă un proces a dezvoltării continue în natură care prin schimbări cantitative neînsemnate, asigură transformări calitative radicale. Evoluției sunt supuse atât componentele naturii, cât și componentele societății. Bunăoară, cunoaștem despre evoluția Universului, evoluția sistemului solar, evoluția biologică, evoluția sistemului educațional.

**Evoluția biologică este dezvoltarea istorică ireversibilă a organismelor vii prin acumularea variațiilor ereditare folositoare datorită selecției naturale.** Termenul de **evoluție** (lat. evoluġio-a (se) desfășura) a fost propus de naturalistul elvețian Ch. Bonnet în anul 1762.

În urma procesului evolutiv are loc creșterea treptată a nivelului de organizare a ființelor vii, sporirea adaptabilității organismelor la condițiile de viață, care pot duce la formarea de noi varietăți sau unități sistematice (specii, genuri, clase, filumuri).

În istoria dezvoltării concepțiilor evoluționiste se disting trei perioade esențiale: perioada predarwinistă, apariția teoriei darwiniste și perioada postdarwinistă.

#### 1.2. Perioada predarwinistă

Încă din timpuri străvechi, omul se întreabă: “Cum au apărut organismele pe Pământ?”. De-a lungul istoriei au fost elaborate mai multe concepții, teorii, care încearcă să răspundă la această întrebare dificilă. Fenomenul evoluției biologice a generat discuții aprinse între susținătorii celor două concepții filozofice – idealist și materialist, discuții care continuă și astăzi.

În perioada predarwinistă majoritatea biologilor împărtășeau ideile *creaționismului*. De exemplu, C. Linne scria în lucrările sale: „Tot ce vedem, minerale, plante, animale, natura întregă este opera creatorului atotputernic. Specii sunt atâtea câte au fost create inițial și rămân invariabile în timp”. C. Linne clasifică lumea vegetală în 24 de clase: 23 de clase includ plante cu flori și o clasă-plante fără flori. Lumea animală o grupează în 6 clase: mamifere, păsări, reptile și amfibieni, pești, insecte și viermi. Spre sfârșitul vieții C. Linne admite posibilitatea apariției unor specii din altele ca rezultat al încrucișării sau al acțiunii factorilor de mediu.

La sfârșitul sec. al XVIII-lea, odată cu publicarea lucrărilor savanților francezi Buffon și Lamarck, apare curentul *transformismul* – un sistem de concepții despre transformarea organismelor sub influența factorilor de mediu. Buffon susținea că totul se transformă în Univers, pe Pământ, se transformă și organismele, inclusiv omul. Concepțiile transformiste s-au cristalizat într-o teorie elaborată pentru prima dată de naturalistul francez Jean-Baptiste Lamarck (1744-1828). După ce a abandonat cariera militară, Lamarck a studiat mulți ani plantele și a publicat Enciclopedia botanică, iar la vârsta de 49 de ani acceptă funcția de șef al secției de nevertebrate a Muzeului de Istorie Naturală din Paris. Aici el studiază cu pasiune colecția bogată de animale nevertebrate. În urma acestei activități Lamarck, care până atunci era înclinat spre fixism, ajunge la generalizări importante, devenind evoluționist. În anul 1809 apare lucrarea principală a lui Lamarck „Filozofia zoologiei” în care este expusă pe larg concepția sa evoluționistă și care reprezintă momentul de întemeiere a evoluționismului în biologie. Savantul admite generația spontană a viețuitoarelor cu organizare simplă și susține transformarea unor specii în altele. El a observat că speciile de plante din regiunile nordice, pe măsura deplasării lor

spre sud se schimbă treptat, căpătând însușiri specifice plantelor sudice. Aceasta i-a sugerat ideea variabilității speciilor. Lamarck a alcătuit un sistem al animalelor în care a încercat să le grupeze după gradul de rudenie. El clasifică animalele în 14 clase în ordine crescândă a nivelului de organizare:

*Animale nevertebrate:*

Infuzori, polipi, radiari, viermi, insecte, arahnide, crustacei, anelide, ciripede, moluște.

*Animale vertebrate:*

Pești, reptile și amfibieni, păsări, mamifere.

Ideile ce țin de mecanismul evoluției organismelor sunt sintetizate de Lamarck în două legi.

*Legea exersării sau neexersării organelor.* Organele noi apar ca răspuns la acțiunea factorilor de mediu, iar dimensiunile lor sunt proporționale cu folosirea sau nefolosirea acestora.

*Legea moștenirii caracterelor dobândite.* Acele caractere necesare, organe, părți ale corpului dobândite de organism, se păstrează pe calea înmulțirii la noii indivizi (se moștenesc).

Lamarck ilustrează aceste legi cu mai multe exemple: atrofierea ochilor la cârtiță, lipsa picioarelor la șerpi, gâtul lung la girafă, limba lungă la ciocănitoare.

El încearcă să explice că exersarea poate determina și apariția treptată a unor organe cu totul noi. De exemplu, dezvoltarea coarnelor la animalele cornute, în urma luptelor dintre indivizi.

Ideile savantului conform cărora evoluția are loc datorită unei „tendințe interne a perfecționării” spre un anumit scop, proprie tuturor ființelor vii, că apariția adaptărilor este rezultatul influenței directe a factorilor mediului, iar schimbările organismului sunt, obligatoriu, doar folositoare și se transmit prin ereditate, au fost respinse atât de Darwin, cât și de biologia modernă.

### 1.3. Teoria darwinistă a evoluției

În prima jumătate a secolului al XIX-lea se acumulase un vast material științific teoretic și experimental, suficient pentru elaborarea teoriei evoluționiste. Era nevoie de un savant, de un om curajos cu o minte genială, capabil de a realiza acest lucru. Un asemenea savant a fost **Charles Darwin** (1809-1882). Apariția lucrărilor marelui naturalist englez *Charles Darwin* a constituit o etapă revoluționară în dezvoltarea concepțiilor evoluționiste. El a reușit să creeze și să argumenteze o teorie științifică numită *darwinismul*.

În anul 1831 tânărul Darwin, proaspăt absolvent al facultății de teologie a Universității Cambridge, este înrolat în calitate de naturalist pe vasul *Beagle*, care se pregătea pentru o călătorie în jurul lumii. Darwin a plecat în călătorie fiind adept al conceptului fixității speciilor. Dar el avea câteva calități deosebite, de a nu fi subjugat de idei preconceptuate, de a fi cinstit cu alții și cu sine însuși.

Pe durata călătoriei Darwin a efectuat numeroase observații în domeniul geologiei, geografiei, paleontologiei, biologiei. Cu pasiune și multă răbdare a acumulat informații utile care ulterior i-au cristalizat diferite idei, ipoteze ce au constituit piatra de temelie a teoriei evoluționiste.

Încă la începutul expediției, făcând numeroase observații geologice, el s-a convins de veridicitatea teoriei formării lente a scoarței terestre, renunțând la teoria catastrofelor.

Ulterior, studiind resturile fosile din America de Sud, Darwin ajunge la concluzia, că atât animalele fosile, cât și cele contemporane au origine comună, sunt înrudite deoarece prezintă multe însușiri comune. Pe insulele arhipelagului Galapagos el a găsit numeroase specii de păsări, broaște țestoase, șopârle care nu se întâlnesc nicăieri în altă parte. Aceste animale se aseamănă mult cu speciile întâlnite pe continentul sud-american. Concluzia tânărului cercetător a fost următoarea: deoarece insulele sunt de origine vulcanică, speciile de animale au ajuns aici venind de pe continent și, probabil, s-au schimbat treptat datorită condițiilor noi de viață.

În Australia Darwin a studiat mamiferele marsupiale și monotreme care în alte locuri dispăruse demult. El încearcă să explice acest fenomen înaintând ipoteza cu privire la rolul izolării geografice în dezvoltarea independentă a viețuitoarelor și supraviețuirea acestora.

Cu scopul verificării ipotezelor, Darwin realizează observații și acumulează date geografice care i-au permis să releve legitățile răspândirii organismelor după zonele geografice. Efectele izolării geografice și consecințele introducerii de către om a unor specii noi pe continentul american au făcut să încolțească ideea transformistă. Încă în timpul expediției, Darwin a făcut primele note despre originea speciilor. Începând cu această perioadă, scopul principal al activității sale științifice a devenit acumularea dovezilor pentru a explica mecanismul originii noilor specii în natură.

După 5 ani de călătorie, Darwin s-a întors în țară aducând câteva colecții bogate de plante, animale, minerale. În scurt timp după întoarcere, în anul 1842, prezintă o scurtă schiță referitoare la teoria selecției naturale pe care o argumentează prin dovezi convingătoare.

Urmează aproape 20 de ani de cercetări științifice, de analiză minuțioasă a colecțiilor acumulate în expediție, de studiere a literaturii de specialitate. Darwin analizează și însușește metodele utilizate de cultivatorii de plante și crescătorii de animale, studiază minuțios rezultatele obținute de ei. O mare influență asupra savantului au avut principalele descoperiri ale timpului: elaborarea teoriei celulare, sistematica organismelor, dezvoltarea agriculturii, crearea de noi soiuri de plante și rase de animale.

În anul 1859 publică lucrarea fundamentală a vieții sale „Originea speciilor” în care expune esența teoriei evoluționiste. La temelia teoriei evoluționiste, Darwin a pus câțiva factori hotărâtori (forțe motrice ale evoluției): **variabilitatea, ereditatea și suprapopulația**, care duc la **lupta pentru existență și selecția naturală**.

*Principiile de bază ale teoriei evoluționiste sunt următoarele:*

1. Organismele nu au fost create de o forță supranaturală. Ele apar pe cale naturală, încet și permanent, se modifică structural și funcțional, în corespundere cu condițiile mediului de viață.
2. Fiecare specie este capabilă să se înmulțească nelimitat.
3. Resursele vitale limitate și condițiile de viață nefavorabile sunt cauzele incapacității indivizilor unei specii de a supraviețui și de a se înmulți nelimitat. Un număr mare de indivizi pier în *lupta pentru existență* și nu lasă urmași.
4. Moartea sau supraviețuirea în lupta pentru existență poartă un caracter selectiv. Indivizii unei specii se deosebesc între ei printr-un șir de particularități individuale, care apar datorită *variabilității*. Supraviețuiesc și lasă urmași acei indivizi care se adaptează mai bine la condițiile concrete ale mediului de viață. Acest proces a fost numit de Ch.Darwin *selecție naturală*.
5. Sub acțiunea selecției naturale grupele de indivizi ale unei specii, din generație în generație, acumulează diverse schimbări adaptive grație eredității. Treptat indivizii cei mai bine adaptați la noile condiții ale mediului se transformă în specii noi.

Ulterior, apare lucrarea „Variația animalelor domestice și a plantelor de cultură” (1869) în care autorul descrie legitățile evoluției raselor de animale domestice și a soiurilor de plante de cultură. În lucrarea „Originea omului și selecția sexuală” (1871) Darwin a dezvoltat ideile evoluționiste și a aplicat teoria evoluției pentru a explica originea animală a omului.

#### **1.4. Perioada postdarwinistă. Teoria sintetică a evoluției**

Perioada postdarwinistă poate fi caracterizată prin interesul sporit față de teoria evoluționistă elaborată de Ch.Darwin. Au fost revăzute toate ramurile biologiei (sistematica, paleontologia, embriologia etc.), care treptat încep să se dezvolte în baza teoriei evoluționiste. Unul dintre susținătorii teoriei evoluționiste a fost biologul german *Ernst Haeckel* (1834-1919). În anul 1862 publică lucrarea „Monografia radiolarilor” în care aplică pentru prima dată teoria evoluționistă la studiul unui grup de organisme, construind un prim arbore filogenetic al radiolarilor. El demonstrează prin experiența personală că sistematica bazată pe teoria evoluționistă a pornit pe un drum nou, devenind filogenetică.

Un adept fidel al darwinismului a fost ilustrul biolog român Emil Racoviță (1868-1947). În lucrarea „Evoluția și problemele ei” savantul român scrie „Evoluția este un fapt- rămân în



discuție căile pe care se realizează ea”. Totodată apar și curente care promovează ideile antidarwiniste.

În anii 40 ai sec. al XX-lea a fost elaborată *teoria sintetică modernă a evoluției*. Termenul de „teorie sintetică” a fost preluat din titlul lucrării evoluționistului englez Huxley „Evoluția: sinteza contemporană” (1942). Această teorie rezultă din sinteza mai multor științe (zoologia, sistematica, paleontologia).

#### **Principalele postulate ale teoriei sintetice a evoluției:**

1. Materialul primar pentru evoluție îl reprezintă *mutațiile* (de regulă cele genice). Variabilitatea mutațională poartă un caracter spontan și nedirijat.
2. Forța motrice de bază a evoluției este *selecția naturală* care se realizează în baza *luptei pentru existență*.
3. Cele mai mici unități ale evoluției sunt *specia și populația*.
4. Evoluția este un proces continuu și îndelungat.

## **Tema 2. Dovezile evoluției lumii vii**

Datele cercetărilor științifice confirmă ipoteza că organismele terestre actuale au origine comună, ele descind din una sau câteva forme ancestrale. În dezvoltarea istorică, estimată la peste 3 miliarde de ani, materia vie a evoluat de la protobionți până la organismele actuale, ce numără circa 8 mln de specii, dintre care aproximativ 3 mln sunt descrise și clasificate.

Unitatea și diversitatea lumii vii ne dovedesc că evoluția biologică este o realitate incontestabilă. De-a lungul erelor geologice, grație funcționării mecanismului eredității a fost asigurată unitatea materiei vii. Așa se poate explica de ce organismele vii au trăsături fundamentale comune. Datorită variabilității, luptei pentru existență și selecției naturale apar forme noi, variații, specii noi de organisme. Așadar, marea diversitate a organismelor vii de pe Pământ este rezultatul procesului complex și îndelungat al evoluției biologice.

Dovezile pe care se bazează știința contemporană pentru a argumenta existența evoluției biologice sunt de două tipuri: **naturale**, numite și **indirecte** oferite de științele biochimia, citologia, anatomia comparată, embriologia, paleontologia etc., și dovezi **experimentale**, numite și **directe**, care sunt puse la dispoziție de genetică, evoluționism, selecție etc.

### **2.1. Dovezi ale biochimiei, biologiei moleculare și citologiei**

Materia vie de pe Pământ are un fundament fizico-chimic comun. În compoziția chimică a organismelor predomină practic aceleași elemente chimice. Investigațiile savanților au demonstrat că aceleași elemente chimice sunt regăsite și în structura scoarței terestre, dar în raport diferit.

Apa și sărurile minerale sunt indispensabile vieții. Cunoașteți, că în organismele vii apa se conține în proporție de 70-80%, fiind cea mai solicitantă substanță. Apariția și existența vieții este condiționată de prezența apei în stare lichidă și a sărurilor minerale.

Substanțele organice din care sunt construite organismele vii sunt asemănătoare. Totodată acestea prezintă și unele diferențe la nivelul structurii moleculare. De exemplu, molecula acizilor nucleici (ADN și ARN) este formată din 4 tipuri de nucleotide. De la o specie la alta diferă doar ordinea nucleotidelor în moleculele de acizi nucleici.

Proteinele sunt alcătuite din 20 de aminoacizi. Unirea aminoacizilor în procesul de biosinteză se face conform programului genetic al fiecărui organism. Codul genetic este universal (aceeași codoni codifică aceeași aminoacizi la toate organismele).

ATP (Adenozintrifosfat) este molecula ce are însușirea de a conserva și de a transforma energia, constituind o sursă universală de energie pentru toate organismele vii.

Clorofila „a” algală, bacterioclorofila (catalizatori în procesul de fotosinteză) și hemul (catalizator în respirație) conțin inelul porfirinic. Mecanismele moleculare ale metabolismului sunt asemănătoare, indiferent de natura organismului.

Toate organismele vii (cu excepția virusurilor) au organizare celulară. Asemănările celulelor tuturor organismelor ne vorbesc despre unitatea materiei vii. Existența unor deosebiri în

compoziția chimică, structura și funcțiile celulelor este rezultatul evoluției divergente a viețuitoarelor. Analizând structura celulei și procesele vitale (biosinteza, respirația și reproducerea celulară) constatăm că acestea sunt cu atât mai asemănătoare, cu cât speciile studiate sunt mai înrudite.

## 2.2. Dovezi ale anatomiei comparate

Anatomia comparată ne oferă mai multe dovezi ale evoluției organismelor, dintre care vom analiza următoarele: prezența organelor omoloage și anoloage, prezența organelor rudimentare și a atavismelor.

*Organele omoloage* au origine comună și un plan unic de organizare, dar îndeplinesc funcții diferite și au formă diferită. De exemplu, membrele la unele vertebrate: mâna omului, piciorul calului, paleta delfinului, aripa liliacului. La plante organe omoloage sunt: tuberculii la cartof și cărceii la vița – de – vie (lăstari modificați). Organele omoloage sunt rezultatul adaptării organismului și a evoluției divergente, desfășurată în condiții deosebite ale mediului de viață.

*Organele anoloage* au origine diferită și un plan diferit de organizare, dar îndeplinesc funcții asemănătoare și au formă similară. De pildă, înotătoarele peștelui și paleta delfinului, aripile insectelor și aripile liliacului. La plante, organe anoloage sunt: tuberculii la cartof (tulpini modificate) și rădăcinile tuberizate la gherghină; ghimpii la păducel (lăstari modificați) și ghimpii la barbaris (frunze modificate); cărceii la mazăre (frunze modificate) și cărceii la vița – de – vie (lăstari modificați). Organele anoloage sunt rezultatul adaptării organismelor și a evoluției convergente, desfășurată în condiții asemănătoare ale mediului de viață.

*Organele rudimentare* sunt organe care îndeplineau funcții importante la organismele primitive, iar la cele evolute și-au pierdut semnificația biologică. Exemple de organe rudimentare: a doua pereche de aripi la diptere, dinții la furnicar, apendicele vermicular, membrana nictitantă a ochiului și mușchii urechii la om.

*Atavismele* reprezintă organe caracteristice strămoșilor speciei respective, dar care pe parcursul evoluției au dispărut. Exemple de atavisme la om: prezența cozii externe și a mai multor mameloane, creșterea excesivă a părului pe corp. Prezența la unii indivizi a atavismelor indică legăturile de rudenie dintre speciile ancestrale sau dispărute și cele actuale.

## 2.3. Dovezi ale embriologiei

Studiind etapele dezvoltării embrionare, savanții au descoperit mai multe dovezi care confirmă evoluția organismelor vii. Bunăoară, s-a constatat că toate organismele pluricelulare își încep dezvoltarea embrionară de la o celulă, numită zigot. În dezvoltarea animalelor, după etapa de zigot urmează stadiile de blastulă, gastrulă, embrion didermic sau tridermic. Comparând embrionii de la diferite clase de vertebrate, constatăm că în primele faze aceștea se aseamănă foarte mult între ei. Regiunile corpului au practic aceeași formă, sunt prezente primordiile coardei, a fantelor branhiiale, membrilor etc. În această etapă este dificil de a determina căror clase aparțin respectivii embrioni.

În următoarele faze deosebiriile dintre embrioni se accentuează și apar caractere comune ale clasei din care fac parte. Mai târziu se conturează caracterele distincte ale ordinului, familiei și, spre sfârșitul embriogenezei, fiecare embrion capătă însușirile caracteristice speciei.

Studiind dezvoltarea embrionară a animalelor, savantul german E. Haeckel a elaborat **legea biogenetică**, conform căreia dezvoltarea individuală a organismelor (ontogeneza) reproduce etapele principale ale dezvoltării speciei (filogeneza). De exemplu, mormolocii amfibienilor au coadă, ca și strămoșii lor. Larvele de fluturi se aseamănă cu viermii, iar protalul ferigilor are însușiri comune cu algele verzi. Embrionul cimpazeului în primele faze prezintă fante branhiiale, inimă cu un atriu și un ventricul. Ulterior, se închid fantele branhiiale, iar inima prezintă două atrii și un ventricul. Spre sfârșitul dezvoltării embrionare, apar majoritatea însușirilor caracteristice speciei (inima cu 4 camere, membre pentadactile etc.).

Evident, că în procesul de ontogeneză nu se repetă toate etapele filogenezei, care au durat milioane de ani, iar asemănările sunt doar la nivelul structurilor embrionare și nu a organismelor adulte.

## 2.4. Dovezi ale paleontologiei

**Paleontologia** este știința care studiază resturi sau urme de organisme din epocile geologice anterioare, conservate în roci. Comparând organismele actuale cu resturile fosile savanții găsesc asemănări care dovedesc legăturile de rudenie dintre acestea. În acest scop sunt studiate nu numai resturi de plante și animale, dar și de bacterii, alge etc.

Printre cele mai importante dovezi ale evoluției sunt resturile fosile ale speciilor care fac legătura dintre diferite grupe sistematice. De exemplu, *stegocefalul* este o formă de trecere de la pești la amfibieni, *arheopterixul*-de la reptile la păsări, *teriodontul*-de la reptile la mamifere. Din regnul vegetal prezintă interes *Psilofitele*, care sunt forme de trecere de la alge la plante.

Paleontologia oferă posibilitatea de a face conexiuni a viețuitoarelor dispărute cu speciile actuale de animale și plante. Acest lanț de specii contemporane împreună cu strămoșii lor, ordonate într-un șir descendent, a fost denumit de Emil Racoviță spiță (serie filogenetică). Studiind și restabilind mai multe șiruri de specii sau serii filogenetice, paleontologii, naturaliștii descoperă însuși mersul evoluției biologice. De exemplu, evoluția calului a fost restabilită pe baza de deducții după cercetarea resturilor fosile și compararea lor cu organismele actuale. Un rol important în reconstituirea unor etape ale evoluției organismelor o au fosilele vii considerate niște rămășițe ale naturii vii din epocile trecute. Din fosilele vii fac parte speciile de animale: latimeria, hateria, Roatzin, planta Ginkgo biloba.

## Tema 3. Mecanismul evoluției

### 3.1 Specia și populația-unități de bază ale evoluției

După cum cunoașteți evoluția biologică este un proces complex și de lungă durată. Pentru a înțelege mai bine etapele de formare a noilor grupe de organisme savanții analizează evoluția biologică la două niveluri: microevolutiv și macroevolutiv.

**Microevoluția** include procesele de transformare adaptivă a organismelor la nivel de populație și specie. Etapa finală a microevoluției este formarea de noi specii (speciația).

**Macroevoluția** este procesul evoluțiv de lungă durată care duce la formarea taxonilor superiori speciei (genuri, familii, ordine etc.).

**Specia este o totalitate de indivizi care au aceleași caractere ereditare (anatomice, fiziologice, genetice), se încrucișează liber, dau urmași fecunzi și ocupă un anumit areal.** Noțiunea de specie ca o categorie biologică a fost introdusă pentru prima dată de J. Ray în anul 1686. Specia este o etapă și unitatea fundamentală a procesului evolutiv. Totodată ea constituie unitatea fundamentală de clasificare în sistematica organismelor. În denumirea speciei se folosește *nomenclatura binară*. Fiecare specie este denumită prin două cuvinte în limba latină. Determinarea precisă a organismelor și includerea lor la o specie sau alta se face în baza mai multor criterii care în ansamblu caracterizează specia. De exemplu, criteriul morfologic (asemănarea indivizilor după structura externă), criteriul anatomic (similitudini după structura internă), criteriul fiziologic, citologic, biochimic, genetic, embriologic, ecologic etc.

**Populația este o grupă de indivizi ai unei specii ce se încrucișează liber între ei și trăiesc permanent pe un anumit teritoriu în cadrul arealului speciei, relativ izolați de indivizii altor grupe similare.** Unitatea genotipică a populației este determinată de încrucișarea liberă a indivizilor. Acest fenomen asigură schimbul liber și permanent de informație genetică în limitele populației și păstrarea genofondului ei. Așadar, cu toate că populațiile naturale sunt relativ omogene fenotipic, genotipic ele sunt eterogene, deoarece conțin gene alele datorită variabilității combinate și mutaționale. În ansamblu, ele constituie rezerva variabilității ereditare a populației.

În concluzie, populația este unitatea de bază a evoluției. Ea se formează în anumite condiții ecologice și poate fi caracterizată prin mai multe trăsături distincte: efectiv, areal, densitate, structură de sex și de vârstă.

Genofondul populației se caracterizează prin frecvența alelelor și genotipurilor care poate fi calculată după legea lui Hardy-Weinberg.

### Legea lui Hardy - Weinberg

Autorii legii sunt doi savanți: matematicianul englez V.Hardy și medicul german W.Weinberg. În anul 1908, studiind repartizarea genotipurilor și fenotipurilor în populații, ei au constatat următoarea legitate: **în anumite condiții, frecvența alelelor în populații nu se schimbă din generație în generație.** Astăzi, această legitate este recunoscută ca legea Hardy-Weinberg și se referă doar la așa numitele populații ideale, care au următoarele caracteristici:

1. Indivizii cu diferite genotipuri și fenotipuri au vitalitate și fecunditate egală precum și șanse egale de a se încrucișa între ei.
2. Toate tipurile de gameți au probabilitate egală de combinare reciprocă.
3. Efectivul speciei este suficient de mare.
4. Lipsește procesul mutațional și al acțiunii selecției în cadrul populației.

#### Demonstrarea legii Hardy-Weinberg

Admitem că inițial într-o populație, unde are loc încrucișarea liberă a indivizilor, există forme homozigote dominante (AA) și recesive (aa). În prima generație toți hibridii vor fi heterozigoți (Aa). Ulterior, fiecare individ heterozigot va forma două tipuri de gameți în număr egal:  $0,5A+0,5a=1$ . Conform legii segregării în generația a doua ( $F_2$ ) se vor obține hibridi în raport:  $0,25AA:0,5Aa:0,25aa$ .

Dacă analizăm frecvența alelelor dominante și recesive la hibridii din  $F_2$ , observăm că ea a rămas aceeași ca și în prima generație  $0,25AA+0,5Aa+0,25aa=1$  sau  $0,5A+0,5a=1$ . Această legitate se păstrează și în generațiile următoare.

Dacă notăm frecvanța alelei dominante cu **p**, iar a alelei recesive cu **q**, vom obține următoarea formulă a binomului:

$$(pA+qa)^2 = (p^2A+2pqAa+q^2a) = 1$$
 Ea reprezintă formula Hardy-Weinberg .

După această formulă poate fi calculată frecvanța genelor și a genotipurilor într-un șir de generații succesive din cadrul populației.

#### Problemă

Într-o populație frecvența genei **A** este de 60%, iar a genei **a** de 40%. Calculați frecvanța genotipurilor pe parcursul generațiilor următoare.

Se dă: p-60%

q-40%

AA-?; Aa-?; aa-?

#### Rezolvare:

1. Calculăm frecvanța genotipurilor posibile după formula  $(p+q)^2=p^2+2pq+q^2=1$

$$AA=0,6^2=0,36=36\%$$

$$aa=0,4^2=0,16=16\%$$

$$2Aa=2(0,6 \times 0,4)=0,48=48\%$$

Răspuns: Frecvanța genotipurilor în  $F_2$  este următoarea:

$$AA=36\%; Aa=48\%; aa=16\%$$

### 3.2.Factorii evoluției

Cunoașteți că procesul evolutiv se desfășoară sub acțiunea unor factori, numiți și forțe motrice ale evoluției. Principalii factori ai evoluției sunt: **ereditatea, variabilitatea, lupta pentru existență și selecția naturală.**

**Ereditatea** este însușirea organismelor vii de a păstra și de a transmite caracterele de-a lungul generațiilor de la părinți la descendenți. Informația necesară pentru realizarea caracterelor unui individ constituie informația ereditară (genetică) a individului dat. Această informație se păstrează în cromozomi sub formă de secvențe liniare de nucleotide ale moleculei de ADN, numite gene. Un cromozom poate să conțină câteva zeci sau chiar sute de gene. Rolul eredității în procesul evolutiv este foarte mare. Datorită eredității este asigurată unitatea lumii vii de-a lungul erelor geologice.

**Variabilitatea** este proprietatea organismelor vii de a dobândi caractere noi sub acțiunea factorilor mediului. Această însușire ajută la adaptarea organismelor și reprezintă principala forță motrice a evoluției. Datorită variabilității există deosebiri fenotipice și genotipice ale indivizilor aceleiași specii sau dintre specii diferite. În funcție de factorii declanșatori, deosebim două forme de variabilități; *neereditară* (modificativă) și *ereditară*.

*Variabilitatea neereditară* include variații individuale ce apar sub influența condițiilor de mediu (temperatură, lumină, hrană etc.), fără a schimba materialul ereditar. Acest tip de variabilitate nu are o semnificație evolutivă, dar asigură adaptarea organismului la condițiile concrete de viață.

*Variabilitatea ereditară* reprezintă totalitatea de variații individuale care apar la indivizii populației ca rezultat al afectării structurii genotipului. Aceste variații sunt transmise prin ereditate și au o importanță deosebită în procesul evolutiv. Ele asigură populația cu material de bază (heterogenitate genetică). Variabilitatea ereditară poate fi combinativă și mutațională.

*Fluxul de gene.* Cunoașteți că populațiile sunt sisteme biologice deschise. În urma procesului continuu de încrucișare dintre organisme diferite populații are loc un flux de gene care menține asemănarea genotipurilor populațiilor vecine. Datorită variabilității ereditare și a fluxului de gene, genotipurile urmașilor se deosebesc de genotipurile părinților.

**Lupta pentru existență** constituie totalitatea relațiilor ce se stabilesc între organismele unei populații și factorii mediului de viață. Se disting trei forme ale luptei pentru existență: intraspecifică, interspecifică și lupta cu factorii abiotici.

**Lupta intraspecifică** are loc între organisme ale aceleiași specii. Ea este cea mai aprigă deoarece organismele concurează pentru hrană, teritoriu etc. De exemplu, plantele concurează pentru lumină, apă. Lupta intraspecifică duce la apariția de noi varietăți și, ca rezultat, la izolarea organismelor în grupuri și eventual la formarea de noi specii.

**Lupta interspecifică** se desfășoară între populațiile diferitelor specii. Există câteva tipuri de relații dintre specii: de competiție, de antagonism, de simbioză. Ea poate duce la adaptarea speciilor la condiții diferite de viață în limitele aceluiași areal sau la eliminarea unei specii de către o altă specie concurentă.

**Lupta cu factorii abiotici** ai mediului (temperatura, umiditatea, lumina etc.) se poate încheia cu adaptarea organismelor la condițiile noi de viață sau la reducerea numărului de indivizi și dispariția unor populații.

În concluzie, lupta pentru existență constituie cauza principală a selecției naturale. Ea determină direcția selecției naturale și apariția de noi varietăți de organisme.

**Selecția naturală** reprezintă un proces continuu la nivelul populației în care se aleg organismele mai bine adaptate la condițiile concrete de viață. Cunoașteți că fenotipul este rezultatul interacțiunii dintre genotip și factorii de mediu. Selecția naturală acționează direct asupra fenotipului. Ca rezultat sunt selectate acele genotipuri care asigură dezvoltarea unor fenotipuri ce corespund cel mai bine condițiilor de existență ale populației. Există mai multe forme ale selecției naturale: motrice, stabilizatoare și disruptivă.

**Selecția motrice** are loc în cazul schimbării condițiilor mediului de viață. Ca rezultat este favorizat unul din fenotipurile extreme și sunt eliminate organismele care nu sunt adaptate noilor condiții ale mediului. Sub acțiunea selecției motrice se modifică structura genetică a populației. Exemplu clasic al selecției motrice este *melanismul industrial*. În condițiile poluării cu fum și praf a trunchiurilor de mesteceni din orașul englez Manchester, populația inițială a fluturilor din specia cotarul mesteacănului de culoare albă, a fost substituită cu o populație din fluturi de culoare întunecată.

**Selecția stabilizatoare** decurge în condiții relativ stabile ale mediului. Rezultatul acestei selecții este eliminarea din populații a formelor extreme. Ea asigură stabilitatea caracterelor deja formate și, ca rezultat, sporește asemănarea indivizilor între ei. De exemplu, după o furtună în orașul american Manhattan au fost găsite mai multe vrăbii înghețate. S-a constatat că acestea aveau aripi sau prea lungi, sau prea scurte. Cele cu lungimea medie a aripilor au supraviețuit. În populațiile umane, grupul de nou-născuți care supraviețuiesc au o greutate de 3,6 kg.

**Selecția disruptivă** acționează în populații eterogene și favorizează formele extreme. Sunt eliminate fenotipurile intermediare și ca rezultat populația se poate desface în mai multe subpopulații. Exemple de selecție disruptivă poate servi apariția de rase de pești răpitori (știuca) în unele bazine mici cu biocenoză săracă. Indivizii care cresc repede se hrănesc cu puet de știucă. Supraviețuiesc și indivizii care au reținere maximă a creșterii deoarece se hrănesc cu plancton.

### **Rezultatele microevoluției și macroevoluției**

Cunoașteți că etapa finală a microevoluției este speciația. În procesul de formare a noilor specii se disting două etape importante: apariția adaptărilor la condițiile noi de viață și formarea speciilor-fiice în baza izolării lor de specia-mamă.

**Adaptarea.** Componentele mediului de viață sunt în permanentă modificare. Viețuitoarele trebuie să se adapteze la noile condiții, în caz contrar sunt sortite pieirii. *Adaptarea* este un proces în care populația ajunge la un echilibru cu factorii din mediul de viață, ceea ce-i permite să supraviețuiască și să perpetueze în condițiile date. În cursul evoluției adaptarea se accentuează, se diversifică și devine mai specializată, mai potrivită pentru un anumit mediu și un anumit mod de viață. Schimbările adaptive pot fi diferite, începând cu modificări la nivel molecular sau celular, până la schimbări în structura și activitatea biocenozelor. Adaptarea poartă un caracter relativ și evoluează în funcție de schimbările condițiilor de viață.

Diversitatea formelor de adaptare ale organismelor. Mimicria. Demonstrația. Mascarea.

**Izolarea** constituie procesul de limitare sau blocare a schimbului de gene dintre populații. Există izolare spațială și izolare biologică. Izolarea spațială este cauzată de bariere geografice (munți, apă). Izolarea biologică este determinată de deosebirile morfo-fiziologice dintre indivizii populației, din care cauză aceștea nu se pot încrucișa sau dau naștere la urmași nedezvoltați ori sterili. Așadar, izolarea este o condiție de bază a speciației, este un fenomen necesar, dar care nu conduce întotdeauna la apariția de specii noi din cauza stabilității genotipului și rezistenței lui la schimbare.

**Speciația** este procesul de formare a unei sau a mai multor specii, pornind de la o specie preexistentă. Evenimentul se produce în cazul în care unele populații simpatrice sau alopatrice evoluează divergent față de populația parentală atât de mult încât nu mai poate avea loc încrucișarea între acestea. Apariția unei specii noi este doar o etapă calitativă a evoluției. Procesul continuă într-un șir lung de generații la nivelul macroevoluției, dând naștere la genuri, familii, ordine, clase, filumuri. În sens larg, macroevoluția poate fi numită filogeneză sau dezvoltarea vieții pe Pământ. Atât microevoluția cât și macroevoluția au loc sub acțiunea aceluiași forțe motrice: ereditatea, variabilitatea, lupta pentru existență și selecția naturală.

### **3.3. Tipurile evoluției**

Evoluția organismelor poate decurge pe diferite căi: divergenței, convergenței sau paralelismului.

**Evoluția divergentă** constă în apariția de la un strămoș comun a două sau mai multe forme (taxoni) datorită condițiilor diferite de viață și acțiunii selecției disruptive. De exemplu, apariția grupelor de mamifere acvatice (delfinul, balena), mamifere zburătoare (liliecii). După cum cunoașteți acest tip de evoluție culminează cu apariția organelor omoloage.

**Evoluția convergentă** are loc atunci când organisme neînrudite trăiesc în condiții similare și ca rezultat devin asemănătoare prin trăsături morfologice. De exemplu, rechinii și delfinii se aseamănă după forma corpului, forma înotătoarelor și a paletelor. Rezultatul acestui tip de evoluție este apariția organelor anoloage.

**Paralelismul** se observă la grupele de organisme apropiate filogenetic care evoluează în aceeași direcție și la care se dezvoltă caractere asemănătoare. De exemplu, evoluția unor grupe de insecte (coleoptere), pinipede (morse, foci), pești dipnoi.

### **3.4. Căile principale ale evoluției**

În urma procesului evolutiv are loc adaptarea maximă a organismelor la condițiile mediului de trai. Sporirea adaptabilității organismelor la condițiile de viață a fost numită de savantul rus A. N. Severtov *progres biologic*. Criteriile progresului biologic sunt: mărirea numărului de indivizi a taxonului, extinderea arealului inițial, diferențierea și sporirea numărului

grupelor sistematice. Progresul biologic poate fi realizat pe trei căi: aromorfoza, ideoadaptarea și degenerarea.

**Aromorfozele** reprezintă schimbări morfo-fiziologice de proporții care duc la sporirea nivelului general de organizare a unui grup de organisme în legătură cu trecerea la un nou mediu de viață. Exemple de aromorfoze la plante: apariția fotosintezei, ieșirea plantelor pe uscat, apariția florii și seminței, a fecundației duble. Aromorfoze la animale: apariția simetriei bilaterale a scheletului intern, membrilor articulate, inimii cu trei și cu patru camere, delimitarea a două circuite sangvine.

**Ideoadaptările** sunt schimbări evolutive mai mici care duc la formarea adaptărilor la condiții concrete ale mediului de trai. Spre deosebire de aromorfoze, ideoadaptările nu sunt însoțite de ridicarea nivelului de organizare morfo-funcțională. De exemplu, adaptarea florilor la polenizare, a semințelor la răspândire, forma corpului la pești, culoarea protectoare la animale.

**Degenerarea** reprezintă schimbări evolutive care duc la simplificarea nivelului de organizare a organismului ca rezultat al condițiilor specifice de viață. De exemplu, reducerea frunzelor la cuscută, reducerea ochilor la animalele ce trăiesc în peșteri, simplificarea aparatului digestiv la unii viermi paraziti. Evident, că aceste organisme pot supraviețui și atinge progresul biologic doar în condițiile la care sunt adaptate. Așadar, degenerarea reprezintă schimbări morfo-fiziologice care nu pun în pericol existența speciei, ci dimpotrivă pot contribui la progresul biologic.

De rând cu progresul biologic există și *regresul biologic*. În acest caz mortalitatea predomină asupra natalității și ca urmare scade numărul de indivizi și populația treptat dispare.

## **Tema 4. Ameliorarea organismelor**

### **4.1. Noțiune de ameliorare**

**Ameliorarea** organismelor este un proces de creare a unor noi soiuri de plante, rase de animale sau tulpini de microorganisme, precum și de îmbunătățire a celor existente. Baza științifică a ameliorării o constituie genetica. Scopul ameliorării este obținerea organismelor cu productivitate sporită, rezistente la boli și la condițiile nefavorabile ale mediului etc.

*Soi de plante* și rasă de animale se numește o grupă de indivizi (o populație) a unei specii, creată de om, care posedă anumite proprietăți morfologice și fiziologice, productivitate etc.

Principalele metode folosite în ameliorare sunt *încrucișarea și selecția*. Încrucișarea, după cum cunoașteți, stă la baza variabilității combinative. Bunăoară, prin încrucișarea apropiată se pot obține linii pure (homozigote). Pe când pentru extinderea spectrului de variabilitate cu scopul obținerii de noi fenotipuri, se recurge la încrucișarea îndepărtată. Ulterior, prin selecție se păstrează formele cu anumite fenotipuri și calități care corespund scopului ameliorării.

În procesul de ameliorare se disting două etape: *domesticirea și selecția*.

*Domesticirea* formelor sălbatice a început încă în timpurile preistoriei. Oamenii îmblânzeau animale sălbatice, cultivau plante pentru hrană, îmbrăcăminte. Din numeroase specii de plante sălbatice în cultură au fost introduse circa 150 de specii. Din speciile de animale au fost domestecite doar 20.

*Selecția artificială* este următoarea etapă a ameliorării organismelor. Ea constă în selecționarea conștientă și reproducerea (încrucișarea) indivizilor cu deosebite însușiri biologice. Selecția artificială poate fi: *în masă* (la nivelul populației) sau *individuală* (la nivelul fiecărui individ). Ambele tipuri de selecție artificială se folosesc la ameliorarea plantelor și animalelor.

### **4.2. Ameliorarea plantelor**

Una din principalele probleme în ameliorare este alegerea materialului inițial. El trebuie să posedă o mare diversitate genetică sau variabilitate ereditară. Cu cât este mai variat materialul inițial, cu atât sunt mai mari posibilitățile ameliorării. Având în față această sarcină, savantul rus N.Vavilov și colaboratorii săi au studiat diversitatea și răspândirea geografică a plantelor de cultură. Ei au efectuat circa 60 de expediții pe majoritatea continentelor și au adunat o colecție de câteva mii de plante. Studiind materialul colectat, N.Vavilov a elaborat *teoria centrelor de origine a plantelor de cultură*. Conform teoriei, fiecare plantă de cultură își are un centru de

origine, unde varietatea formelor genetice este cea mai mare. Majoritatea centrelor coincid cu focarele străvechi de dezvoltare a agriculturii. Colecția de plante, creată de Vavilov, se reînnoiește și se completează mereu, numărând în prezent circa 300 mii de probe. Plantele din colecție sunt folosite ca material inițial pentru ameliorare. Cu același scop în Republica Moldova a fost creată Banca Națională a Resurselor Genetice, care în prezent include circa 10 000 de genotipuri.

### **Selecția în masă**

Procesul de selecție în masă începe cu alegerea după fenotip a unui grup de indivizi care posedă caracterele dorite de selecționari. De exemplu, de pe un câmp experimental cu grâu se alege 100 de plante care au tulpina viguroasă de înălțime medie, rezistente la polignire și cu multe boabe în spic. Semințele colectate de la aceste plante vor fi semănate în anul următor pe un alt câmp. Această procedură va fi repetată câțiva ani, iar rezultatul selecției va fi pozitiv dacă plantele vor avea rezistență mai mare la polignire și productivitate mai mare decât cele inițiale.

### **Selecția individuală**

Avantajul acestui tip de selecție constă în faptul că permite o evaluare mai exactă a genotipului fiecărui individ. Analizând urmașii fiecărei plante putem alege genotipul cel mai valoros. În cazul în care planta transmite urmașilor însușirile ce ne interesează, atunci selecția individuală va fi continuată. Selecția individuală este utilizată des în cazul alegerii indivizilor după caracterele cantitative.

### **Metode tradiționale și moderne în ameliorarea plantelor**

*Utilizarea încrucișării.* Pentru a spori eficiența ameliorării plantelor, savanții îmbină selecția cu diferite tipuri de încrucișări (hibridări). Hibridarea apropiată (inbreedingul) are loc între indivizii, soiurile aceleiași specii. Este aplicată mai des la plantele cu autopolenizare pentru obținerea liniilor pure (homozigote după genele ce determină caracterul studiat). Dezavantajul acestei hibridări este trecerea unor gene mutante recesive în stare homozigotă ceea ce reduce vitalitatea organismului ori are un efect letal.

*Încrucișarea îndepărtată* (autbreedingul) se realizează între indivizii unor specii sau genuri diferite. Ea permite îmbinarea într-un organism a caracterelor moștenite de la specii sau genuri diferite. Exemple de încrucișare îndepărtată sunt obținerea hibridului dintre varză și ridiche (rafanobrasica), a hibridului dintre grâu și seacă (triticale), dintre grâu și pir. Însă, de cele mai multe ori, asemenea hibridi sunt sterili. Grație muncii îndelungate de cercetare a savanților, au fost elaborate metode de învingere a sterilității hibridilor interspecifici. Această realizare este considerată una din marile succese ale geneticii moderne.

*Utilizarea heterozisului.* După cum cunoașteți, prin autopolenizarea forțată a plantelor alogame se obțin linii pure, homozigote. Hibridii obținuți nu totdeauna posedă caractere valoroase. În schimb, la încrucișarea acestor linii pure, în prima generație se obțin hibridi cu productivitate înaltă. Acest fenomen se numește heterozis sau vigorii hibride. Manifestarea heterozisului se datorează câtorva factori: heterogenitatea după mai multe gene, interacțiunea genelor dominante utile, supradominarea etc. În practică se folosesc doar hibridii din prima generație care au o productivitate mai mare cu 30% față de formele parentale. Pe parcursul generațiilor următoare are loc segregarea în formele inițiale și efectul heterozisului dispare.

*Poliploidia.* Cunoașteți, că poliploidia este o mutație genomică și anume multiplicarea garniturii de cromozomi. Ca rezultat se obțin organisme triploide (3n), tetraploide (4n) etc. Plantele poliploide au dimensiuni mai mari, acumulează o cantitate mai mare de substanțe nutritive. Efectul autopoliploidării se aplică pe larg la crearea de noi soiuri de plante de cultură. De exemplu s-au creat plante tetraploide de grâu, cartof, sfeclă- de- zahăr. Este folosit și fenomenul aloploidiei când setul de cromozomi se formează din combinarea a două sau trei specii diferite. De pildă, crearea grâului cultivat *Triticum aestivum* (2n=42).

*Triticale* 2n=56 este un hibrid octaploid creat de om prin încrucișarea grâului *Triticum aestivum* (2n=42) cu seacă *Secale cereale* (2n=14). Acest hibrid valoros a moștenit de la grâu calități înalte de panificație, iar de la seacă, rezistența la temperaturi joase.

*Utilizarea mutagenzei experimentale în ameliorarea plantelor.*



Cunoașteți că mutațiile induse sunt provocate de om cu ajutorul radiațiilor, substanțelor chimice, virusurilor. Efectul mutagen a deschis perspective largi pentru ameliorarea plantelor. El oferă posibilitatea de a obține rapid material inițial cu o mare diversitate genetică, necesar pentru selecție și, eventual, pentru obținerea de noi soiuri de plante mai productive. Prin utilizarea mutagenezei experimentale a fost obținut mutantul indus al orzului cu tulpina joasă și productivitate înaltă, forme mai productive de grâu, cartof, orz, vița-de-vie, precum și tulpini noi de ciuperci (*Penicillium crysogenum*) cu o productivitate sporită în penicilină.

#### *Metodele moderne în ameliorarea plantelor*

Ingenieria celulară, după cum cunoașteți, include hibridizarea somatică, selecția celulară, ingineria genică etc.

*Hibridarea celulară* constă în fuziunea a două celule ale aceluiaș organism sau organisme și specii diferite, în cultură de țesuturi (in vitro). Ca rezultat se pot obține hibrizi cu multe calități noi, în timp redus. Drept exemplu, poate servi procesul de obținere a hibridului dintre cartof și roșie, descris în tema 7.

*Selecția celulară* de asemenea se realizează în culturi de celule izolate și permite obținerea de plante de cultură ce pot crește în anumite medii. De exemplu, crearea formelor de plante rezistente la un conținut sporit de săruri în sol. Prin cultură de țesuturi se pot multiplica genotipuri valoroase rare sau pe cale de dispariție, se pot obține material săditor devirozat etc.

*Ingenieria genică* permite transferul anumitor gene necesare de la o specie la alta și obținerea plantelor genetic modificate (transgenice). De exemplu, se poate realiza transferul genelor responsabile de sinteza unor substanțe biologice active, gena rezistenței la unii dăunători, la secetă, pesticide etc. Succesele ingineriei celulare trebuie analizate minuțios nu numai prin prisma avantajelor, dar și a riscurilor ce pot afecta natura, organismele, inclusiv omul. Așadar, producerea și comercializarea plantelor modificate genetic trebuie efectuată cu multă precauție.

### **4.3. Ameliorarea animalelor**

În procesul ameliorării animalelor, de asemenea se utilizează diverse forme de încrucișare și selecție. Un rol important îl are alegerea reușită a reproducătorilor și cunoașterea genealogiei acestora. Bunăoară, după caracterele predecesorilor se poate stabili aproximativ genotipul reproducătorilor. În funcție de obiectivul propus se aplică încrucișarea apropiată sau îndepărtată.

*Încrucișarea apropiată*, numită și consangvinizare, ajută la obținerea liniilor pure și fixarea caracterelor dorite.

*Încrucișarea îndepărtată* asigură combinarea a noi gene în cadrul unui hibrid. Ulterior este necesar de a realiza selecția fenotipurilor urmărite, deoarece apar și hibrizi cu îmbinări nedorite ale caracterelor. De exemplu, prin încrucișarea repetată între rasa de oi Țigaie (care are lână fină) și rasa Țurcană (care este mai rezistentă) s-a obținut rasa Țigaie de Munte, care întrunește ambele caractere. În urma încrucișării oilor cu lână fină cu berbecul de munte arhar a fost obținută o nouă rasă de oi-arharomerinos, cu lâna fină și rezistentă la condițiile de mediu. A fost obținut hibridul dintre iac și vitele cornute mari (hainăcul) care posedă calități superioare ale cărnii și laptelui, dar și rezistență sporită, adaptându-se ușor la condiții aspre de munte.

*Heterozisul*. Acest fenomen este utilizat cu succes și la ameliorarea animalelor: vitelor, păsărilor. Prima generație de hibrizi, la care se manifestă heterozisul, se folosește în scopuri gospodărești (producție de carne, lapte, ouă).

*Selecția în masă* se face după fenotip și este eficientă într-o populație eterogenă. De exemplu, dintr-o populație de găini sunt selectați indivizi după culoarea penajului, greutatea corpului.

*Selecția individuală* are loc după genotip. Se folosește de regulă încrucișarea apropiată pentru obținerea liniilor pure. Selecția descendenților se face după fenotip, productivitate și alte caractere conform scopului final.

### **4.4. Ameliorarea microorganismelor**

Cunoașteți că, microorganismele (bacteriile, ciuprcile de mușci) sunt folosite la producerea multor substanțe folositoare. În ameliorarea microorganismelor se aplică atât

metodele tradiționale cât și cele moderne: mutageneza experimentală, hibridarea celulară, ingineria genică etc.

Folosind metode moderne se pot obține tulpini de microorganisme ce pot produce substanțe noi care nu sunt caracteristice lor. De exemplu, bacterii care produc hormonul insulina umană, interferon etc.

## **Tema 5. Apariția și dezvoltarea vieții pe Pământ**

### **5.1. Teoriile de bază ale originii vieții**

#### **Teoria creaționistă**

Viața a fost creată într-o anumită perioadă de timp de o forță supranaturală. Evenimentele acestui proces s-au desfășurat într-o anumită succesivitate, având scopuri precise. Modelul creaționist susține conceptul de conservare a naturii. Creația originară a fost aproape perfectă atunci, când a fost încheiată, iar de-a lungul istoriei organismele practic nu s-au schimbat. La baza acestei concepții se află adevărul teologic absolut, care bineînțeles, nu necesită dovezi experimentale.

#### **Teoria generației spontane**

Conform acestei teorii viața a apărut din materia nevie ca rezultat a acțiunii forțelor mecanice ale naturii. Ființele vii pot lua naștere din apă și nămol, particule de pământ și foc, din lemn sau carne. Adepți ai teoriei generației spontane au fost mari naturaliști, filozofi din antichitate, Evul mediu și din perioada Renașterii: Democrit, Aristotel, Harvey, Descartes. În lipsa cunoștințelor și a mijloacelor de cercetare teoria generației spontane era singura soluție materialistă a problemei apariției vieții din materie nevie, fără intervenția forțelor supranaturale.

Această teorie a fost combătută de savantul italian Francesco Redi în anul 1688, prin experiențe simple dar convingătoare.

Odată cu descoperirea microorganismelor, teoria generației spontane re apare, generând dispute aprinse. În urma unor experiențe incontestabile, L. Pasteur, în anul 1860 a demonstrat că nici microorganismele nu apar prin generație spontană.

Așadar, viața nu poate să apară prin generație spontană în condiții obișnuite. Organismele vii apar prin reproducerea organismelor preexistente.

#### **Teoria panspermei**

Viața a apărut pe unele corpuri cerești o dată sau de câteva ori pe calea evoluției chimice. Germenii vieții au fost transportați pe Terra cu ajutorul meteoriților pietroși sau de lumina ce străbate spațiul cosmic. Creatorul acestei teorii este savantul suedez Svente Arrhenius, laureat al premiului Nobel (1903). Printre susținătorii acestei teorii au fost: V. Vernadschii, A. Oparin, F. Crick. Ei considerau că viața este inerentă Universului, iar organismele sunt răspândite pretutindeni în spațiul cosmic. Știința contemporană a realizat multe investigații complexe pentru a obține dovezi în susținerea acestei teorii. În ultimii ani s-au acumulat multe probe de meteoriți în compoziția cărora au fost găsiți compuși organici (acizi grași, glucoza, aminoacizi, aldehide etc.) care intră în alcătuirea materiei vii. Unele fragmente de meteoriți conțin chiar „particule organizate” asemănătoare bacteriilor. Cu ajutorul sondelor spațiale savanții au depistat apă, compuși ai carbonului, atât în spațiul cosmic cât și pe unele corpuri cerești.

S-a demonstrat experimental că unele forme de viață pot rezista la condiții aspre asemănătoare celor din spațiul cosmic. Bunăoară, sporiile unor bacterii pot rezista la temperaturi de 0° absolut sau la acțiunea îndelungată a radiațiilor nocive.

Cu toate acestea, până în prezent viața sub o formă oarecare nu a fost depistată în Univers în afara Pământului.

#### **Teoria evoluției chimice, Oparin-Holdene**

Această teorie a fost elaborată independent de doi mari savanți biochimici: rusul A. Oparin (1922) și englezul J.B.S.Holdene (1928). Potrivit teoriei, viața a apărut pe Pământ pe

calea evoluției chimice. În acest proces îndelungat pot fi identificate 3 etape: etapa formării compușilor organici simpli, etapa formării substanțelor organice macromoleculare și coacervatelor, și etapa apariției protobionților.

**Etapa inițială** include formarea celor mai simple substanțe organice din substanțe anorganice fără participarea organismelor vii (pe cale abiogenă). Acest proces a început cu aproximativ 4,5 miliarde de ani în urmă, când Terra era o planetă incandescentă datorită dezintegrării elementelor radioactive din interior unde temperatura atingea câteva mii de grade. Printre produsele reacțiilor erau cantități mari de gaze care răzbăteau la suprafață generând erupții vulcanice puternice.

Odată cu răcirea planetei elementele grele s-au concentrat în centru, iar cele ușoare au format scoarța și atmosfera primară. În atmosferă se conțineau următorii compuși chimici:  $H_2$ ,  $CO_2$ ,  $NH_3$ ,  $CH_4$ ,  $N_2$ , precum și cantități mici de vapori de apă și  $CO$ . Oxigenul practic lipsea deoarece era fixat de alte elemente în procesele de oxidare.

Treptat temperatura Terrei a coborât, ajungând la suprafața scoarței sub  $100^\circ C$ . Vaporii de apă s-au condensat și au căzut sub formă de ploii formând oceanul planetar. O parte din compuși ( $CO_2$ ,  $H_2S$ ,  $NH_3$ , săruri) ușor solubili au trecut din atmosfera primară în apă. În atmosferă au rămas  $H_2$ ,  $CH_4$ ,  $CO$ ,  $N_2$ .

Prin urmare, cu aproximativ 4 mlrd de ani în urmă, pe suprafața Pământului s-au creat condiții favorabile pentru sinteza substanțelor organice.

1. Atmosfera primară și oceanul planetar erau bogate în diverși compuși anorganici.
2. În atmosferă aveau loc descărcări electrice, iar temperatura mediului era favorabilă declanșării reacțiilor chimice.
3. Razele ultraviolete ajungeau ușor la suprafața planetei deoarece lipsea stratul de ozon.
4. Pe suprafața Terrei exista o cantitate mare de compuși ai carbonului, element care a constituit baza tuturor compușilor organici.
5. Era prezent hidrogenul și compușii lui, ceea ce a determinat caracterul chimic reducător al atmosferei primare și reactivitatea sporită a compușilor chimici.
6. În atmosfera primară, lipsea oxigenul, care este extrem de coroziv și ar fi distrus substanțele organice.
7. Furtunile violente ce se declanșau în atmosferă au constituit un factor mecanic important, iar radioactivitatea naturală a Pământului era o sursă suplimentară de energie.

În urma numeroaselor reacții chimice dintre diverse substanțe anorganice dizolvate în apă și cele rămase în atmosferă, s-au format substanțe organice simple: acizi organici, glicerină, acizi grași, glucide simple, aminoacizi. Timp de milioane de ani substanțele organice sintetizate s-au acumulat în apele de pe suprafața Pământului, creându-se condiții pentru sinteza compușilor organici complecși.

Ipoteza sintezei abiogene a compușilor organici a fost confirmată experimental de savantul american S. Miller în anul 1953. El a realizat un experiment utilizând un aparat simplu în care a reprodus condițiile atmosferei primare: un amestec de  $CH_4$ ,  $H_2$ ,  $NH_3$ , vapori de apă, temperatura de  $60^\circ C$ . Vasul era închis ermetic pentru a nu pătrunde oxigenul din aer. Supunând amestecul de gaze timp de o săptămână descărcărilor electrice generatoare de raze ultraviolete, savantul a obținut numeroși compuși organici: acid formic, acid acetic, acid lactic, aldehida formică, glucide simple, grăsimi, uree, aminoacizi.

Experimentele lui Miller au fost continuate de câțiva savanți, care au obținut și alte substanțe organice: glucide (riboză, dezoxiriboză), baze azotate, acizi nucleici, proteine.

**Etapa a doua** începe cu formarea compușilor organici complecși. Reacțiile se desfășurau preponderent în apele stătătoare de mică adâncime bogate în nămol care juca rol de catalizator anorganic. Substanțele organice formate pe parcursul a zeci de milioane de ani se acumulau în apă evoluau, devenind din ce în ce mai complexe. O parte din ele erau supuse polimerizării, dând naștere substanțelor organice complexe macromoleculare (plizaharide, polinucleotide, proteine). Unele molecule au format complexe multimoleculare (glicoproteine, lipoproteine, glicolipide).

Ca rezultat al proceselor chimice neîntrerupte ce s-au desfășurat sute de milioane de ani, s-a format așa numita „supă organică” a oceanului primar, cu o compoziție bogată de substanțe organice.

În aceste condiții a început procesul de formare a **coacervatelor**. În urma agregării spontane a diferitelor substanțe organice complexe, aflate în soluție, se formează microsfele cu o stabilitate pronunțată. Aceste structuri au fost numite coacervate iar procesul-coacervare (lat. „acerva”-a aduna). Posibilitatea formării coacervatelor a fost demonstrată experimental de savantul american S. Fox în perioada anilor 1965-1969. Încălzind un amestec de aminoacizi în prezența catalizatorilor, el a obținut polimeri cu masa moleculară peste 5000 u.c. pe care i-a numit protozoizi din cauza că se asemănau cu proteinele. În prezența apei sărate protozoizii se aglomerau formând microsfele asemănătoare coacervatelor.

Cu timpul, pe măsura înmulțirii coacervatelor între acestea avea loc o „luptă” continuă pentru existență, supraviețuind acelea care erau mai bine adaptate la mediu. O parte din coacervate aveau proprietatea de a absorbi din mediu și de a acumula anumite substanțe mărindu-și dimensiunile. În urma „selecției” au apărut coacervate ce conțineau proteine capabile de activitate fermentativă analoage enzimelor. Așa coacervate aveau capacitatea de a îngloba anumiți compuși organici, care erau supuși proceselor chimice, iar produșii reacțiilor erau folosiți sau eliminați în mediu. Astfel se realiza, la un nivel primitiv, schimbul de substanțe, caracteristic organismelor vii. Probabil că unele coacervate erau capabile de autoreproducere, dar fără a avea posibilitatea de a transmite „informația genetică”.

Așadar, coacervatele nu pot fi considerate sisteme vii, deoarece nu conțineau molecule capabile de a se autoreproduce (însușire fundamentală a organismelor vii) și de a transmite informația genetică.

**Etapa a treia** (biogenă) constituie o treaptă de trecere spre sistemele vii. Ea începe cu apariția moleculelor capabile de a se autoreproduce. Acestea au fost probabil polinucleotidele cu structură simplă, asemănătoare cu ARN. Atunci a apărut un nou tip de sinteză chimică, numită matriceală. Ea constă în asamblarea unor molecule noi identice cu moleculele preexistente după compoziție și structură. Exemplu de sinteză matriceală este replicarea moleculelor de ADN, ARN și sinteza proteinelor.

În urma evoluției chimice, la unele coacervate apar substanțe asemănătoare cu acizii nucleici care aveau posibilitatea de a intra în corelație cu proteinele și de a realiza, în formă primitivă, transmiterea informației genetice în procesul de sinteză a proteinelor simple.

Prin selecție s-au păstrat acele coacervate care erau mai „apte” deoarece conțineau enzime active, ATF, acizi nucleici, proteine, erau capabile de a se autoreproduce, de a transmite informația genetică (ereditate) și de a forma noi varietăți (variabilitate).

Rezultatul final al acestui proces evolutiv îndelungat este apariția primelor organisme vii cu organizare primitivă, numite *protobionți*. Acestea aveau o formă sferică, prezentându-se ca niște picături de substanțe organice și posedând câteva însușiri esențiale: metabolism, autoreproducere, ereditate și variabilitate. Primele organisme vii erau acelulare, iar după modul de nutriție erau heterotrofe și consumau substanțe organice din mediu prin absorbție.

În concluzie, la aproximativ 2 miliarde de ani de la formarea Pământului, în urma evoluției chimice, au apărut primele forme de viață (protobionți).

Teoria evoluției chimice (Oparin-Holdene), a apariției vieții pe Pământ poate sta la baza unei teorii mai generale, care ar explica posibilitatea apariției vieții pe alte planete.

## **5.2. Apariția și evoluția organismelor celulare**

### **Formarea membranei celulare și apariția celulei procariote**

Îndată ce s-au format primele forme de viață, a început un proces evolutiv îndelungat care a dus la apariția primelor organisme celulare. Acestea au fost, probabil, asemănătoare cu organismele procariote.

O etapă importantă în apariția celulei a constituit procesul de asamblare din substanțe organice a unei membrane celulare primare la suprafața structurilor vii. Durata acestui proces a

fost determinat de evoluția chimică din interiorul protobionților (cantitatea și calitatea enzimelor active, a acizilor nucleici, proteinelor, lipidelor, ATP).

Membrana celulară a jucat un rol important în procesul de adaptare și supraviețuire a organismelor. Ea proteja componentele structurale care deveneau tot mai complexe, menținea constant mediul intern, determinând schimbul selectiv de substanțe. Membrana asigura localizarea și organizarea complexului fermentativ necesar pentru desfășurarea activă a proceselor metabolice.

Primele organisme erau *unicelulare, heterotrofe, anaerobe*. Pe măsura înmulțirii organismelor, rezervele de substanțe organice din mediu se micșorau. A început lupta pentru hrană în care supraviețuiau organisme mai active, mai bine adaptate la mediu. În condiții aspre de concurență, organismele trebuiau să elaboreze procese biochimice noi, care să le permită să sintetizeze singure substanțe organice din cele anorganice. În urma evoluției au apărut unele organisme care au reușit să-și elaboreze astfel de procese biochimice, devenind *autotrofe*. Energia necesară pentru sinteza substanțelor organice nutritive o obțineau în urma celor mai simple reacții de oxidare a substanțelor anorganice: hidrogen, amoniac. Așa a luat naștere chemosinteza. Ulterior ca rezultat al mutațiilor și evoluției biochimice, s-a perfecționat aparatul fermentativ, au apărut compuși chimici care au dat posibilitate organismelor să efectueze reacții de fosforilare oxidativă (sinteza ATP-ului), astfel deschizând calea spre evoluția aparatului energetic al celulelor vii. În lipsa oxigenului, acceptorii de electroni în lanțul energetic a fost, probabil, sulful. Apariția organismelor autotrofe a constituit o treaptă superioară pe scara evoluției organismelor vii.

După o perioadă de timp, în urma evoluției chimice și a luptei pentru existență au luat naștere organisme care sintetizau cromoproteine. Ca rezultat au apărut porfirinele, compuși organici ce conțineau fier și magneziu, creându-se condiții pentru obținerea pigmentilor asimilatori de tipul clorofilei. Astfel, aceste organisme au căpătat posibilitatea de a utiliza energia solară pentru sinteza substanțelor organice proprii. Ele erau anaerobe și trăiau în izvoarele minerale. Din bacteriile actuale astfel de proprietăți posedă sulfobacteriile purpurii. În etapa următoare, la procariote apare *fotosinteza tipică*, în timpul căreia are loc fotoliza apei. Aceste procariote au apărut cu circa 3,2 mld de ani în urmă și au fost, probabil, asemănătoare cu cianobacteriile. Din acel moment în atmosferă este eliminat oxigenul molecular care treptat a făcut posibilă apariția procesului de *respirație*. Așadar, apariția fotosintezei a constituit o etapă calitativ nouă în evoluția organismelor și care a avut o influență foarte mare atât asupra dezvoltării ulterioare a vieții cât și asupra evoluției întregii planete.

#### **Apariția celulei eucariote**

Celula eucariotă a apărut mai târziu, cu aproximativ 1,6 mld de ani în urmă. De-a lungul erelor geologice evoluția organismelor procariote și eucariote a decurs într-o strânsă interdependență. În conformitate cu teoria endosimbiotică elaborată de L.Margulis (1981) celula eucariotă are o origine polifiletică, adică s-a format prin endosimbioză din mai multe organisme procariote ancestrale.

1. În *prima etapă* a avut loc simbioza dintre un procariot gazdă anaerob primitiv și un procariot mai mic aerob care avea capacitatea de a oxida complet substanțele nutritive până la dioxid de carbon. Acest procariot aerob, denumit protomitocondrie, a evoluat cu timpul în mitocondrie. Din această primă simbioză a rezultat celula eucariotă amiboidală cu mitocondrii.

2. *A doua simbioză* s-a realizat între celula eucariotă amiboidală cu mitocondrii și un procariot flagelat primitiv, de tipul spirochetelor. Rezultatul acestei simbioze a fost apariția *amiboflagelatelor* cu mobilitate sporită, având o posibilitate mai mare de a-și procura hrană. Această simbioză a constituit un pas important în evoluția organismelor, determinând apariția aparatului mitotic și meiotic prin care celulele eucariote au posibilitatea de a realiza diviziuni cu o repartitie echilibrată a materialului genetic, sursă extrem de importantă a variabilității organismelor (recombinare genetică). Mitoza și ulterior meioza au constituit momente foarte importante în evoluția

organismelor pe Pământ. Datorită reproducerii sexuate caracteristică majorității organismelor eucariote s-a mărit esențial viteza evoluției acestor organisme. Din organismele amiboflagelate s-au diferențiat grupul fungilor și al animalelor, iar ulterior și plantele.

3. În a treia etapă a avut loc o nouă simbioză a amiboflagelatului cu un procariot de tipul cianobacteriilor capabil de fotosinteză. Cu timpul acest procariot a devenit un organit obligatoriu al celulei eucariote, numit *cloroplast*. Celulele eucariote cu cloroplaste aveau capacitatea fotosintetică și în urma procesului evolutiv au dat naștere plantelor.

*Argumente în susținerea teoriei endosimbiotice în evoluția organismelor:*

1. Mitocondriile și cloroplastidele au păstrat o independență relativă față de celula gazdă, având un material genetic (ADN) propriu cu structura circulară ca și la bacterii.
2. Ribozomii din cloroplastide și mitocondrii sunt de tip procariot.
3. Aceste organite conțin enzime și pot realiza relativ independent sinteza unor proteine pe baza informației genetice din ADN proprii.

### **Evoluția de la organismele monocelulare la cele pluricelulare**

Apariția organismelor pluricelulare din cele monocelulare a fost o etapă importantă în evoluția lumii vii. Se presupune că au existat cel puțin două căi ale evoluției organismelor monocelulare spre cele pluricelulare.

Conform *primei ipoteze*, procesul de tranziție a început prin agregarea treptată a indivizilor unicelulari ai unei specii, rezultând o colonie. În cadrul coloniei a avut loc specializarea unor celule până la nivelul la care acestea nu mai erau capabile să supraviețuiască singure.

*A doua cale posibilă* a început de la un organism monocelular nucleul căreia s-a divizat mitotic de mai multe ori și, ca rezultat, s-a format o celulă plurinucleată (sincițiu). Ulterior, au urmat diviziuni repetate ale citoplasmei (citochineză), formându-se mai multe celule uninucleate, strâns solidarizate. Și în acest caz, treptat, celulele s-au specializat și au pierdut capacitatea de a duce o viață independentă.

### **5.3 Principalele etape în apariția și dezvoltarea Universului (lectură particulară)**

Conform unei teorii elaborate de cosmologi, procesul de formare a Universului a început cu aproximativ 15 miliarde de ani în urmă. Inițial, Universul era doar energie, avea o temperatură foarte mare și o densitate colosală greu de imaginat. O explozie devastatoare, Big Băng, a declanșat mișcarea de expansiune a Universului, care continuă și astăzi.

Potrivit acestei teorii, în primele clipe după Big Băng s-au format particulele elementare care se mișcau cu o viteză aproape de viteza lumini. În următoarele minute au avut loc reacții de fuziune nucleară și formare de nuclee atomice ușoare, precum cele de hidrogen și heliu.

A urmat o perioadă îndelungată de dilatare și răcire a Universului în care au continuat procesele de formare a atomilor prin fuziune nucleară.

După aproximativ un miliard de ani de la marea explozie începe procesul de formare a galaxiilor din materia interstelară. În urma cercetărilor realizate de pe pământ și din spațiul cosmic cu ajutorul telescoapelor moderne s-a constatat că Universul este populat de miliarde de galaxii. Ele reprezintă adevărate insule de materie în Univers. O galaxie este constituită dintr-un ansamblu de stele și materie interstelară (gaze și pulberi) care rămân împreună atrăgându-se reciproc.

Din galaxia Calea Lactee face parte sistemul solar. El include Soarele în jurul căruia se rotesc 9 planete cu sateliți acestora, precum și numeroși asteroizi (comete, meteoriți, pulberi etc.). Sistemul solar a luat naștere cu aproximativ 5 mlrd de ani în urmă dintr-un nor de gaze și pulberi care se rotea în jurul unui miez concentrat (proto-Soarele). Datorită eliberării energiei gravitaționale și radioactivității unor elemente, norul de gaze și praf s-a încălzit, iar în centru s-a format Soarele. Din aglomerările locale ale norului de gaze și pulberi s-au constituit, cu aproximativ 4,6 mlrd ani în urmă, planetele. Mai aproape de Soare se află planetele telurice:

Mercur, Venis, Pământ și Marte. Acestea au dimensiuni mici și sunt asemănătoare după compoziție chimică și structură. Ele sunt bogate în elemente grele și mai sărace în gaze ușoare (H<sub>2</sub>, He), substanțe rămase din învelișul inițial pe care le-au pierdut pe parcurs în spațiul cosmic.

Urmează două planete gigant Jupiter și Saturn. Acestea au evoluat puțin, fiind formate din gaze (H<sub>2</sub>, He) și un nucleu de roci și gheață.

Planetele îndepărtate sunt Uranus Neptun și Pluton. Ele au dimensiuni mai mici decât Jupiter și Saturn și sunt compuse în principal din gaze ușoare. Se presupune că nucleul acestor planete conține o cantitate însemnată de gheață.

#### 5.4. Evoluția organismelor în erele geologice

Nu cunoaștem deocamdată cu certitudine dacă viața a apărut pe Pământ sau s-a dezvoltat din germenii aduși de meteoriți. Există însă dovezi convingătoare că dezvoltarea organismelor s-a desfășurat odată cu istoria planetei noastre. Multitudinea de organisme ce au trăit de-a lungul erelor geologice, au lăsat multe urme care se păstrează până astăzi în scoarța terestră. Seriile de straturi geologice, de la cele mai vechi la cele mai noi, constituie paginile imensei cărți a istoriei pământului, adevărate documente din care savanții au aflat ce forme și dimensiuni aveau organismele străvechi, în ce fel de mediu au trăit și care era gradul lor de evoluție.

Savanții au împărțit istoria dezvoltării planetei în **ere** - intervale mari de timp cărora le corespund anumite straturi geologice. Fiecare eră este divizată în **perioade**, iar acestea - în **epoci**. În istoria pământului se cunosc cinci ere geologice: **arhaică, proterozoică, paleozoică, mezozoică și cainozoică**.

Evenimentele principale care s-au desfășurat în fiecare eră geologică sunt prezentate în tabelul ce urmează.

#### Evoluția organismelor în erele geologice

<b>Erele</b> Durata în mln ani	<b>Perioadele</b> Vârsta în mln ani	<b>Procesele geologice. Modificările climatice.</b> <b>Evoluția organismelor</b>
4500  Arhaică  2600		Finalizarea procesului de formare a pământului. Răcirea planetei. Atmosfera săracă în oxigen. Multiple procese de orogeneză. Activitate vulcanică sporită. Apariția vieții pe Terra. Formarea celor mai primitive procariote heterotrofe, chemoautotrofe.
2600  Proterozoică  570		Existența unui singur continent-Pangeea Ridicarea multor catene muntoase. Formarea mărilor mici. Predominarea bacteriilor și cianobacteriilor. Apariția eucariotelor (protocistelor). Dezvoltarea algelor primitive (verzi, roșii), protozoarelor. Apariția și dezvoltarea nevertebratelor primitive: spongieri, celenterate, brahiopode.
570	Cambrian 70  Ordovic 60  Silurian 30	Continuarea proceselor de orogeneză. Clima caldă uniformă. Uscatul practic lipsit de viață. Dezvoltarea și evoluția rapidă a algelor. Prezența multor filumuri de nevertebrate: spongieri, celenterate, viermi, brahiopode, artopode (trilobiti), echinoderme. Climă blândă și uniformă. Lipsa mișcărilor orogenice. Răspândirea tuturor filumurilor de alge (verzi, roșii, brune). Dezvoltarea abundentă a nevertebratelor marine (celenterate, corali, moluște, brahiopode, trilobiți). Dezvoltarea graptoliților. Apariția primelor cordate. Climă caldă și uniformă. Ridicarea munților în Europa. Dominarea algelor în bazinele acvatice. Apariția psilofitelor și riniofitelor și ieșirea plantelor pe uscat. Predominarea coralilor, moluștelor, crustaceelor, trilobiților, graptoliților.

Paleozoică	Devonian 70	<p>Apariția peștilor arhaici.</p> <p>Climă rece la sud, aridă la nord, tropicală în zona ecuatorială.</p> <p>Predominarea algelor în mediile acvatice marine și cu apă dulce.</p> <p>Răspândirea riniofitelor. Apariția ferigilor, briofitelor, ciupercilor.</p> <p>Dezvoltarea și predominarea coralilor, moluștelor, trilobiților, peștilor.</p> <p>Apariția insectelor aptere. Trecerea peștilor dipnoi și crossopterigieni în apele continentale dulci. Diferențierea stegocefalilor din peștii crossopterigieni și ieșirea vertebratelor pe uscat.</p> <p>Începe cu clima caldă și umedă.</p>
	Carbonifer 70	<p>Răspândirea ferigilor arboricole care formează păduri întinse. Apariția ferigilor cu semințe și a gimnospermelor primitive.</p> <p>Dezvoltarea foraminiferelor, coralilor.</p> <p>Apariția insectelor cu aripi (libelule gigantice) păianjenilor, scorpionilor.</p> <p>Predominarea amfibienilor (stegocefalilor). Apariția primelor reptile.</p> <p>Instalarea climei uscate.</p>
	Permian 55	<p>Reducerea pădurilor de ferigi cu spori. Dezvoltarea ferigilor cu semințe și a gimnospermelor.</p> <p>Predominarea nevertebratelor marine. Dezvoltarea și răspândirea insectelor. Dispariția trilobiților. Atingerea apogeuului în dezvoltarea stegocefalilor. Începerea regresului acestor amfibieni din cauza presiunii concurențiale a noilor specii de reptile. Dezvoltarea rapidă a reptilelor.</p>
220		
Mezozoică	Triasic 45	<p>Continuarea perioadei cu climă uscată. Începerea scindării continentului Pangeea în Gondwana și Laurasia.</p> <p>Predominarea gimnospermelor arhaice. Apariția gimnospermelor actuale.</p> <p>Reducerea substanțială a ferigilor.</p> <p>Progresul moluștelor cefalopode. Dezvoltarea peștilor osoși. Dispariția stegocefalilor la sfârșitul perioadei.</p> <p>Progresul și diversificarea reptilelor. apariția dinozaurilor, broaștelor țestoase, crocodililor, rinocefalilor.</p> <p>Apariția, la sfârșitul perioadei a mamiferelor primitive din reptilele teropside.</p>
	Jurasic 50	<p>Continuarea mișcărilor plăcilor tectonice. Separarea Americii de Sud de Africa.</p> <p>Dezvoltarea vieții atinge un nivel superior prin număr și diversitate.</p> <p>Dispariția gimnospermelor arhaice. Predominarea gimnospermelor actuale (coniferele).</p> <p>Dezvoltarea foraminiferelor, radiolarilor. Formarea recifelor coraliere, dezvoltarea abundentă a cefalopodelor. Apariția amfibiilor ecaudate.</p> <p>Predominarea reptilelor: pe uscat a dinozaurilor, în apă a ihtiozaurilor și în aer a pterozaurilor.</p> <p>Apariția strămoșului păsărilor-arheopterixul. Prezența modestă a mamiferelor inferioare.</p>
	Cretacic 65	<p>Denumirea perioadei derivă de la zăcămintele de cretă, formată prin acumulări de resturi de foraminifere, radiolari, moluște.</p> <p>Deplasarea plăcilor tectonice și, ca rezultat, la sfârșitul perioadei, Madagascarul s-a separat de Africa. India continuă mișcarea spre nord. Antarctica rămâne legată de Australia.</p> <p>Înlocuirea treptată a gimnospermelor de angiosperme.</p> <p>Începerea conviețuirii angiospermelor cu insectele polenizatoare.</p> <p>Dezvoltarea moluștelor (amoniților). Apariția amfibiilor caudate.</p> <p>Dominarea pe uscat a reptilelor, insectelor. Atestarea fosilelor de păsări primitive, care au membre cu ghiare și maxilare cu dinți, dar și a unor</p>



65 65	Paleogen 40	specii evoluate, asemănătoare cu cele actuale. Dispariția cefalopodelor și reptilelor mezozoice spre sfârșitul perioadei. Dezvoltarea mamiferelor marsupiale și placentare. Continuarea proceselor orogenice. Ridicarea celor mai tinere catene muntoase și, ca rezultat, suprafața uscatului a început să capete contururile actuale. Activizarea fenomenelor vulcanice. Atestarea profundelor modificări în repartiția mărilor și uscatului, fenomen care a influențat direct răspândirea și evoluția viețuitoarelor. Dezvoltarea algelor marine și de apă dulce. Reducerea treptată a arealului gimnospermelor și răspândirea rapidă a angiospermelor, în special a celor ierboase. Dezvoltarea animalelor acvatice: foraminiferelor, moluștelor, peștilor. Prezența amfibienilor, reptilelor și păsărilor asemănătoare cu cele actuale. Răspândirea mamiferelor marsupiale. Dezvoltarea strămoșilor apropiați ai mamiferelor copitate și carnivore. Apariția primatelor inferioare.
		Neogen 24
	Cuaternar 1-2	Fauna este asemănătoare cu cea actuală. Se atestă dezvoltarea abundentă a moluștelor, cu excepția cefalopodelor. Diversificarea și răspândirea largă a insectelor. Dezvoltarea rapidă a păsărilor. Dispariția reptilelor mari, cefalopodelor. Evoluția principalelor grupe de mamifere: copitate, carnivore, proboscide. Apariția semimaimuțelor, iar ulterior a parapitecilor și driopitecilor. Mișcări orogenice intense. Activitate vulcanică sporită. Răcirea considerabilă a climei. Succesiunea fazelor glaciare, fenomene care au influențat evoluția organismelor, au provocat repetate migrațiuni de animale, dispariția unor specii (mamuți, răpitoare mari). Dominarea și răspândirea angiospermelor actuale, preponderent a celor ierboase. Adaptarea lor la diferite medii de trai, moduri de conviețuire cu alte organisme. Predominarea în fauna marină a moluștelor bivalve, gasteropodelor, peștilor. Dezvoltarea abundentă a insectelor. Răspândirea rapidă a mamiferelor și păsărilor. Evoluția primatelor superioare. Apariția primelor forme de hominide și evaluarea treptată către omul actual.
Cainozoică		

**Teoria derivei continentelor.** În anul 1915 geofizicianul german Alfred Wegener a elaborat teoria derivei continentelor. Drept argument au servit corespunderea configurației continentelor Americii de Sud și a Africii, precum și asemănarea rocilor, a florei și a faunei de pe ele. Conform acestei teorii în era Paleozoică exista un singur supercontinent Pangeea. El a început să se scindeze în era Mezozoică (acum circa 200 mln de ani) în Gondwana și Laurasia. Ulterior, datorită mișcării plăcilor tectonice, America de Sud s-a separat de Africa, iar India continuă mișcarea spre nord. Madagascarul s-a separat de Africa. Antarctica s-a îndepărtat de continentul central, dar rămâne legată de Australia. În era Cainozoică Laurasia se fărâmițează și treptat, în era Cainozoică, perioada Paleogen, suprafața uscatului a început să capete contururile actuale.

## Capitolul 7. Sistemul filogenetic al organismelor vii

### Tema 1. Sistematica organismelor

### Tema 2. Domeniul Procariota. Regnul Monera

### Tema 3. Domeniul Virusuri

### Tema 4. Domeniul Eucariota. Regnul Protocista

### Tema 5. Regnul Fungi

### Tema 6. Regnul Plante. Sporofitele

### Tema 7. Spermatofitele – o etapă superioară în evoluția plantelor

### Tema 8. Regnul Animale. Animale didermice

### Tema 9. Dezvoltarea individuală a animalelor (ontogeneza)

### Tema 10. Animalele nevertebrate inferioare. Viermii

### Tema 11. Animalele nevertebrate superioare. Filumurile Moluște, Artropode și Echinodermate

### Tema 12. Filumul Cordate. Animalele cordate inferioare

### Tema 13. Subfilumul Vertebrate. Supraclasa Pești

### Tema 14. Supraclasa Tetrapode

## Tema 1. Sistematica organismelor

### 1.1. Principalele etape în dezvoltarea sistematicii

Pe Terra trăiesc peste 8 mln de specii de organisme. Multe din ele (peste 3 mln) sunt descrise și clasificate, însă o mare parte așteaptă să fie descoperite. Pentru determinarea și clasificarea organismelor actuale, precum și a celor dispărute, este nevoie de un *sistem*.

Primele încercări de *clasificare* a organismelor au fost realizate încă în antichitate. În sistemul propus de Aristotel, organismele vii erau împărțite în două grupe: *plante* și *animale*.

Discipolul lui Aristotel, Teofrast a descris circa 500 specii de plante clasificându-le în 4 grupe: arbori, arbuști, semiarbuști și ierburi.

O dezvoltare rapidă a biologiei, inclusiv a sistematicii a avut loc în perioada Renașterii (sec. XV-XVII). În această perioadă se pun bazele studiilor anatomice folosite în sistematică, se conturează și concepțiile despre unitățile de clasificare (specie, gen).

Toate sistemele de clasificare a organismelor din perioada de până la apariția lucrărilor lui Darwin, erau *artificiale*, deoarece ele se bazau pe câteva caractere externe și nu reflectau relațiile de rudenie dintre grupele de organisme.

Bazele sistematicii moderne au fost puse de naturalistul suedez C. Linné odată cu publicarea cărții „Sistemul naturii”, în care realizează pentru prima dată o clasificare a tuturor organismelor cunoscute la vremea aceea. El clasifică plantele în 24 de clase, iar animalele – în 6 clase, folosind următoarele unități de clasificare: varietate, specie, gen, ordin, clasă. La baza clasificării organismelor, savantul a luat criteriile morfologice, anatomice și de reproducere. De asemenea, după cum cunoașteți, Linné a introdus în sistematică *nomenclatura binară* a speciilor biologice. Sistemul propus de C. Linné a fost, după cum au arătat cercetările științifice ulterioare, în mare parte artificial. De exemplu, la baza clasificării plantelor cu flori, el a luat numărul staminelor, al pistilurilor, structura și distribuția lor în floare. Ca rezultat, în aceeași grupă, au fost incluse plante îndepărtate între ele. Bunăoară, *coacázul* și *morcovul* au fost incluse în aceeași grupă, deoarece floarea acestora avea același număr de stamine.

După apariția lucrărilor lui Ch. Darwin savanții încearcă să realizeze clasificarea organismelor bazată pe *sistemele naturale* (filogenetice) care reflectă înrudirea dintre specii.

Prin reprezentarea grafică (sub forma unui arbore) a gradelor de rudenie dintre speciile ancestrale și cele provenite de la acestea, s-a construit *arborele filogenetic al organismelor vii*. Prima clasificare evoluționistă a unui grup de organisme (radiolarii), reprezentată printr-un arbore filogenetic, a fost realizată de savantul german E. Haeckel în 1866. Specialiștii în sistematică continuă să perfecționeze arborele filogenetic, pentru ca acesta să reflecte cât mai veridic ordinea, ierarhizarea, gradul de rudenie și de evoluție a grupelor sistematice.

Sistemele contemporane de clasificare sunt elaborate de colective de savanți din domeniul taxonomiei, nomenclaturii, filogeniei, geneticii etc. Pentru determinarea precisă a speciilor și includerea lor în arborele filogenetic, savanții utilizează mai multe criterii: morfologic, anatomic, fiziologic, citologic, biochimic, genetic, embriologic, paleontologic etc.

## 1.2. Unități sistematice. Sistemul celor cinci regnuri

În clasificarea organismelor sunt folosite *unități sistematice*, numite *taxoni*, constituiți într-o serie ierarhică: *specie, gen, familie, ordin, clasă, filum, regn și domeniu*. Unitatea fundamentală de clasificare în sistematica organismelor este *specia*. În denumirea speciei se folosește *nomenclatura binară*. Fiecare specie este denumită prin două cuvinte în limba latină. Primul cuvânt este un substantiv și arată denumirea genului, iar al doilea este un adjectiv ce indică numele speciei. De exemplu: *măceșul – Rosa canina, lupul – Canis lupus, câinele – Canis familiaris*. Conform regulilor internaționale, nu se admite ca două specii să aibă aceeași denumire. Pentru o clasificare mai detaliată a organismelor sunt folosite și unitățile sistematice *rasă* (la animale) și *soi* (la plante). Ele includ organisme din cadrul unei specii care diferă din punct de vedere ecologic, structural, fiziologic. De exemplu, specia *omul* cuprinde 3 rase, iar *vița-de-vie*, răspândită în cultură, are circa 2000 de soiuri. În ultimii ani a fost propus un nou taxon, de cel mai înalt rang, denumit *domeniu*, care include unul sau mai multe regnuri. Sistemul actual include 3 domenii: **domeniul Virusuri, domeniul Procariota și domeniul Eucariota**.

În sistematica contemporană există câteva sisteme de clasificare a organismelor vii. Unul dintre sistemele moderne, acceptat de majoritatea biologilor este sistemul celor **cinci regnuri: Monera, Protocista, Fungi, Plante și Animale**.

În *fig. 123* este reprezentat modelul clasificării unui organism animal, și anume, specia lupul – *Canis lupus*. *Specia* este unitatea fundamentală de clasificare a organismelor. Mai multe specii înrudite sunt unite într-un grup unic, denumit *gen*. De exemplu, *speciile lupul și câinele* fac parte din același *gen Canis*. Genurile înrudite formează unitatea sistematică superioară, numită *familie*. *Genul Canis și genul Vulpes*, reprezentate în *figura 123*, aparțin aceleiași *familii Canide* (animale prădătoare, digitigrade, cu dinți numeroși, carnasiere bine dezvoltate).

Următoarea unitate sistematică este *ordinul* care include *familii* înrudite. De pildă, din *ordinul Carnivore* fac parte *famiile Canide și Felide*. Mai multe ordine alcătuiesc unitatea sistematică numită *clasă*. *Ordinile Carnivore și Cetacee* aparțin *clasei Mamifere*. Urmează unitatea sistematică *filum*, care include mai multe clase înrudite. De exemplu, din *filumul Cordate* fac parte *clasele Amfibieni și Mamifere*. Regnul este cea mai mare unitate sistematică în clasificarea animalelor. *Filumurile Celenterate, Viermi inelați, Cordate* aparțin *regnului Animale*.

### Fig. 124. Arborele filogenetic al organismelor vii:

A – Organisme procariote ancestrale; B – Organisme eucariote primitive; C – Mastigoforele; D – Riniofitele (primele plante terestre); E – Ferigile primitive; F – Ferigile cu semințe din era mezozoică; G – Metazoare inferioare; H – Metazoare didermice; I – Metazoare tridermice acelomate; J – Metazoare tridermice celomate; K – Animale protostomate; L – Animale deuterostomate. 1 – Filumul Bacterii; 2 – F. Cianobacterii; 3 – F. Alge roșii; 4 – F. Alge brune; 5 – F. Euglenofite; 6 – F. Diatomee; 7 – F. Alge verzi; 8 – F. Rizopode (Sarcodina); 9 – F. Mastigofora (Flagelate); 10 – F. Ciliofora; 11 – F. Briofita; 12 – F. Licopodiofita; 13 – F. Ecvisetofita; 14 – F. Polipodiofita; 15 – F. Pinofita; 16 – F. Magnoliofita; 17 – Clasa Dicotiledonate; 18 – C. Monocotiledonate; 19 – F. Zigomicota; 20 – F. Ascomicota; 21 – F. Basidiomicota; 22 – Filumul Spongieri; 23 – F. Celenterate; 24 – F. Viermi plăți; 25 – F. Viermi cilindrici; 26 – F. Viermi inelați; 27 – F. Moluște; 28 – F. Artropode; 29 – F. Echinodermate; 30

– F. Cordate; 31 – Subîncrângătura Acraniate; 32 – S. Vertebrate; 33 – C. Pești osoși; 34 – C. Amfibieni; 35 – C. Reptile; 36 – C. Păsări; 37 – C. Mamifere.

## Tema 2. Domeniul Procariota. Regnul Monera (Monera)

### 2.1. Origine, clasificare și caracterizare generală

**Regnul Monera** cuprinde organisme procariote microscopice, cu organizarea primitivă a celulei, reprezentând etapa inițială a vieții. Ele reprezintă primele forme de organisme celulare de pe planeta noastră. Urme de bacterii au fost găsite în straturile din era Arhaică. Grupele de procariote cunoscute au origine polifiletică, adică diferite grupe de bacterii au apărut de la diferiți strămoși în diferite condiții naturale. Din acest regn fac parte *filumurile*: *Bacteria* și *Cyanobacteria*.

#### Filumul Bacteria (Bacteria)

**Bacteriile** sunt cele mai vechi organisme de pe Pământ. Ele au însușirea uimitoare de a se adapta la cele mai aspre condiții de trai și populează toate mediile de viață: terestru, acvatic și aerian. Unele specii de bacterii trăiesc în adâncul oceanelor, în straturile petroliere, în izvoarele termale, pe ghețari, altele parazitează în corpul plantelor și animalelor. Numărul de bacterii în natură este foarte mare. De exemplu, un gram de sol fertil conține circa 2,5 miliarde de bacterii, iar în organismul uman numărul celulelor de bacterii depășește numărul propriilor celule. Bacteriile sunt organisme unicelulare solitare sau asociate în colonii. În funcție de forma celulei bacteriene, deosebim câteva tipuri morfologice de bacterii: *coci* – de formă sferică, *bacili* – în formă de bastonașe, *spirili* – de formă spiralată, *vibrioni* – în formă de virgulă. Coloniile bacteriilor pot fi în formă de șirag de mărgel (streptococi), de ciorchine (stafilococi).

#### Filumul Cyanobacteria (Cyanobacteria)

**Cianobacteriile**, numite și *alge albastre-verzi*, trăiesc în apă, pe sol umed, în izvoare, pe stânci. Ele pot crește în condiții aspre datorită structurii specifice a celulei, însușirii de a fotosintetiza și de a fixa azotul atmosferic. Din acest filum fac parte organisme monocelulare, coloniale sau pluricelulare. Culoarea corpului depinde de prezența pigmentilor fotosintetici. În condiții optime multe cianobacterii din bazinele acvatice se dezvoltă foarte rapid provocând fenomenul „înflorirea apei”. Cianobacteriile monocelulare se înmulțesc prin diviziune directă, formele coloniale, prin desfacerea coloniei, iar cele filamentoase, prin fragmentarea talului. Unele specii de cianobacterii conviețuiesc în simbioză cu ciuperci, plante și animale.

Scurtă caracteristică comparativă a organismelor procariote și eucariote:

**Fig. 125. Forme de celule de bacterii – A și cianobacterii – B:**

1 – coci; 2 – streptococi; 3 – bacili; 4 – spirili; 5 – vibrioni; 6 – filament de nostoc; 7 – filament de anabena.

CARACTERISTICI	Procariote	Eucariote
Dimensiunile celulei	0,1 – 5 μm	Circa 40 μm
Nucleul	Lipsește	Este prezent
Citoplasma	Nu prezintă curenți citoplasmatici	Prezintă curenți citoplasmatici
Materialul genetic	Este prezentat printr-o moleculă de ADN în formă de inel	Este prezentat prin cromozomi
Ribozomii	De tip procariot	De tip eucariot și procariot
Organitele	Majoritatea lipsesc	Sunt prezente
Peretele celular	Conține o carcasă din mureină; celuloza și chitina lipsesc	La celulele vegetale conține celuloză; la ciuperci – chitină
Cilii și flagelii	Au structură simplă	Au structură complexă
Dividerea celulară	Directă binară	Mitoză, meioză
Modul de viață	Aerob și anaerob	Aerob

## 2.2 Structura celulei procariote

Celula procariotă este acoperită cu *membrană plasmatică* și *perete celular* rigid. Membrana plasmatică este practic similară cu plasmalema celulelor eucariote, iar peretele celular conține o carcasă din *mureină*, o substanță specifică procariotelor. Celulele unor procariote prezintă pe suprafața externă a peretelui celular o *capsulă mucozitară* formată din polizaharide și proteine. Capsula mucozitară apără celula de infectare cu bacteriofagi, de acțiunea radiației și a diferitor substanțe toxice. La unele bacterii, membrana plasmatică formează invaginări, numite *mezozomi*, în care se localizează fermenți oxidativi.

Citoplasma conține unele soluții de săruri, substanțe organice, pigmenți și câteva organite: *ribozomi* de tip procariot și *vacuole gazoase*. În citoplasma cianobacteriilor se găsesc *tilacoide*, în membranele cărora se localizează pigmenți fotosintetici: *clorofila „a”*, *ficocianina* (albastru) și *ficoeritrina* (roșu).

La organismele procariote metabolismul este cu mult mai intens decât la cele eucariote. Reacțiile metabolice se desfășoară în citoplasmă sau la nivelul membranei plasmatice, unde se localizează majoritatea enzimelor. *Cromozomul* bacterian reprezintă o moleculă inelară de ADN, situată în citoplasmă și ancorată de mezozom. Lipsa nucleului individualizat este o însușire distinctivă a organismelor procariote. În celula bacteriană există molecule circulare de ADN mult mai mici decât cromozomul, numite *plasmide*. Ele se replică independent și au funcții specifice: determină factorul de fertilitate, rezistența la antibiotice. *Flagelul* nu este acoperit cu plasmalemă și are o structură relativ simplă, specifică procariotelor. Există bacterii cu un flagel, mai mulți flageli sau total lipsite de flageli.

Compoziția chimică a celulei *Escherichia coli*

Substanța	Conținutul % din masa uscată
Proteine	55
ARN	20,5
ADN	3,1
Lipide	9,1
Lipopolizaharide	3,4
Mureină	2,5
Glicogen	2,5
Metaboliți, ioni	3,5

**Fig. 126. Celule de bacterii văzute la microscop.**

**Fig. 127. Structura celulei procariote:**

1 – perete celular; 2 – membrană plasmatică; 3 – citoplasmă; 4 – cromozom; 5 – mezozom; 6 – tilacoide și vezicule gazoase; 7 – flagel; 8 – ribozomi; 9 – capsulă; 10 – incluziuni celulare.

## 2.3 Nutriția bacteriilor

După *modul de nutriție*, organismele procariote, la fel ca și toate viețuitoarele, se împart în *autotrofe* și *heterotrofe*.

*Procariotele autotrofe* folosesc CO<sub>2</sub> ca sursă de carbon pentru sinteza substanțelor organice proprii. O parte din ele sunt *fotoautotrofe*, adică fotosintetizează folosind energia luminoasă. De exemplu, bacteriile verzi și cianobacteriile. O altă parte de procariote autotrofe folosesc pentru sinteza substanțelor nutritive energia eliberată la oxidarea substanțelor anorganice. Aceste bacterii se numesc *chemoautotrofe*. În funcție de natura substanței oxidate, se deosebesc mai multe tipuri de bacterii chemoautotrofe: sulfooxidante, hidrogen-bacterii, ferobacterii.

*Procariotele heterotrofe* utilizează substanțele organice ca sursă de carbon pentru sinteza substanțelor nutritive proprii. Majoritatea din ele sunt *chemoheterotrofe*, deoarece folosesc substanțele organice și ca sursă de carbon, și ca sursă de energie. Din acest grup fac parte majoritatea bacteriilor parazite, saprotrofe și simbiotice.

*Bacteriile parazite* consumă substanțe organice din organismele vii pe care le parazitează. Majoritatea bacteriilor parazite provoacă diverse boli și se numesc *patogene*.

*Bacteriile saprotrofe* se nutresc cu substanțe organice din organisme moarte.

*Simbioza este conviețuirea reciproc avantajoasă a două organisme.* Exemplu de simbioză reprezintă conviețuirea dintre bacteriile fixatoare de azot și plantele din familia *Fabaceae*.

Majoritatea bacteriilor sunt aerobe, adică trăiesc în mediu cu oxigen. Există însă și bacterii anaerobe, care pot trăi în lipsa oxigenului. De exemplu, bacteriile lactice, bacilul titanic.

## 2.4 Înmulțirea bacteriilor

Bacteriile se înmulțesc asexuat prin *diviziune directă binară*. Procesul *sexuat* este primitiv și se reduce la schimbul materialului genetic dintre indivizi (recombinare genetică). În condiții favorabile, viteza de diviziune a celulei bacteriene este foarte mare. La un interval de 20-30 de minute apare o nouă generație de bacterii. Spre deosebire de celulele procariote, cele eucariote se divid mai rar, aproximativ de câteva ori pe zi.

**Fig. 128. A – imaginea electronmicroscopică a unei celule bacteriene în timpul diviziunii; B – schema diviziunii unei celule bacteriene:**

1. Diviziunea celulei începe cu dublarea moleculei de ADN. Fiecare moleculă de ADN rămâne ancorată de membrana plasmatică.
2. Ulterior membrana plasmatică începe să crească și invaginează între moleculele de ADN, separând celulele-fiice.
3. Concomitent, la suprafața plasmalemei se formează peretele celular.

Multe bacterii, în condiții nefavorabile pentru viață, formează *spori*. Formarea sporilor nu este un mijloc de înmulțire, ci un stadiu de repaus și o adaptare la supraviețuire în condițiile nefavorabile (temperatură ridicată sau joasă, lipsa substanțelor nutritive).

## 2.5 Importanța bacteriilor

- Bacteriile descompun substanțele organice din sol și din organismele moarte, contribuind astfel la circuitul elementelor chimice în natură.
- Bacteriile au un rol important în formarea humusului și îmbogățirea solului cu săruri minerale.
- Omul folosește bacteriile la epurarea apelor reziduale, la producerea antibioticelor (streptomicină, tetraciclină ș.a.) și a unor alimente prin fermentații (iaurt, murături etc.).
- Unele specii de cianobacterii (*Spirulina*) se folosesc în medicină, ca sursă de proteine etc.
- O parte din bacteriile saprotrofe aduc daune omului, deoarece alterează alimentele.
- Multe bacterii provoacă maladii infecțioase la plante și animale. La om bacteriile produc multiple boli grave. Unele din ele sunt descrise în tabelul ce urmează.

Combaterea bolilor provocate de bacterii se realizează prin utilizarea antibioticelor. Pentru a nu ne îmbolnăvi de bacterioze trebuie să respectăm regulile de igienă și să ne călim organismul. Un alt remediu este vaccinarea care constituie o măsură profilactică foarte eficientă.

### **Lucrare practică**

**Tema:** Realizarea unei culturi de bacili ai fânului și analiza microscopică a acestor organisme.

**Materiale necesare:** Fân, apă, un vas cu capacitatea de 1,5 l, ac de laborator, o lamă, o lamelă, un microscop.

**Mod de lucru:** Puneți în vas puțin fân și turnați peste el apă până îl va acoperi. Fierbeți conținutul vasului timp de 15 minute și lăsați-l la un loc cald. Peste 48 de ore veți observa pe suprafața lichidului din vas o pojghiță mucilaginoasă. Cu ajutorul acului de laborator, luați puțin lichid din pojghița formată, depuneți pe lamă și acoperiți cu o lamelă. Analizați la microscop și observați celule cilindrice de bacterii care pot fi solitare sau asociate. Studiați forma și mobilitatea bacteriilor. Observați prezența sporilor de bacterii. Desenați în caiet imaginile văzute la microscop și scrieți explicațiile corespunzătoare.

### **Știați că:**

Un gram de bacterii lactice poate descompune într-o oră circa 15 g de lactoză? Organismul omului poate descompune această cantitate în 30 de ani.

Iaurtul se obține cu ajutorul bacteriilor lactice? Alterarea laptelui are loc din cauza altor bacterii, care produc acidul butiric în urma fermentației butirice. Pe un cm<sup>2</sup> de piele se pot găsi circa 250 mln. de bacterii?

Unele boli provocate de bacterii la om

Bolile	Agenții patogeni	Infectarea și localizarea	Căile de răspândire
Dezinteria	Shigella disenteria	Intestinul gros, ganglionii limfatici regionali	Alimente, apă
Tifosul abdominal	Salmonella typhi	Intestinul subțire, s. limfatic, s. nervos central	Alimente, apă
Salmoneloza	Salmonella sp.	Intestinul subțire, s. limfatic	Carne, ouă, pește
Colibaciloza	Escherichia coli	Intestinul subțire	Lapte, produse lactate
Holera	Vibrio cholerae	Intestinul subțire. deshidratare; insuficiență renală, cardiacă	Apă, produse alimentare
Tifosul exantematic	Rickettsia prowazeki	Vasele capilare din creier și alte organe	Păduchii de corp
Bruceleza	Brucella militensis	Pătrunde prin piele și mucoase; atacă toate țesuturile	Carne, lapte
Pesta	Yersinia pestis	Toate organele	Rozătoare, purici, alimente, aer
Tularemia	Francisella tularensis	Piele, mucoasa sist. respirator și digestiv, sistemul limfatic	Rozătoare, insecte, alimente, apă
Antraxul	Bacillus anthracis	Piele, sistemul limfatic, organe	Bovine, cai, capre, om, alimente, apă
Tetanusul	Clostridium	Piele, mucoase, sistemul nervos, s. muscular.	Animale, sol
Difteria	Corynebacterium diphterae	Căile respiratorii, organele interne, s. nervos, inima	Aerogenă
Meningita	Meningococ sp.	Căile respiratorii, s. sangvin, meningele, s. nervos	Aerogenă
Tuberculoza	Mycobacterium tuberculosis	Plămâni, sistemul nervos, sistemul limfatic, s. excretor	Aerogenă
Sifilisul	Treponema pallidum	Mucoasa organelor urogenitale, sistemul limfatic, nervos, circulator, osos	Prin contact sexual, sânge infectat
Blenoragia	Diplococi Neisseria	Mucoasa căilor urogenitale, prostata	Contact sexual neprotejat

## Tema 3. Domeniul Virusuri

### 3.1 Caracterizare generală

**Virusurile** sunt particule nucleoproteice lipsite de organizare celulară. Pentru ele nu sunt caracteristice majoritatea însușirilor materiei vii: de exemplu, nu conțin enzime necesare pentru realizarea metabolismului plastic și energetic, nu au capacitatea de a se autoreproduce. De aceea virusurile sunt considerate convențional entități vii, fiind numite de unii savanți structuri molecular-genetice care bat la poarta vieții. Dimensiunile virusurilor variază mult (10-300 nm) și pot fi studiate doar la microscopul electronic. Cuvântul *virus* este de origine latină și înseamnă venin, lichid otrăvitor.

### 3.2 Structura virusurilor

Majoritatea virusurilor sunt alcătuite din proteine și acid nucleic. Particula virală completă, *virionul*, este formată dintr-o moleculă de ADN sau ARN (niciodată ambele), numită *genom viral*. Genomul viral este inclus într-un înveliș proteic, numit *capsidă*, care este alcătuită din mai multe *capsomere* inserate simetric. Capsomerele au însușirea de a se autoasambla în jurul moleculei de acid nucleic, formând virusul. Capsida virusurilor poate avea formă cilindrică, poligonală sau sferică. Unele virusuri (de exemplu, gripal) au în jurul capsidei o anvelopă din lipide, proteine și glicoproteine.

**Fig. 131. Virusul mozaicului tutunului:**

1 – virion; 2 – genom viral (ARN); 3 – capsidă formată din capsomere; 4 – capsomere care se autoasamblează în jurul moleculei de ARN.

**Fig. 132. Structura unui bacteriofag:**

1 – cap: a – capsidă; b – genom viral; 2 – pedicel; 3 – placă bazală; 4 – filamenteproteice.

În funcție de compoziția chimică, deosebim ARN - virusuri și ADN – virusuri.

**Bacteriofagii** sunt virusuri ce parazitează bacteriile. Fiecare tip de bacteriofag parazitează o anumită specie de bacterii. Un bacteriofag este alcătuit din *cap*, *pedicel* și *placă bazală* cu filamente proteice. Capul conține genomul viral inclus într-un înveliș proteic. Pedicelul prezintă un tub format din proteine. Placa bazală cu filamente proteice asigură fixarea bacteriofagului de învelișul bacteriei. Genomul viral trece prin tub atunci când este injectat în citoplasma bacteriei.

**Fig. 133. Schema multiplicării virusurilor:**

1. Fixarea
2. Infectarea
3. Replicarea
4. Sinteza proteinelor virale
5. Asamblarea
6. Dezintegrarea

a – ADN; b – ARN; c – proteine virale.

### 3.3 Multiplicarea virusurilor

Multiplicarea virusurilor are loc doar în celula vie și decurge în câteva etape. La început virusul aderă la suprafața celulei gazdă, fixându-se prin intermediul unor receptori specifici de pe membrana celulară. Urmează *infectarea* celulei când virusul, cu ajutorul unor enzime speciale, lizează învelișul celulei și pătrunde în citoplasmă sau injectează genomul viral. În citoplasma celulei gazdă are loc *replicarea genomului* viral și *sinteza proteinelor* virale, folosindu-se substanțele (enzime, aminoacizi, nucleotide, ATP) și unele organite celulare (ribozomi). Din acid nucleic viral și proteine virale se *asamblează* noi particule virale. Virionii *dezintegrează* membrana celulară și părăsesc celula gazdă. Ulterior virionii eliberați pot ataca alte celule sau pot rămâne în formă latentă.

### 3.4 Importanța virusurilor

Toate virusurile sunt agenți patogeni foarte periculoși și produc boli, numite *viroze*. Virusurile parazitează bacteriile, plantele, animalele și omul. La plante, virusurile provoacă diverse boli: mozaicului tutunului, virozele tomatelor, fasolelor etc. Cele mai răspândite viroze la animale sunt: gripa aviară, febra aftoasă la vite, pesta la păsări. La oameni se cunosc următoarele boli viroge: gripa, rabia (turbarea), poliomielita, variola, hepatita, SIDA. Pentru a preveni îmbolnăvirile, se recomandă evitarea contactului fizic cu persoanele bolnave. Antibioticele nu au efect în cazul bolilor virale. Se consideră eficiente vaccinurile antivirale (antigripal, antihepatitic).



Se presupune că virusurile au apărut de la organismele celulare în urma fragmentării cromatinei. Fragmentele de acizi nucleici au început să se reproducă autonom și să formeze virusuri, folosind substanțele organice și energia din celula gazdă.

**Fig. 134. Imagini electronomicroscopice cu virusuri:**

A – virusul mozaicului tutunului;

B – bacteriofagi.

#### Unele boli provocate de virusuri la om

Bolile	Organele afectate	Căile de răspândire	Metodele de tratament și profilaxie
Gripa	Căile respiratorii, intoxicația generală a organismului	Aerogenă	Seruri antigripale, profilaxie cu $\gamma$ -globulină
Cori (rugeolă)	Inflamarea căilor respiratorii, conjunctiva, pielea	Aerogenă	$\gamma$ -globulină
Variola	Căile respiratorii, pielea, intoxicație generală	Aerogenă	Vaccinare
Varicela	Intoxicația org., erupții pe piele	Aerogenă	$\gamma$ -globulină
Rubeola	Sistemul limfatic, erupții pe piele, este periculoasă pentru făt în primele luni	Aerogenă	$\gamma$ -globulină
Rabia (turbarea)	Sistemul nervos	Mușcătură a câinilor, vulpilor bolnave	Vaccinare
Parotita epidemică	Căile respiratorii, glandele salivare, pancreasul	Aerogenă	Vaccinare
Poliomielita	Căile respiratorii, tractul digestiv, sistemul nervos	Aerogenă, orală	Vaccinare
Encefalita	Sistemul nervos	Țânțari, alimente	Vaccinare
Mononucleoza infecțioasă	Rinofaringele, sistemul limfatic, splina, ficatul	Aerogenă	Nu există vaccin
Hepatita A	Ficatul	Orală, alimente, apă	Vaccinare
Hepatita B	Ficatul	Transfuzii de sânge, contact sexual	Vaccinare
Hepatita C	Ficatul	Transfuzii de sânge	Vaccinare

## Tema 4. Domeniul Eucariota. Regnul Protoctista (Protoctista)

### 4.1 Origine, clasificare și caracterizare generală

**Regnul Protoctista** (gr. „protos” – primul din toate și kristos-a stabili) include cele mai primitive organisme eucariote, foarte diferite atât după structura corpului, cât și după modul de nutriție, înmulțire și dezvoltare. Cunoașteți, că celula eucariotă are origine polifiletică și s-a format prin endosimbioză din mai multe organisme procariote ancestrale. Din regnul Protoctista fac parte organisme monocelulare, coloniale și pluricelulare, autotrofe și heterotrofe. La speciile mai evolute, celulele ating un grad înalt de specializare, însă nu se asociază în țesuturi. Cu toate că acest regn este

artificial, el încearcă să reflecte principalele linii în evoluția organismelor vii. Prin urmare, studiul protoctistelor este deosebit de important pentru descifrarea mersului evoluției, stabilirea relațiilor de rudenie dintre organismele vii și perfecționarea arborelui filogenetic. În procesul îndelungat și anevoios al evoluției biologice, protoctistele nu numai că au supraviețuit, dar și au generat noi forme de organisme mai evolute și mai bine adaptate noilor condiții de viață. Se presupune că de la protoctiste s-au diferențiat trei linii evolutive distincte: *ciuperci*, *plante* și *animale*.

În regnul Protoctista sunt incluse mai multe grupe de organisme. Cele mai reprezentative sunt următoarele:

**algele** - protoctiste înrudite cu plantele;

**protozoarele** - protoctiste înrudite cu animalele;

**muxomicotele** - protoctiste înrudite cu protozoarele;

**oomicotele** - protoctiste analoage cu ciupercile;

**chitridiomicotele** - protoctiste înrudite cu ciupercile.

#### **4.2 Algele – protoctiste înrudite cu plantele**

**Algele** alcătuiesc un grup mare de protoctiste *fotoautotrofe* care trăiesc în mediile acvatice marine sau cu apă dulce. Unele specii pot fi întâlnite pe scoarța copacilor, pe pietre sau în solurile umede. Corpul algelor este *tal* și se caracterizează prin lipsa organelor vegetative adevărate și a țesuturilor conducătoare. Talul algelor poate fi monocelular, colonial sau pluricelular (filamentos ori lamelar). Celulele algale au practic aceleași componente tipice celulelor eucariote vegetale. Cloroplastidele, numite la alge *cromatofori*, sunt diverse după formă și dimensiuni. Celula algală, spre deosebire de celulele plantelor, conține centrioli.

**Înmulțirea** algelor se realizează pe două căi cunoscute: *asexuată* și *sexuată*.

**Înmulțirea asexuată** are loc prin trei modalități: prin *diviziune binară* la algele monocelulare, prin *fragmentarea talului* la cele pluricelulare (înmulțire vegetativă) și cu ajutorul *sporilor*. Sporii sunt produși de celule speciale numite *sporangii*. Există spori mobili, înzestrați cu flageli (zoospori) și spori imobili (aplanospori).

**Reproducerea sexuată** constă în fuziunea gametului masculin cu cel feminin și formarea *zigotului*. Prin germinare, zigotul dă naștere unui nou organism. În funcție de morfologia gameților, se cunosc trei tipuri de reproducere sexuată: *izogamia* (fuziunea a doi gameți mobili identici), *heterogamia* (contopirea a doi gameți mobili de diferite dimensiuni) și *oogamia* (fuziunea unui gamet masculin, mic și mobil – *anterozoid* cu un gamet feminin, mare și imobil – *oosferă*). La alge gameții masculini și cei feminini sunt produși de gametangi monocelulari: *anteridii* și, respectiv, *oogoane*.

La unele alge (spirogira) este prezent un alt tip de reproducere sexuată, numită *conjugare*, care constă în contopirea a două celule somatice și formarea zigotului.

**Fig. 135. Diferite tipuri de tal prezent la algele verzi:**

1 – monocelular; 2 – colonial; 3 – filamentos neramificat; 4 – filamentos ramificat; 5 – lamelar.

**Fig. 136. Diferite tipuri de gameți și reproducere sexuată la alge:**

A – izogamia; B – heterogamia;

C – oogamia: 1 – izogameți; 2 – macrogamet; 3 – microgamet; 4 – anterozoid; 5 – oosferă.

**Ciclul vital** reprezintă etapele principale și procesele ce se petrec într-un organism de la apariția acestuia și până la moarte. Acest proces este controlat genetic. La organismele unicelulare care se înmulțesc prin diviziune, ciclul vital coincide cu ciclul celular.

**Ciclul de dezvoltare** (numit de mulți autori și ciclul vital) constituie etapele dezvoltării individuale ale organismului de la naștere până la producerea unor noi descendenți.

În ciclul vital (ciclul de dezvoltare) la alge, ca și la toate organismele eucariote, există o alternanță a două faze: *haploidă* (cu celule haploide) și *diploidă* (cu celule diploide). Procesele principale în ciclul vital le constituie *meioza* și *fecundația*. Meioza asigură trecerea de la *diplofază* la *haplofază*, iar *fecundația*, trecerea de la *haplofază* la *diplofază*. În funcție de locul meiozei, deosebim următoarele tipuri de cicluri vitale:

**haplofazic** și **diplofazic** – fără alternare de generații;

**haplodiplofazic**, **izomorfic** și **diplohaplofazic** – cu alternare de generații.

Algele s-au diferențiat din procariotele autotrofe pe calea evoluției divergente și a endosimbiozei. În funcție de natura pigmentilor și a produselor de asimilare, precum și a modului de înmulțire, algele se clasifică în mai multe filumuri, dintre care esențiale sunt următoarele: **Algele roșii**, **Algele verzi**, **Bacilariofitele**, **Algele brune** și **Euglenofita**.

### Filumul Alge roșii (*Rhodophyta*)

Majoritatea **algelor roșii** au talul pluricelular filamentos sau lamelar. Culoarea roșie sau galbenă a talului este determinată de prezența pigmentilor *clorofila „a”*, *ficoeritrina* (roșu) și *ficocianina* (albastru). Peretele celular celulozic prezintă la suprafață un strat de pectină care se poate gelifica. La unele specii (*Corallina rubens*) peretele celular este impregnat cu calcar, din care cauză talul este rigid și se aseamănă mult cu coralii. Substanța de rezervă este un polizaharid (floridon) care se depune în citoplasmă. *Înmulțirea asexuată* se efectuează cu ajutorul sporilor imobili. *Reproducerea sexuată* este oogamia, ambii gameți fiind imobili.

Majoritatea speciilor de alge roșii trăiesc în mările calde fixate de pietre, unele lângă litoral, altele la adâncimi de zeci de metri. Din acest filum fac parte genurile: *Deleseria*, *Filofora*, *Polisifonia*.

Algele roșii își trag originea de la organismele procariote (cianofite). Dovezile sunt următoarele: prezența pigmentilor comuni; repartizarea solitară a tilacoidelor în cromatofori; lipsa completă a stadiilor flagelate și depunerea polizaharidelor de rezervă în citoplasmă.

- Unele specii de alge roșii (*Porphyra*) se folosesc în alimentație;
- Din algele roșii se extrage agar-agarul, folosit în cofetărie, precum și în laboratoarele de microbiologie pentru pregătirea mediilor nutritive.

**Fig. 137. Reprezentarea schematică a principalelor tipuri de cicluri vitale:**

A – haplofazic; B – diplofazic;

C – diplohaplofazic, izomorfcisauhaplodiplofazic.

### Filumul Alge verzi (*Chlorophyta*)

**Algele verzi** constituie un grup numeros de talofite care trăiesc în apele dulci și sărate, în sol, pe scoarța copacilor etc. Talul poate fi monocelular, colonial, pluricelular (filamentos sau lamelar). În celulele algelor verzi predomină *pigmenții clorofilieni „a” și „b”*. Produsul de asimilație este *amidonul* care se depozitează în cromatofori.

**Clamidomonada** (*Chlamydomonas*) este o algă monocelulară mobilă care poate fi întâlnită în apele dulci, în sol, pe scoarța copacilor. Corpul are formă ovală și este acoperit cu perete celulozic. La polul anterior prezintă doi flageli. Citoplasma celulei conține un cromotofor în formă de cupă, vacuolă pulsatilă, stigmă roșie (o structură fotosensibilă), alte organite. Lângă cromotofor se găsește un nucleu de formă ovală.

În prezența luminii, alga fotosintetizează. La întuneric poate să absoarbă substanțe organice din apă. Dacă condițiile de viață sunt favorabile, se înmulțește repede, provocând fenomenul cunoscut sub numele de „înflorirea apei”. *Înmulțirea asexuată* are loc prin diviziune binară sau prin zoospori. *Reproducerea sexuată* se realizează mai des prin izogamie. Ciclul vital este haplofazic.

**Volvoxul** (*Volvox*) este o algă colonială de apă dulce. La suprafața coloniei, de formă sferică, se observă un strat de celule, legate prin punți citoplasmatică. Numărul de celule din colonie variază de la câteva sute până la câteva zeci de mii.

**Fig. 139. Ciclul vital la Clamido-mo-nadă:**

A – înmulțirea asexuată prin zoospori;

1 – organism adult; 2 – zoospori în zoosporange; 3 – zoospori eliberați care vor da naștere la noi organisme;

a – cromatofor; b – stigmă (structură fotosensibilă); c – nucleu.

B – reproducerea sexuată – izogamia;

4 – organisme tinere; 5 – organisme adul-te (n); 6 – izogameți (n); 7 – izogamie;

8 – zigot (2n); 9 – oospor (zigot acoperit cu înveliș protector); 10 – prin germinație, oosporul dă naștere la patru organisme tinere (haploide).

Celula de volvox este asemănătoare cu celula de clamidomonadă. Colonia se deplasează activ în apă cu ajutorul flagelilor. Cavitatea internă a sferei conține un lichid gelatinos, în care se pot găsi celule specializate pentru reproducere. *Înmulțirea asexuată* se desfășoară astfel: o celulă din colonie se adâncește în substanța gelatinoasă, suferă câteva divizări consecutive, formând o colonie-fică. Noile colonii se eliberează prin ruperea peretelui coloniei-mamă. *Reproducerea sexuată* este oogamia.

**Ulva** sau **salata-de-mare** (*Ulva lactuca*) are talul pluricelular lamelar, format din două straturi de celule. Se fixează de substrat cu ajutorul unui disc cu rizoizi. Dimensiunile talului pot ajunge până la 60 cm. *Înmulțirea asexuată* are loc prin zoospori cu patru flageli, iar reproducerea sexuată este izogamia, gameții fiind biflagelați. Ciclul vital este *izomorfic*, adică gametofitul și sporofitul au formă și structură identică.

Ulva este răspândită în apele din zona litorală atât a mărilor nordice, cât și a celor sudice. În multe țări această algă este folosită în alimentație.

**Spirogira** sau *mătasea-broaștei* (*Spirogyra*) reprezintă un tal filamentos neramificat, alcătuit din celule cu cromatofori în formă de panglică spiralată. Se înmulțește vegetativ prin fragmentare, iar reproducerea sexuată este conjugarea. Celulele a două filamente vecine vin în contact și conjugă (se unesc prin intermediul unui canal). Conținutul unei celule trece în cealaltă, unde se contopesc. Nucleele fuzionează și, ca urmare, se formează un zigot (*oospor*) care se acoperă cu o membrană groasă și, după o perioadă de repaus germinează, dând naștere la o algă tânără. Spirogira este foarte răspândită în apele dulci stătătoare.

**Fig. 142. Schema ciclului vital la Ulva lactuca:**

1 – sporofit (2n); 2 – zoospori (n) cu patru flageli; 3 – zoospori în colțiți; 4 – gametofit masculin (n); 5 – gametofit feminin (n); 6 – gamet masculin; 7 – gamet feminin; 8, 9 – fecundație; 10 – zigot (2n); 11 – germinarea zigotului; a – sporangi; b – sporangi cu spori haploizi; c – gametangi masculini; d – gametangi feminini.

**Fig. 143. Conjugarea la spirogiră:**

1 – două celule în fază de conjugare; 2 – zigot (oospor) diploid.

### **Filumul Bacilariofita (*Bacillariophyta*)**

**Bacilariofitele**, numite și diatomee, sunt organisme microscopice monocelulare sau coloniale, de culoare brună-gălbuie, datorită prezenței pigmentilor *diatomina* și *fucoxantina* care maschează pigmentii *clorofilieni a* și *c*. Produsele de asimilație sunt polizaharidele, dar principala substanță nutritivă de rezervă o constituie uleiurile.

Una din particularitățile de structură ale diatomeelor este peretele celular modificat, numit *tecă*, alcătuită din două valve care se acoperă reciproc. Teca este impregnată cu dioxid de siliciu.

Înmulțirea asexuată are loc prin diviziune celulară binară. Fiecare celulă nou-formată secretă câte o nouă valvă. La multe specii se întâlnește și reproducerea sexuată (izogamie sau heterogamia).

Algele diatomee constituie masa de bază a fitoplanctonului mărilor și oceanelor, având un rol important în funcționarea ecosistemelor acvatice. Celulele moarte de alge se depun pe fundul mărilor, formând acumulări de siliciu cu numele de *diatomită*, care sunt exploatate și utilizate în calitate de filtre, de material izolant, în construcție etc.

### **Filumul Alge brune (*Phaeophyta*)**

Talul **algei brune** este pluricelular de dimensiuni mari, ajungând la unele specii la zeci de metri lungime. Majoritatea speciilor trăiesc în mări și oceane, îndeosebi, în cele cu apă rece, fixându-se de stânci cu ajutorul rizoizilor. Peretele celular celulozic conține la suprafață substanțe care se gelifică, protejând talul de curenții de apă și de deshidratare în timpul refluxului. Produsul de asimilație este polizaharida *laminarina*, care se depune în citoplasmă. La unele specii, în citoplasma celulei se acumulează iod. În compoziția cromatoforilor, alături de *clorofila a* și *c*, se găsesc și alți pigmenti, printre care este și *fucoxantina*, datorită căreia talul are culoare brună.

*Înmulțirea asexuată* se efectuează prin zoospori. *Reproducerea sexuată* cuprinde toate formele de gametogamie. La toate algele brune, cu excepția ordinului Fucale, în ciclul vital are loc alternarea generațiilor diploide și haploide.

**Fig. 145. Structura unei celule de algă diatomee cu simetrie radială:**

1 – tecă; 2 – nucleu; 3 – vacuolă; 4 – cloroplastidă; 5 – dictiozom.

**Genul Laminaria** cuprinde numeroase specii răspândite în mările și oceanele din emisfera nordică. *Laminaria* (*Laminaria sacharina*) are sporofitul de forma unei panglici cu lungimea de circa șase metri, iar gametofitul este microscopic. Talul se fixează de substrat cu ajutorul rizoizilor. Ciclul vital este *diplohaplofazic*. *Laminaria* conține o mare cantitate de glucide și se folosește în alimentație, cu denumirea de „varză de mare”.

Din **ordinul Fucale** fac parte specii cu talul ramificat dihatomic ce cresc abundent în mări și oceane, preponderent în cele nordice. La unele specii, talul reprezintă vezicule plutitoare. Pentru **ordinul Fucale** este caracteristică lipsa înmulțirii asexuate, prin spori. Reproducerea sexuată este oogamia, iar ciclul vital este *diplofazic*. *Fucusul* (*Fucus vesiculosus*) crește în mările nordice în zona litorală, formând desigururi subacvatice.

În mările tropicale crește alga *Sargassum*. Fragmente de taluri ale acestei specii sunt aduse de curenți și formează acumulări enorme în Marea Sargassum.

**Fig. 148. Ciclul vi tal la laminarie:** 1 – sporofit (2n); 2 – sporangi; 3 – spor masculin (n); 4 – spor feminin (n); 5, 6 – spori germi nați; 7 – gametofit masculin cu câteva anteridii; 8 – gametofit feminin cu un oogon; 9 – oosferă; 10 – anterozoid; 11 – zigot (2n); 12 – sporofit tânăr; a – anteridie; b – oogon.

**g. 19. Cercul talului:** 1 – g metofit (n); a – d sc b zal; b – t l r mificat; c – v zicule c a r; 2 – a teridie; 3 – o gon c o sfere; 4 – o sferă ( ); 5 – a -te rozoizi ( ); 6 – z got (n); 7 – g metofit t năr.

**Genul *Macrocyctis*** include alge brune marine de dimensiuni gigantice. Talul unor alge poate atinge lungimea de 100 m. Pe litoralul Mării Negre poate fi întâlnită o specie de algă brună *Cystoseira barbata* cu talul ramificat, lung până la 30 cm.

### **Filumul Euglenofite (*Euglenophytae*)**

**Euglenofitele** sunt organisme monocelulare mobile ce trăiesc în apele dulci, de obicei, bogate în substanțe organice. Un reprezentant tipic al acestui filum este **Euglena verde** (*Euglena viridis*). Euglena se aseamănă cu plantele prin prezența pigmentilor *clorofilieni a și b* și însușirea de a fotosintetiza. Produsul fotosintezei este polizaharida *paramilonul* care se depune de rezervă în citoplasmă. Totodată, acest organism prezintă și unele însușiri caracteristice animalelor. Se nutrește la întuneric cu substanțe organice din mediu. Hrana pătrunde în celulă printr-un orificiu de la baza flagelului. Digestia are loc în vacuolele digestive ce se formează în citoplasmă. Substanțele de excreție și surplusul de apă sunt eliminate prin vacuola contractilă. În citoplasma celulei se găsește *stigma*. Celula euglenei nu prezintă perete celular celulozic, dar își menține forma constantă datorită unor benzi proteice situate sub membrana plasmatică.

Euglena se înmulțește vegetativ prin diviziune longitudinală a corpului. Când condițiile de mediu devin neprielnice, euglena se închistează.

Majoritatea euglenofitelor participă la procesul de autopurificare a apei. Unele specii servesc drept indicatori biologici ai gradului de poluare a bazinelor acvatice.

#### **Lucrare practică**

**Tema:** Studiarea unor specii de alge.

**Materiale necesare:** Un pahar cu ”apă înverzită”. Preparate microscopice fixe cu alge (euglena, volvox), câteva alge verzi, brune, roșii vii sau ierbarizate (spirogira, ulva), o pipetă, un ac, câteva lame și lamele, o lupă, un microscop.

**Mod de lucru:** Picură pe lamelă o picătură de apă cu alge și acoper-o cu lamelă. Studiază preparatul la microscop și folosindu-te de desenul din manual determină speciile de alge. Observă forma celulelor, modul de locomoție. Găsește nucleul, citoplasma, cromatoforii. Examinează preparatele fixe cu euglena și alte alge. Pregăteți preparate microscopice cu alge și examinați-le la microscop. Observă forma celulelor și a cromatoforilor. Compară imaginile de la microscop cu desenele din manual și recunoaște speciile.

Studiază micropreparatul cu colonii de volvox. Observă dimensiunile, forma și culoarea coloniilor.

Examinează un fragment de algă pluricelulară (spirogira). Observă forma celulelor, culoarea și forma nucleului, a cromatoforului.

Desenează imaginile văzute la microscop și completează legenda. Formulează concluzii despre legătura dintre alcătuirea corpului și modul de viață al algelor.

#### **Fig. 151. Organizarea celulei de euglenă:**

1 – flagel; 2 – membrană plasmatică; 3 – cloroplaste; 4 – nucleu; 5 – vacuolă contractilă; 6 – stigmă; 7 – substanțe de rezervă (granule de paramilon); 8 – citoplasmă.

### **4.3 Protozoarele – protoctiste înrudite cu animalele**

Protozoarele s-au diferențiat din procariotele heterotrofe pe calea evoluției divergente și a endosimbiozei. Ele sunt organisme monocelulare heterotrofe ce trăiesc, de regulă, în apă sau parazitează pe animale și om. Celula protozoarelor are un potențial mare de adaptare și este capabilă să îndeplinească toate funcțiile vitale. Din această grupă de organisme vom studia filumurile: *Rizopoda*, *Flagelata*, *Ciliofora* și *Sporozoare*.

**Filumul *Rizopoda* (*Rhizopoda*)** include organisme libere ce trăiesc în ape dulci și sărate. Unele specii parazitează pe animale și om. Pentru rizopode este caracteristică însușirea de a forma pseudopode (prelungiri temporare ale celulei).

**Amiba (*Amaeba proteus*)** trăiește în apele dulci și este una dintre cele mai mari amibe libere. Se deplasează cu ajutorul pseudopodelor, care o ajută și la prinderea hranei.

Amiba se hrănește cu bacterii, alge și alte organisme. Digestia se realizează prin fagocitoză. Organismele înglobate de celulă sunt digerate în vacuolele digestive sub acțiunea

enzimelor ce pătrund din citoplasmă. Substanțele reziduale sunt expulzate în exterior prin membrana plasmatică. Substanțele de excreție și surplusul de apă sunt eliminate prin vacuola contractilă. Respirația are loc prin toată suprafața corpului.

Amiba se înmulțește asexuat prin diviziune binară. Procesul sexuat nu este cunoscut. În condiții nefavorabile, amiba se închistează prin deshidratare și formarea unui înveliș rezistent. Fenomenul de închistare este specific pentru majoritatea protozoarelor.

Înrudite cu rizopodele sunt **foraminiferele și radiolarii**, care trăiesc în mări și au la suprafața celulei un înveliș (cochilie) calcaros și, respectiv, silicios. După moartea organismelor are loc depunerea învelișului pe fundul mărilor, formând roci de calcar sau de siliciu.

**Amiba dizenterică** parazitează în intestinul omului, provocând dizenteria amibiană.

**Fig. 152. Amiba:**

A – structura;

B – diviziunea celulei.

1 – pseudopode; 2 – vacuolă digestivă; 3 – nucleu; 4 – citoplasmă; 5 – vacuolă contractilă

**Fig. 154. Specii de rizopode:**

A – foraminifer; B – radiolar.

**Filumul Flagelata (Zoomastigina).** Protozoarele flagelate sunt organisme libere sau parazite, la care celulele posedă unul sau mai mulți flageli. Din flagelatele libere fac parte **coanoflagelatele** (flagelate cu gulerăș), care trăiesc în ape dulci și sărate. Celulele coanoflagelatelor posedă un flagel înconjurat la bază de un gulerăș citoplasmatic. Un reprezentant tipic al acestui grup de flagelate este *Codonosiga*. Se hrănește cu bacterii și alte microorganisme din apă. Prin mișcarea flagelului se formează un curent acvatic îndreptat spre gulerăș. Particulele nutritive din apă se alipesc de gulerăș, apoi trec în citoplasmă și sunt supuse digerației în vacuolele digestive. Prezența unor celule similare (coanocite) în structura animalelor primitive (spongierilor) este o dovadă că protozoarele sunt strămoșii din care au evoluat animalele.

Din flagelatele parazite fac parte **tripanosomele**, ce parazitează în sângele animalelor și al omului. Sunt răspândite mai frecvent în Africa Centrală. *Trypanosoma gambiense* provoacă boala somnului și este transmisă prin înțepătura muștei țe-țe.

O altă specie de flagelate este **giardia**, care parazitează în ficatul și intestinal omului, producând boala *giardiaza*.

**Filumul Ciliofora (Ciliophora).** Protozoarele din acest filum se caracterizează printr-o organizare mai complexă a corpului și prezența cililor la suprafața celulei. Majoritatea ciliatelor trăiesc în ape dulci și sărate, dar există și multe specii parazite și simbiote.

**Parameciul (Paramecium caudatum)** trăiește în ape dulci stătătoare, bogate în substanțe organice. Corpul are forma unui pantof și este acoperit cu numeroși cili. Pe partea ventrală se observă o adâncitură în formă de pâlnie (peristom) tapetată cu cili care se termină cu un orificiu (gură sau citostom). Gura este urmată de citofaringe, la capătul căruia se formează vacuolele digestive. În citoplasmă sunt prezente două nuclee: macronucleul, care dirijează procesele metabolice, și micronucleul cu rol în reproducere.

Parameciul este un mare consumator de bacterii. Particulele alimentare pătrund prin citostom în citofaringe, la capătul căruia se formează vacuole digestive. Resturile nedigerate sunt eliminate din celulă printr-un mic por (citoproct). Respirația are loc prin toată suprafața corpului. Produsele de excreție și surplusul de apă sunt eliminate prin două vacuole contractile, unite cu numeroase canale de colectare. Parameciul reacționează adecvat la factorii din mediu (sare, bacterii etc.), deplasându-se spre excitant sau în direcția opusă.

Parameciul se înmulțește asexuat prin diviziune binară. Mai rar are loc procesul sexuat, numit conjugare, în urma căruia doi indivizi se unesc printr-o punte citoplasmatică și fac schimb de nuclee (informație ereditară).

**Fig. 155. Codonosiga (colonie și celulă):**

1 – plasmalemă; 2 – nucleu; 3 – vacuolă contractilă; 4 – flagel; 5 – gulerăș citoplasmatic; 6 – vacuolă digestivă.

**Fig. 156. Alcătuirea celulei de parameci:**

1 – membrană plasmatică; 2 – cito-plasmă; 3 – nucleu mic (cu rol în reproducere); 4 – nucleu mare (cu rol metabolic); 5 – vacuolă digestivă; 6 – vacuolă contractilă; 7 – canale colectoare; 8 – citostom; 9 – citofaringe; 10 – cili; 11 – citoproct.

Un alt reprezentant al acestui filum este **stentor**, care trăiește în apele dulci, unele specii fiind colorate. Din ciliatele parazite face parte *Balantidium coli*, care parazitează în intestinul gros al omului, provocând colite ce se tratează greu.

Ciliatele joacă un rol important în lanțurile trofice ale ecosistemelor acvatice. Ele reprezintă o sursă bogată de hrană pentru animalele acvatice. Consumând bacterii și resturi acvatice, ciliatele contribuie la purificarea apei.

**Filumul Sporozoaare (Sporozoa).** Sporozoaarele sunt protozoare exclusiv parazite, cu una sau mai multe gazde. Ciclul de dezvoltare este complex și cuprinde alternarea înmulțirii sexuate și asexuate. Înmulțirea asexuată are loc prin spori rezistenți, de unde le vine și numele. Unele specii de sporozoaare parazite produc boli grave la animale și om (malaria, coccidioza). Malaria este produsă de *Plasmodium malariei*, care parazitează în eritrocitele din sângele omului. Boala se manifestă prin febră și anemie și este transmisă omului prin înțepătura femelei țânțarului anofel, care se hrănește cu sânge.

### **Lucrare practică**

**Temă:** Studiarea structurii, comportamentul și mișcării parameciului.

**Materiale:** Cultură de parameci și bacterii, cristale de sare de bucătărie, pipetă, o lamă, o lamelă și un microscop.

**Mod de lucru:** Într-un vas cu apă caldă adăugă puțin fân sau paie și-l lăsa la un loc luminos și cald câteva zile. Sub pojghița mucilaginoasă de la suprafața apei se găsesc parameci. Pregătește un preparat microscopic cu parameci. Picură pe lamă de sticlă 2 picături de soluție cu parameci și unește-le printr-o punte. Studiază preparatul și observă mișcarea parameciilor. Pune pe marginea unei picături o bucațică de peliculă cu bacterii și puțin colorant (tuș). Observă comportamentul parameciilor, formarea vacuolelor digestive și evoluția lor.

Examinează atent preparatul și observați forma unui parameci. Găsește partea anterioară și posterioară (mai ascuțită). Studiază alcătuirea internă. Observă membrana, citoplasma, vacuolele, nulele. Așează lângă lamelă câteva cristale de sare de bucătărie și urmărește reacțiile parameciilor. Formulează concluzii și scrie-le în caiet. Desenează imaginile văzute și indică componentele studiate.

### **4.4 Filumul Mixomicota – protoctiste înrudite cu protozoarele**

**Mixomicotele** sunt organisme heterotrofe cunoscute sub denumirea populară de mucegaiuri mucilaginoase. Trăiesc în locurile umede pe resturi vegetale sau pe cadavre de animale din care și extrag substanțele nutritive. Talul mixomicotelor constă dintr-o masă citoplasmatică amorfă, cu multe nuclee, lipsit de perete celular, numit *plasmodium*. Culoarea talului poate fi variată: galbenă, roșie, roză, violetă. Deplasarea mixomicotelor are loc cu ajutorul pseudopodelor (mișcare amiboidală). Se hrănesc cu resturi vegetale și animale, bacterii, protozoare, pe care le încorporează în celulă prin fagocitare și le digeră în vacuolele digestive.

Se înmulțesc vegetativ prin fragmentarea talului. Înmulțirea asexuată are loc prin spori. Se cunosc circa 500 de specii de mixomicote. Strămoșii ancestrali ai mixomicotelor se consideră a fi protozoarele flagelate și amiboidale.

Cele mai răspândite mixomicote sunt genurile: *Fuligo*, *Stremonites*, *Lycogala*, *Physarum*.

### **4.5 Filumul Oomicota – protoctiste analoage cu ciupercile**

**Oomicotele** (Oomycota) sunt organisme heterotrofe, saprotrofe sau parazite, care trăiesc în mediul acvatic și terestru. Ele prezintă unele însușiri (structura talului, modul de nutriție și de înmulțire) asemănătoare cu ciupercile. În același timp, oomicotele au multe caractere care le distanțează de ciuperci. Mulți savanți consideră că oomicotele au legătură genetică cu algele sifonofice filamentoase (filumul Xantofita). În favoarea acestei afirmații sunt următoarele caracteristici: peretele celular celulozic, zoosporii biflagelați, flagelii având structură și lungime diferită.

Reproducerea asexuată a oomicotelor are loc prin zoosporii sau conidii. Reproducerea sexuată este oogamia.

Un reprezentant tipic al acestui filum este **Plasmopara viticola**, o specie endoparazită, care atacă frunzele viței-de-vie, provocând maladia *mana viței-de-vie*. Corpul (talul) este un *miceliu* care reprezintă o celulă polinucleată, cu ramificații filiforme și incolore, numite *hife*.

Infectarea plantelor se face prin stomate cu conidii (spori imobili) sau zoosporii. La germinarea sporilor, în interiorul țesuturilor frunzei se dezvoltă hife ramificate care formează

*haustorii*, prelungiri fine ce pătrund în celulele gazdei și absorb substanțele nutritive. Pe partea superioară a frunzei apar pete galbene, iar pe cea inferioară, un puf alb care reprezintă **conidiofori cu conidii**. Conidiile cad, sunt duse de vânt, infectând alte părți ale plantei. Pe timp ploios, conidiile pot germina, transformându-se în **zoosporangi** care formează **zoospori** biflagelați. După eliberare, zoosporii se mișcă prin apă spre alte organe ale plantei, infectându-le. *Reproducerea sexuată* este oogamia. **Anteridia** (gametangele masculine) și **oogonul** (gametangele feminine) apar toamna în țesuturile frunzelor. După fecundația oosferei se formează **zigotul (oosporul)**, care ierneză în frunză ori în sol. Primăvara, oosporul germinează, producând conidii sau zoosporangi cu zoospori haploizi (n).

*Plasmopara viticola* a fost adusă în Europa din America, în anii 1876-1878. La început, aceasta specie a nimerit în partea de sud-est a Franței, de unde s-a răspândit în toată Europa.

Combaterea manei viței-de-vie se face prin stropirea plantelor cu zeamă bordeleză (amestec de sulfat de cupru și var stins), iar toamna trebuie de ars rămășițele vegetale în care ierneză oosporii.

Din filumul Oomicota face parte **Phytophthora infestans** care provoacă *mana* cartofului, genul *Peronospora* care produce *mana* cepei și a usturoiului.

Genul *Saprolegnia* include specii ce trăiesc pe resturi de plante și animale acvatice, unele parazitând pe puietul peștelui.

#### 4.6 Filumul Chitridiomicota-protociste înrudite cu ciupercile

**Chitridiomicotele** reprezintă o grupă de protociste heterotrofe cu talul monocelular, la unele specii cu ramificații, numit rizomiceliu. Majoritatea speciilor sunt paraziți intracelulari la alge, plante, animale și ciuperci. Există și specii saprotrofe.

Înmulțirea asexuată are loc prin zoospori monoflagelați. Reproducerea sexuată este de tipul izogamiei, heterogamiei sau oogamiei. Cele mai răspândite sunt genurile: *Olpidium*, *Synchytrium*. *Olpidium brassicae* atacă plantulele de varză, provocând boala putregaiului negru, iar *Synchytrium endobioticum* parazitează plantele de cartof.

**Olpidium brassicae**. Această specie parazitează în celulele din tulpina plantulelor de varză. Odată cu creșterea puietului, zoosporul monoflagelat pătrunde în celula-gazdă, se divide și formează plazmodiu, care ulterior se transformă în zoosporange cu numeroși zoospori monoflagelați. După eliberare zoosporii infectează alte celule. Ciclul complet al înmulțirii asexuate durează 5-10 zile.

În anumite condiții, zoosporii se comportă ca izogameți, adică se contopesc câte doi, formând zigoți biflagelați. Aceștea pătrund în planta-gazdă, se acoperă cu o membrană dublă (se transformă în chist) și duc o viață latentă până primăvara următoare, când germinează (meioza), produc zoospori și începe un nou ciclu de dezvoltare.

Măsurile de combatere a paraziților respectivi constau în selectarea soiurilor rezistente și dezinfectarea periodică a solului.

## Tema 5. Regnul Fungi (Mycota)

### 5.1. Origine, clasificare și caracterizare generală

**Ciupercile** reprezintă un grup foarte mare de organisme eucariote heterotrofe cu însușiri specifice, de aceea în sistemul organismelor vii ele alcătuiesc un regn separat. Pot fi întâlnite în toate zonele geografice, în mediul acvatic sau terestru.

Ciupercile au evoluat de la cele mai primitive organisme eucariote heterotrofe. Strămoșii fungilor au fost, probabil, protozoarele amiboidale, dependente de mediul acvatic. Aceste însușiri se păstrează și la filumul Chytridiomycota.

În funcție de structura talului și modul de înmulțire, ciupercile se clasifică în două grupe: **fungii inferiori** (filumul *Zigomicota*) și **fungii superiori** (filumurile *Ascomycota*, *Bazidiomicota* și *Deuteromicota*).



**Alcătuirea corpului.** Corpul ciupercii (talul) este un *miceliu* format din filamente subțiri și ramificate, numite *hife*. La ciupercile inferioare miceliul reprezintă o celulă ramificată, cu multe nuclee. Ciupercile superioare au miceliul format din hife pluricelulare (septate). Pentru celulele fungale este caracteristică prezența peretelui celular format din chitină, lipsa plastidelor și a pigmentilor asimilatori. În citoplasmă se găsesc numeroase incluziuni: granulații de glicogen, picături de lipide, iar în vacuole, granulații de proteină (albumină, volutină). Multe ciuperci produc și acumulează substanțe toxice. Produsul metabolismului proteic la ciuperci este ureea.

**Nutriția.** Ciupercile sunt organisme heterotrofe și folosesc la nutriție substanțe organice de natură vegetală și animală, având nevoie de săruri, vitamine etc. Cu ajutorul enzimelor, ele scindează substanțele complexe din substrat în substanțe mai simple, asimilabile și le absorb prin toată suprafața hifelor. Există ciuperci *parazite*, *saprotrofe* și *simbiotice*.

**Înmulțirea** ciupercilor se realizează prin două modalități cunoscute: *asexuată* și *sexuată*.

Înmulțirea *asexuată* este cea mai frecventă și se efectuează prin *fragmente de tal*, prin *înmugurire* (la drojdii) sau prin *spori* (sporangiospori, conidiospori (conidii) și zoospori). Sporangiosporii se dezvoltă în sporangi, conidiosporii se formează pe hife specializate, numite conidiofori, iar zoosporii sunt spori mobili înzestrați cu flageli.

**Reproducerea sexuată** la zigomicote și ascomicote se realizează prin *gametangiogamie* (fuziunea a doi gametangi), iar la bazidiomicote, prin *somatogamie* (contopirea a două celule somatice). La deuteromicote reproducerea sexuată nu este cunoscută.

**Fig. 159. Structura unei ciuperci:**

1 – corp de fructificație; 2 – lamecubasidiospori; 3 – miceliu din sol.

**Fig. 159. Structura unei ciuperci:**

1 – corp de fructificație; 2 – lamecubasidiospori; 3 – miceliu din sol.

## 5.2. Filumul Zigomicota (*Zygomycota*)

Majoritatea zigomicotelor trăiesc pe uscat, fiind parazite sau saprofite. Miceliul reprezintă o celulă polinucleată cu numeroase ramificații (hife). Vom studia specia **mucegaiul-negru** (*Rizopus nigricans*). Este un mucegai ce apare pe pâine, fructe. Pentru această specie este caracteristică formarea hifelor aeriene îngroșate, numite stoloni, cu aspect de păslă albă. Cu ajutorul rizoizilor ciuperca se fixează de substrat, iar la suprafața lui se dezvoltă sporangiofori cu sporangi negri.

**Înmulțirea asexuată** se realizează prin sporangiospori. **Reproducerea sexuată** este gametangiogamia. Pe micelii cu semne reproductive „+” și „-” se formează ramificații cu citoplasmă și nucleu, numite *gametangi*. Gametangii se contopesc și, ca urmare, se formează un *zigot* ( $2n$ ), care se mai numește zigospor. El este acoperit cu un perete gros, rezistent, de culoare neagră. După o perioadă de repaus, zigosporul germinează, formând o mulțime de spori haploizi care se maturizează în sporangi. Sporii maturi sunt răspândiți în timpul deschiderii sporangilor.

**Fig. 162. Ciclul vital la mucegaiul negru:**

A – înmulțirea asexuată; B – reproducerea sexuată;

1 – substrat (pâine); 2 – sporangiofor; 3 – sporange; 4 – spori; 5 – hife; 6 – gametange; 7 – gametangiogamie; 8 – zigospor ( $2n$ ); 9 – zigospor încolțit (meioză); 10 – sporange cu spori ( $n$ ). Sporii se formează prin multiple diviziuni mitotice.

**Mucegaiul-alb** (*Mucor mucedo*) are miceliul format din hife de culoare albă ce cresc în interiorul substratului. Se dezvoltă pe pâine, fructe etc. Unele specii din genul *Mucor* provoacă boli pulmonare la păsări.

**Ordinul Zoopagale** cuprinde ciuperci răpitoare care vânează nematode, insecte, utilizând diverse mijloace. Unele specii elimină un lichid lipicios care le lipește de organismul prăzii, altele sunt înzestrate cu câteva inele care se umflă când prin ele trece un vierme. Fiind imobilizați, viermii cad pradă ciupercilor.

## 5.3. Filumul Ascomicota (*Ascomycota*)

Însușirea comună a ascomicotelor este formarea *ascelor* cu *ascospori*. Talul ascomicotelor este un miceliu alcătuit din hife ramificate, pluricelulare. Un reprezentant tipic al acestui filum este **urechiușa** (*Sarcoscypha coccinea*), o ciupercă ce crește în pădure primăvara și toamna, pe ramurile putrede și pe solul umed. Urechiușa are corpul de fructificație în formă de cupă de culoare roșie.

**Înmulțirea asexuată** se realizează prin conidii. **Reproducerea sexuată** este gametangiogamia. **Miceliul primar** (cu celule mononucleate) se formează la germinarea sporilor și este de lungă durată. Pe miceliul primar se formează gametangi masculini – *anteridii* și feminini – *ascogoane*, care ulterior se contopesc, iar nucleele se alătură câte două, formând perechi (*dicarioni*). Ascogonul

germinează, dând naștere la hife cu dicarioni, care formează *miceliul secundar*. În celulele terminale ale hifelor cu dicarioni are loc fuziunea nucleelor (cariogamia) și formarea celulelor zigoți, care ulterior se transformă în *asce*. În fiecare ască, nucleul diploid se divide meiotic, rezultând patru nuclee haploide care vor deveni *ascospori*. Ascele cu ascospori sunt situate în structuri speciale, numite *corpuri de fructificație*.

#### Diversitatea ascomicotelor

**Drojdia de bere** este o ciupercă unicelulară ce crește pe substraturi de glucide. Din antichitate, această ciupercă este folosită la dospirea aluatului și la fabricarea berii.

**Drojdia vinului** are celule alungite care formează șiraguri ramificate. Crește pe ramuri și pe ciorchine de viță-de-vie. Produce fermentația mustului din struguri.

#### Fig. 165. Ciclul vital la urechiușă:

A – înmulțirea asexuată; B – reproducerea sexuată;

1 – hife septate; 2 – conidii; 3 – ascogon; 4 – anteridie; 5 – gametangiogamie; 6 – hife cu dicarioni formate la germinarea ascogonului; 7 – zigot (2n); 8 – ască cu patru nuclee haploide; 9 – ască cu opt ascospori haploizi; 10 – ascospor germinat.

**Genurile *Penicillium* și *Aspergillus*** includ specii saprofite ce cresc în sol pe diferite substraturi vegetale, formând pete de mucegai verde și, respectiv, verde-albăstrui.

**Cornul-secarei** parazitează pe multe graminee.

**Zbârciogul** este o ciupercă saprofită comestibilă care crește în păduri în locurile luminoase. Corpul de fructificație este diferențiat în picioruș și pălărie zbârcită.

#### 5.4. Filumul Bazidiomicota (*Basidiomycota*)

Pentru bazidiomicote este caracteristică formarea *bazidiei* cu *bazidiospori*. Vom studia **ciuperca-de-câmp** (*Agaricus campestris*), numită și ciupercă de cultură. Este o specie saprofită, cu miceliul foarte bine dezvoltat. Crește pe câmpii și pajiști, de unde a fost luată în cultură.

*Înmulțirea asexuată* are loc prin conidii. *Reproducerea sexuată* este somatogamia. **Miceliul primar** se formează la germinarea sporilor și este de scurtă durată. Celulele de la două hife alăturate se contopesc și dau naștere la celule cu dicarioni, care se dezvoltă, formând *miceliul secundar*. Miceliul secundar poate exista timp îndelungat, crescând și răspândindu-se în substrat. În celulele apicale ale hifelor dicarionice are loc cariogamia și formarea celulelor zigoți. Acestea cresc în volum, transformându-se în *bazidii*. În fiecare bazidie, prin meioză, se formează patru bazidiospori haploizi.

La ciuperca-de-câmp, corpul de fructificație este format dintr-o împletire compactă de hife și constă din picioruș și pălărie. Bazidiile cu bazidiospori se situează pe partea inferioară a *pălăriei corpului de fructificație*, pe lame de culoare alb-roz la început și apoi brună-închisă. Bazidiosporii diseminează și, nimerind pe substrat fertil, încolțesc și dau naștere la miceliu primar.

Numeroase ciuperci cu pălărie conviețuiesc prin simbioză cu rădăcinile unor plante. Această asociere reciproc avantajoasă se numește *micoriză*. Hifele ciupercii ajută planta să absoarbă seva brută, iar în schimb să primească substanțe organice nutritive.

Multe bazidiomicote depozitează în corpurile de fructificație substanțe organice valoroase, fiind folosite în alimentația omului. Ciupercile otrăvitoare conțin substanțe toxice care atacă sistemul nervos sau produc intoxicații grave și pot provoca moartea. De aceea este obligatorie adresarea urgentă la medic.

#### Fig. 166. Ciuperci ascomicote:

1 – drojdie de bere; 2 – *Penicillium*; 3 – *Aspergillus*; 4 – zbârciog; a – conidiofor; b – conidie.

#### Fig. 168. Ciclul vital la ciuperca-de-câmp:

A – înmulțirea asexuată;

B – reproducerea sexuată;

1 – hifă cu dicarioni; 2 – co-nidie; 3 – basidiospori încolțiți; 4 – somatogamia și formarea hifelor cu dicarioni; 5 – miceliu din sol; 6 – corp de fructificație; 7 – celulă apicală cu dicarion; 8 – zigot; 9 – basidie cu patru nuclee haploide; 10 – basidie cu basidiospori diseminați; 11 – basidiospori.

#### Diversitatea bazidiomicotelor

**Ciupercile-de-iască**, de exemplu, *iasca-stejarului*, *iasca-obișnuită*, au corpul de fructificație în formă de copită de cal și de consistență lemnoasă. Cresc pe trunchiul arborilor vii și uscați, producând pagube mari pădurilor.

**Tăciunele-porumbului și tăciunele-grâului** sunt ciuperci parazite care atacă multe graminee.

#### Fig. 169. Ciuperci comestibile – A și otrăvitoare – B:

1 – mânătarcă; 2 – burete-galben; 3 – flocoșel; 4 – râșcov; 5 – burete-iute; 6 – zbârciog; 7 – vinețică; 8 – pălăria-șarpelui; 9 – burete-șerpesc.

### 5.5. Filumul Deuteromicota (Deuteromycota)

Deuteromicotele reprezintă o grupă numeroasă de ciuperci, care include circa 30% din speciile cunoscute. Ele reprezintă, probabil, o ramură în evoluția ciupercilor superioare, provenită în special de la ascomicote, care și-au pierdut capacitatea de a forma spori pe cale sexuată. Corpul acestor ciuperci este format din miceliu septat, ramificat, cu celule mono - sau plurinucleate. Se înmulțesc vegetativ și asexuat (prin conidii). Înmulțirea sexuată nu este cunoscută. Ciclul vital decurge în stadiul haploid, adică fără alternarea fazelor nucleare. Deoarece lipsește procesul sexuat, acesta este compensat de fenomenul numit heterocarioză, care este însoțit de procesul parasexual. Între hife apar canale (anastomoze) prin care celulele fac schimb de nuclee și citoplasmă. Ca rezultat are loc heterogenizarea sporilor, asigurând adaptarea și supraviețuirea speciilor. Sunt foarte răspândite în natură trăind pe diverse substraturi vegetale și animale.

#### Diversitatea deuteromicotelor.

**Genul Fusarium** include specii parazite care provoacă putregaiul rădăcinilor la graminee și alte plante. Ele secretă substanțe toxice periculoase pentru om și animale.

**Genul Septoria.** Toate speciile acestui gen sunt paraziți ai plantelor (gramineelor, tomatelor).

**Genul Trichoderma.** Cuprinde specii saprotrofe răspândite în sol, pe resturi vegetale. Multe specii participă activ la descompunerea celulozei și la formarea solului.

#### Importanța ciupercilor

- Ciupercile joacă rolul de descompunători în ecosisteme;
- Se folosesc în alimentație, la producerea antibioticelor (penicilina ș.a.), alcoolului, vinului, berii;
- Ciupercile provoacă boli la plante, animale și om. De exemplu, candidoza este o boală provocată de unele ciuperci din genul Candida. Banala mătreață este provocată de ciuperca microscopică pitiriazis.

Conform sistematicii modern, în regnul Fungi sunt incluși și **lichenii**.

#### Lucrare practică

**Tema:** Studiarea unor specii de ciuperci.

**Materiale necesare:** Ciupercă-de-mucegai, cultură de drojdie de bere, ciuperca de câmp, un ac, câteva lame și lamele, o lupă, un microscop.

**Tema 1.** Analiza microscopică a ciupercii-de-mucegai și a drojdiei de bere.

**Mod de lucru.** Examinați ciuperca-de-mucegai cu ochiul liber, apoi cu lupa. Observați miceliul de la suprafața substratului, sporangioforii cu sporangi. Luați cu acul o mică porțiune de miceliu, puneți-o pe lamă într-o picătură de apă și acoperiți cu o lamelă. Analizați la microscop preparatul și observați hifele și sporangii cu spori. Pregătiți un preparat din cultura de drojdie de bere și examinați-l la microscop. Observați celule solitare și asociate în șiraguri.

**Tema 2.** Studiarea alcătuirii unor ciuperci cu pălărie lamelare și tubuloase (ciuperca-de-câmp).

Examinează corpul de fructificație a ciupercii de câmp. Găsește piciorușul și pălăria. Analizează cu lupa pălăria. Observă structura, culoarea și forma lamelor. Realizează secțiuni din lamele și studiază la microscop structura internă. Observă stratul superficial cu bazidii și bazidiospori. Desenează în caiet imaginile văzute și indică componentele studiate.

### 5.6 Lichenii

**Lichenii** sunt organisme constituite din două componente: o *algă verde monocelulară* sau o *cianobacterie* și o *ciupercă* (de regulă, ascomicotă) care conviețuiesc în simbioză. Talul lichenilor poate fi în formă de frunză, de pojghiță sau de arbust. Culoarea talului este diversă: galbenă, roșie, verzuie, cenușie etc.

La suprafață, talul lichenilor este acoperit cu scoarță, sub care se găsește măduva formată din hife întrețesute rar cu celule de algă. Ciuperca apără celulele algale de factorii nocivi din mediu și le aprovizionează cu apă și săruri minerale. Algele formează prin fotosinteză substanțe nutritive. O parte din aceste substanțe sunt absorbite de ciupercă prin suprafața hifelor.

**Fig. 170. Specii de cuperci parazite:**

A – ciuperca-de-iască;

B – spic de grâu sănătos – 1 și atacat de tăciune – 2.

Înmulțirea lichenilor se face, de regulă, vegetativ, prin fragmente de tal sau prin *soredii* – mici glomerule formate din câteva celule de algă înconjurată de hife.

**Fig. 172. Structura talului unui lichen:**

1 – tal; 2 – scoarță; 3 – măduvă; 4 – ri-zoizi; 5 – hife de ciupercă; 6 – celule de algă; 7 – soredii.

**Diversitatea lichenilor**

- **Lichenul-renilor** (*Cladonia rangiferina*). Talul are culoare gri-cenușie și este ramificat. Este foarte răspândit în regiunile de tundră, servind ca hrană pentru reni.
- **Lichenul-de-Islanda** (*Cetraria islandica*) are talul de culoare verde-brună. Este răspândit în regiunile arctice, în munții Alpi, în Islanda, unde se folosește în alimentație.
- **Lichenul-galben** (*Xanthoria parietina*). Culoarea talului este galbenă-aurie. Poate fi întâlnit pe garduri, ziduri și pe scoarța copacilor.

**Importanța lichenilor**

- Lichenii joacă un rol deosebit în colonizarea rocilor vulcanice, fiind printre primele organisme ce contribuie la formarea solului.
- Mulți licheni au aplicare industrială. Din ei se extrage glucoză, alcool, antibiotice, coloranți.
- *Lichenul-de-Islanda* se folosește la tratarea bolilor pulmonare, iar *lichenul-galben* este eficient în tratarea hepatitei.

**Ecologia lichenilor**

Lichenii sunt răspândiți aproape pe întreg globul pământesc. Ei vegetează în tundră, pe stâncile golașe, în deșerturi, pe scoarța copacilor, pe ziduri etc. Talul lichenilor crește extrem de încet, atingând vârsta de sute și chiar mii de ani (4500). Lichenii sunt foarte sensibili la unele substanțe (SO<sub>2</sub>), fiind folosiți ca indicatori de poluare a atmosferei.

**Fig. 173. Diferite specii de licheni:**

1 – lichenul-renilor; 2 – lichenul-galben; 3 – lichenul-de-Islanda.

**Tema 6. Regnul Plante (Plantae). Sporofitele**

**6.1. Origine, clasificare și caracterizare generală**

**Plantele** sunt organisme eucariote pluricelulare, fotoautotrofe. Majoritatea duc o viață sedentară, fiind fixate în sol, de unde își extrag seva brută. Strămoșii plantelor au fost, probabil, alge verzi. În susținerea acestei ipoteze sunt următoarele argumente:

- celulele algelor verzi și ale plantelor au *peretele celular celulozic* și conțin pigmenții *clorofilieni a și b*;
- principala substanță de rezervă, *amidonul*, se depozitează în cloroplastide;
- reproducerea algelor verzi și a plantelor este asemănătoare.

Una din principalele etape în evoluția plantelor a fost apariția *cormului* și trecerea lor de la viața acvatică la viața terestră. Procesul de adaptare a plantelor la mediul terestru a fost dificil și a durat sute de milioane de ani. În această perioadă, corpul plantelor s-a diferențiat în *tulpină*, *rădăcină* și *frunze*, au apărut țesuturile conducătoare, protectoare și mecanice. De asemenea au evoluat organele reproducătoare și modul de înmulțire. Un astfel de corp vegetativ poartă numele de *corm*, iar plantele, de *cormofite*. La toate plantele, cu excepția mușchilor, ciclul vital este *diplohaplofazic*.

În funcție de structura corpului vegetativ și modul de înmulțire, plantele pot fi clasificate în trei grupuri:

- **plante avasculare:** filumul *Briofita*;
- **plante vasculare cu spori:** filumurile *Polipodiofita*, *Licopodiofita* și *Ecvisetofita*;
- **plante vasculare cu semințe:** filumurile *Pinofita* și *Magnoliofita*.

**6.2. Filumul Briofita** (*Bryophyta*) include un grup de plante primitive, ce pot fi întâlnite în toate regiunile geografice, majoritatea crescând în locurile umede și umbroase. Mușchii au corpul vegetativ lipsit de vase conducătoare adevărate, numit *tal cormoid*. Sunt prezente țesuturile: asimilator, mecanic, de depozitare. Organele de reproducere sexuată, *anteridia* și *arhegonul*, sunt pluricelulare, iar ciclul vital este *haplodiplofazic*. Gametofitul este dominant, se dezvoltă independent și are corpul diferențiat în rizoizi, tulpiniță și frunzulițe. Sporofitul este redus și dependent de gametofit.

Filumul Briofita include 3 clase. Cea mai evoluată și bogată în specii este **clasa Briopsida** sau *Mușchii frunzoși*. Din această clasă vom studia **mușchiul-de-pământ** (*Politrichum commune*), o plantă perenă, cu tulpina de circa 30 cm înălțime, ce crește prin păduri, pe solurile umede. Corpul gametofitului reprezintă un *tal cormoid*, format din tulpiniță, frunzulițe și rizoizi pluricelulari, care sunt analoage cu organele vegetative ale plantelor vasculare. Frunzulițele sunt alungite și dispuse pe tulpină spiralat. Absorbția sevei brute se realizează prin toată suprafața corpului.

Mușchiul-de-pământ este o plantă dioică. *Anteridiile* se formează pe gametofitul masculin și se desfac pe timp ploios, eliberând anterozoizi. Aceștia nimeresc pe gametofitul feminin, pătrund în *arhegon* și unul din ei fecundază *oosfera*. Zigotul format se dezvoltă, dând naștere sporofitului, care rămâne fixat de talul gametofitului. Sporofitul este alcătuit din *setă*, la vârful căreia se găsește o *capsulă*. Celulele din capsulă suferă o diviziune meiotică și multiple diviziuni mitotice, formând numeroși spori haploizi. Sporii diseminați germinează, formând *protonema* ramificată, din care se dezvoltă tulpinițe tinere de mușchi (gametofit).

**Fig. 176. Structura unei plante de mușchi:**

1 – rizoizi; 2 – tulpiniță; 3 – frunzulițe; 4 – setă; 5 – capsulă; 6 – căpăcel; 7 – spori; 8 – sporofit.

**Fig. 177. Ciclul vital la mușchiul-de-pământ:**

1 – capsulă; 2 – spori; 3 – protonemă; 4 – gametofittânăr; 5 – gametofitmasculin; 6 – anteridie; 7 – gametofitfeminin; 8 – arhegon; 9 – anterozoid; 10 – oosferă; 11 – zigot în dezvoltare; 12 – sporofit; 13 – strat de celule fertile generatoare de spori

### Diversitatea mușchilor

Filumul Briofita cuprinde circa 20 mii de specii. În țara noastră se întâlnesc peste 140 de specii. Dintre speciile frecvent întâlnite în Moldova fac parte **mnium** (*Mnium stelare*), *Tortula ruralis*, *Atrichum undulatum*.

Din clasa Mușchii frunzoși o importanță economică are *mușchiul-de-turbă*, ce crește în locurile mlăștinoase. Frunzele conțin celule vii asimilatoare și celule moarte în care se acumulează multă apă.

Mușchii inferiori, cu organizare primitivă sunt incluși în clasa Marșanțiopsida sau Mușchii hepatici. Din această clasă face parte **fierea-pământului** (*Marchantia polymorpha*) care trăiește în locurile permanent umede, lângă izvoare și fântâni. Este o plantă dioică, cu talul lamelar, ramificat dihotomic. Epiderma superioară prezintă stomate în formă de butoiș.

### Importanța mușchilor

- Mușchii sporesc pătura de humus de pe stânci.
- Protejează solul împotriva eroziunii.
- Turba, care se formează în locurile mlăștinoase din resturile parțial descompuse ale mușchiului-de-turbă (*Sphagnum*), este utilizată în calitate de îngrășământ organic, combustibil, material izolant etc.

### Lucrare practică

**Temă:** Studiarea structurii mușchiului-de-pământ, mușchiului de turbă.

**Materiale necesare:** Mușchi-de-pământ și mușchii de turbă proaspeți și ierbarizați, un ac, o lamă, o lamelă, o lupă, un microscop.

**Mod de lucru:** Analizați un firicel de mușchi cu lupa. Orientați-vă după imaginea din manual și observați părțile componente. Studiați la microscop rizoizii, tulpinița și frunzulițele. Observați forma, culoarea și structura organelor. Găsiți o plantă de mușchi cu sporogon și examinați-o cu lupa. Analizați la microscop capsula cu spori. Desenați în caiet o plantă de mușchi și indicați părțile componente. Formulează concluzii și scrie-le în caiet cu privire la structura gametofitului și sporofitului.

## 6.3. Filumul Ferigi (Polypodiophyta)

**Ferigile** sunt plante vasculare terestre, la care corpul vegetativ este *corm*. Această grupă de plante a descins, probabil, din algele verzi pluricelulare. În perioada carboniferă (acum 300 milioane de ani) ferigile au avut o dezvoltare maximă, când multe specii arboricole formau păduri umede întinse. O parte din ferigile arboricole fosile au contribuit la formarea depozitelor de cărbune.

Ferigile sunt cele mai evolute cormofite cu spori din flora recentă. Ele cresc, cu precădere, în pădurile tropicale și subtropicale, unde mai există unele specii lemnoase. În zonele temperate, ferigile se întâlnesc în locurile umede și umbroase. Ferigile ierboase au tulpina slab dezvoltată, reprezentând un rizom subteran. Frunzele sunt mari, simple (sectate sau lobate), rareori întregi. Pe

partea inferioară a frunzelor se formează sporangi. Filumul Ferigi include mai multe clase. Cea mai numeroasă este clasa Polipodiopsida. Din familia Polipodiacee face parte feriga-comună.

**Feriga-comună** (*Dryopteris filix-mas*) este o plantă perenă ce crește prin păduri foioase pe terenuri umede. În Moldova poate fi întâlnită în pădurile din raioanele de nord, mai rar în Codri.

*Sporofitul* este format dintr-un rizom subteran îngroșat, din care pornesc numeroase rădăcini adventive. Tot din rizom, în fiecare primăvară, cresc frunze simple cu pețiol și lamina bipinatsectată. Pe partea inferioară a frunzelor se dezvoltă mai târziu grupe de sporangi, numite *sori*.

**Fig. 179. Psilofitele—primele plante capabile să crească și să evolueze în mediul terestru:**

1 – *Asteroxylon*; 2 – *Rhynia*.

În interiorul sporangilor se formează un număr mare de spori haploizi. Pe solul umed, sporii germinează și dau naștere la *protaluri* lamelare, care reprezintă generația gametofitică.

**Fig. 180. Ciclu vital la feriga-comună:**

1 – sporofit; 2 – frunză cu mulți sori; 3 – un sor în secțiune cu șapte sporangi; 4 – sporangiu cu spori; 5 – spori; 6 – protal cu rizoizi și gametangi; 7 – arhegon cu oosferă; 8 – anteridie cu anterozoizi; 9 – zigot.

Pe fața inferioară, protalul poartă rizoizi și organe de reproducere, *anteridii* și *arhegoane*. În anteridii se formează *anterozoizi* cu mulți flageli. *Oosferile* se formează câte una în fiecare *arhegon*. Având umezeală suficientă, anterozoizii înnoată spre arhegon și unul din ei fecundează oosfera. Zigotul, nutrit de protal, se dezvoltă într-un *embrion*, alcătuit din rădăciniță, tulpiniță și frunzuliță. La început, plantula crește, folosind substanțele nutritive din protal.

### Diversitatea ferigilor

**Feriguța** (*Polypodium vulgare*) este o plantă medicinală și crește în pădurile montane, pe stânci umbroase.

**Năvalnicul** (limba-cerbului) (*Phyllitis scolopendrium*) se distinge prin frunzele sale întregi, lanceolate, purtând pe partea inferioară sori liniari. Această specie crește în Crimeea, Caucaz, Europa Centrală și Mediteraneană. Este o specie rară.

**Acul-pământului** crește în păduri umbrite, pe stânci.

Înrudite cu ferigile sunt filumurile: *Licopodiophyta* și *Equisetophyta*.

### Filumul Licopodiophyta (*Lycopodiophyta*)

**Brădișorul** (pedicuța) (*Lycopodium clavatum*). Sporofitul este o plantă erbacee cu frunzele mici și sesile. Brădișorul este larg răspândit în pădurile de conifere. Vara, în vârfurile ramurilor ascendente se formează spice sporifere. Sporii de pedicuță conțin uleiuri și se utilizează în medicină în calitate de pudră de talc pentru copii.

### Filumul Equisetophyta (*Equisetophyta*)

**Coadă-calului** (*Equisetum arvense*) este o plantă erbacee, perenă ce crește pe terenuri umede. Sporofitul are tulpină modificată (rizom), de la care cresc în fiecare an lăstari sporiferi de primăvară și lăstari asimilatori de vară. Corpul plantei este aspru și sfărâmicios, deoarece conține cristale de dioxid de siliciu și săruri minerale. Coadă-calului este o plantă medicinală cu acțiune diuretică.

### Lucrare practică

**Tema:** Studiarea structurii unei ferigi.

**Materiale:** Frunze de ferigă proaspete sau ierbarizate, un ac, o lamă, o lamelă, o lupă, un microscop.

**Mod de lucru:** Analizați o frunză de ferigă și găsiți părțile componente. Găsiți, pe partea inferioară a frunzei, sori și studiați-i cu lupa. Desprindeți cu acul un sor și montați-l pe lamă într-o picătură de apă. Analizați-l la microscop și observați sporangii. Scoateți preparatul și presăți ușor cu acul peste lamelă. Analizați din nou preparatul și observați sporii eliberați din sporangi. Desenează în caiet o frunză cu sporangi și indică componentele studiate.

**Fig. 182. Plante înrudite cu feriga:**

A – brădișorul; B – coada-calului; 1 – lăstar sporifer; 2 – lăstar asimilator; 3 – spic sporifer.

## Tema 7. Spermatofitele—o etapă superioară în evoluția plantelor

**Spermatofitele** (gr. *sperma* – sămânță, *phyton* – plantă) constituie cel mai numeros grup de plante cu structura corpului cea mai evoluată. Caracterele distinctive ale spermatofitelor sunt prezența *florii* și a *ovulului*. Procesul de fecundație se desfășoară independent de mediul apos. Din ovulul fecundat se dezvoltă *sămânța*. Apariția acestor structuri reprezintă rezultatul unei adaptări avansate la viața

terestră. Totodată, ele au determinat răspândirea rapidă și dominarea spermatofitelor pe glob. În comparație cu sporii, sămânța are unele priorități, și anume:

- sămânța este un germene pluricelular ce conține embrionul diferențiat în organe;
- sămânța este acoperită cu țesut protector și conține un țesut special (endosperm), în care se depozitează substanțe nutritive necesare dezvoltării embrionului.

Spermatofitele sunt reprezentate prin două filumuri: *Pinofita* și *Magnoliofita*.

### 7.1. Filumul Pinofita (*Pinophyta* sau *Gymnospermae*)

**Pinofitele** sunt plante lemnoase cu o largă răspândire pe glob. Ele au descins din unele grupe de ferigi heterospore. Se cunosc circa 700 de specii de gimnosperme, unele (coniferele) formând păduri întinse, mai ales în emisfera nordică. Gimnospermele reprezintă spermatofite inferioare și se caracterizează prin: *sămânță golașă, flori lipsite de periant și fecundație simplă*. Un reprezentant tipic al acestui filum este **pinul**.

**Pinul-de-pădure** (*Pinus silvestris*) este larg răspândit în Europa și Asia (Siberia). Sporofitul reprezintă un arbore cu sistem radicular rămuros, iar tulpina poartă numeroase ramuri cu frunze aciculare și persistente.

#### Ciclul vital la pinofite

**Microsporogeneza și microgametogeneza.** Conurile (inflorescențele) masculine constau dintr-un *ax* scurt, pe care sunt dispuse *microsporofilele* solziforme, fiecare cu câte doi *saci polinici* (sporangii). Din celulele diploide (sporocite) ale sporangilor se formează *microspori* haploizi. Ulterior, fiecare microspor se transformă în *grăuncior de polen*. Nucleul haploid din microspor se divide mitotic de două-trei ori, formând o *celulă vegetativă*, câteva *celule protaliene* și o *celulă generativă*. Grăunciorul de polen formează doi saci cu aer care favorizează răspândirea. Celula vegetativă și celula generativă împreună cu celulele protaliene constituie *gametofitul masculin*.

114 Fig. 185. Structura unui lăstar de pin: 1 – tulpină; 2 – frunză; 3 – con feminin tânăr; 4 – con feminin în al doilea an; 5 – con masculin.

**Macrosporogeneza și macrogametogeneza** Conurile (inflorescențele) feminine sunt alcătuite dintr-un *ax* pe care sunt inserate *macrosporofilele* în formă de solzi, având fiecare câte două *ovule* la bază. Ovulul tânăr este constituit din *nucelă* și *integument* pluristratificat care lasă o deschizătură (micropil) prin care va trece tubul polinic. O celulă nucelară (sporocit) se divide meiotic și dă naștere la patru *macrospori*. Trei dintre ei se lizează, iar macrosporul rămas, după numeroase diviziuni mitotice, formează *endospermul primar haploid* (gametofitul feminin). În endosperm se formează două *arhegoane* (gametangi feminini), fiecare conținând câte o *oosferă* (gametul feminin).

**Polenizarea și fecundația.** Polenizarea, transferul polenului de pe conurile masculine pe conurile feminine, are loc cu ajutorul vântului. Grăunciorul de polen ajunge la ovul și după o perioadă de timp germinează, formând tubul polinic. În timpul creșterii tubului polinic, celula generativă se divide și dă naștere la două *spermatii*. Tubul polinic străbate țesutul nucelar și ajunge la unul din arhegoane. Capătul tubului polinic se lizează, eliberând spermatiile. O *spermatie* fuzionează cu *oosfera* unui arhegon, rezultând *zigotul*, iar cealaltă spermatie și cel de-al doilea arhegon degenerază. După cum am văzut, *fecundația* la pin este *simplă*.

**Seminogeneza.** Odată cu formarea zigotului, se încheie faza *haploidă* și începe faza *diploidă* a *ciclului vital*. Prin diviziuni mitotice, din zigot se dezvoltă *embrionul*. Endospermul primar haploid acumulează o cantitate mare de substanțe nutritive de rezervă pentru embrion. *Sămânța* se dezvoltă din ovul și este acoperită cu *tegument*, care se formează din integumentul ovulului.

Solzii conurilor feminine se îngroașă și se închid, pentru a proteja semințele. La maturizare, conurile feminine se deschid, solzii se dezlipesc și se desfac, punând în libertate semințele. La multe conifere semințele prezintă „aripioare” care le facilitează răspândirea cu ajutorul vântului. Dacă nimeresc pe un sol fertil, semințele germinează, dând naștere la o nouă plantă.

Fig. 186. Ciclul vital la pinul-de-pă-dure:

1 – sporofit; 2 – con masculin; 3 – microsporofil cu sac polinic (microsporange); 4 – microspor (n); 5 – grăuncior de polen; 6 – con feminin; 7 – macrosporofil cu ovul (macrosporange); 8 – macrospor; 9 – endosperm primar; 10 – arhegon; 11 – oosferă; 12 – zigot; 13 – sămânță.

#### Sistematica pinofitelor

**Clasa Cycadopsida** reprezintă gimnosperme inferioare, care cresc în zonele calde ale globului. **Genul Cycas** include specii ce cresc în Asia, Australia. În Japonia, ele sunt cultivate pentru obținerea din măduva tulpinii a unui produs alimentar numit sago.

**Clasa Gnetopsida. Cârcelul** (*Ephedra distachya*) crește în locurile nisipoase pe litoralul Mării Negre, în Asia Mijlocie. Pentru această specie este specific faptul că în tegumentul din jurul ovulului formează un sac, numit „ovar” primitiv. Cârcelul se folosește la tratarea astmului bronșic.

Din această clasă mai fac parte genurile Gnetum și Welwitschia.

**Clasa Ginkgopsida.** Toate speciile din această clasă sunt fosile, cu excepția uneia, *Ginkgo biloba*. Este o plantă dioică, cu frunzele bilobate cu nervațiune dicotomică. Crește spontan în China, formând păduri naturale.

**Clasa Pinopsida** cuprinde numeroase specii de gimnosperme de o mare importanță în economia națională. Aceste plante se mai numesc rășinoase, deoarece produc rășina. **Tisa** (*Taxus bacata*) are tulpina cu scoarță roșcată și lemn rezistent, utilizat la fabricarea mobilei. Sămânța este acoperită la bază cu un aril roșu în formă de cupă. **Bradul-european** (*Abies alba*) este larg răspândit în Europa.

**Fig. 188. Specii de gimnosperme:**

1 – Ginkgo biloba; 2 – tisă; 3 – chi-paros; 4 – zadă europeană; 5 – cedru; 6 – tuie.

**Molidul** (*Picea abies*) predomină în pădurile de conifere din România. **Zada-europeană** (*Larix decidua*) are frunze moi caduce dispuse în fascicule pe ramurile scurte. **Pinul-siberian** (*Pinus sibirica*) crește în Siberia și Mongolia. Conurile feminine conțin semințe tari, bogate în ulei.

### Importanța pinofitelor

Din lemnul coniferelor se fuzionează cherestea pentru construcții și mobilă; se prepară hârtie, carton și celofibră. În zonele nord coniferele oferă lemn de foc. Din lemnul de molid se confecționează instrumente muzicale, iar din coajă și conuri se extrage tanina, folosită în tăbăcărie, în industria vopselelor. Multe pinofite sunt folosite ca plante decorative.

### Lucrare practică

**Tema:** Studiarea structurii unui lăstar și a conurilor masculine și feminine de pin.

**Materiale:** Lăstari de pin cu conuri tinere masculine și feminine; conuri feminine cu semințe; preparate microscopice fixe cu polen de pin, un ac, o lupă, o lamă, o lamelă, un microscop.

**Mod de lucru:** Examinați lăstarul de pin și observați părțile componente, localizarea conurilor masculine și feminine. Cercetați cu lupa conurile tinere masculine și observați alcătuirea lor. Desprindeți câțiva solzi de pe conul masculin și studiați-i cu lupa. Observați sacii cu polen. Pregătiți un preparat microscopic cu grăuncioare de polen și studiați-l la microscop. Examinați și preparatul microscopic fix cu grăuncioare de polen. Comparați imaginile văzute la microscop cu cele din manual. Desprindeți câțiva solzi de pe conurile tinere feminine și studiați-le cu lupa. La baza solzișorilor veți observa două tuberozități, care sunt ovulele.

Urmăriți după desenele din manual etapele ciclului vital la pin.

Studiați secțiunile de conuri feminine mature. Observați câte două semințe la baza solzișorilor. Comparați desenul din manual cu imaginile văzute la microscop și găsiți componentele organelor examinate. Desenează structura conurilor masculine și feminine și indică componentele studiate.

**Fig. 189. Diferite specii de gimnosperme:**

1 – pin siberian; 2 – brad; 3 – molid; 4 – welwitschia; 5 – cârcel; a – lăstar cu „flori” masculine; b – lăstar cu „flori” feminine; c – ovul în secțiune.

## 7.2. Filumul Magnoliophyta (Magnoliophyta sau Angiospermae)

**Magnoliophitele** sunt cele mai evoluate plante. Pot fi întâlnite pe toate continentele în mediul terestru, unele fiind adaptate la mediul acvatic. Angiospermele prezintă următoarele caracteristici:

- sunt reprezentate prin toate formele vitale: arbori, arbuști și plante ierboase, fiind foarte diverse după forma și dimensiunile cormului;
- țesuturile conducătoare ating cel mai înalt grad de perfecțiune, prin diferențierea *traheelor* și *tuburilor ciuruite cu celule anexe* (prezente doar la angiosperme);
- florile prezintă *periant* care protejează androceul și gineceul;
- ovulele sunt adăpostite de *ovarul pistilului*;
- *fecundația este dublă*;
- *semințele* sunt acoperite de *fruct*.

Corpul unei plante angiosperme este alcătuit din două tipuri de organe: *vegetative* și *reproducătoare*. Organele vegetative sunt adaptate la îndeplinirea funcțiilor de nutriție, de creștere și de înmulțire vegetativă. Organele reproducătoare sunt specializate în realizarea funcțiilor de



reproducere și de răspândire ale plantelor. Din organele vegetative fac parte: *rădăcina*, *tulpina* și *frunzele*.

## Organele vegetative ale plantelor angiosperme

### Rădăcina

Rădăcina este un organ vegetativ care se dezvoltă, de regulă, în sol și posedă geotropism pozitiv.

### Tipuri de rădăcini și sisteme radiculare

În funcție de locul dezvoltării pe corm, se deosebesc 3 tipuri de rădăcini: *principală*, *secundare* și *adventive*.

*Rădăcina principală* se dezvoltă din radica embrionului. De la rădăcina principală cresc *rădăcini secundare*. Acestea, la rândul lor, pot forma ramuri laterale. *Rădăcinile adventive* cresc pe tulpini și frunze. Totalitatea rădăcinilor unei plante alcătuiește *sistemul radicular*. Există trei tipuri de sisteme radiculare: *pivotant*, *fasciculat* și *rămuros*.

*Sistemul radicular pivotant* este alcătuit din rădăcină principală bine dezvoltată, de forma unui țaruș, de la care cresc rădăcini secundare mai subțiri. Un astfel de sistem radicular este caracteristic plantelor dicotiledonate ierboase.

*Sistemul radicular fasciculat* este format din rădăcină principală, care este subțire sau nu se dezvoltă, și numeroase rădăcini adventive ce cresc de la baza tulpinii sub forma unui fascicul. Sistem fasciculat au plantele monocotiledonate.

*Sistemul radicular rămuros* este alcătuit din rădăcină principală și rădăcini laterale la fel de lungi și groase. Un astfel de sistem radicular este caracteristic plantelor lemnoase.

### Fig. 91. Organele unei plante angiosperme:

1 – rădăcină; 2 – tulpină; 3 – frunză; 4 – floare; 5 – fruct; 6 – sămânță.

### Fig. 92. Tipuri de sisteme radiculare:

A – pivotant; B – fasciculat;

1 – rădăcină principală; 2 – rădăcini secundare; 3 – rădăcini adventive.

### Morfologia unei rădăcini tinere

Studiind la microscop o rădăcină tânără, observăm câteva zone distincte care se succed de la vârf spre bază. *Scufia* (piloriza) este de culoare cafenie și acoperă vârful rădăcinii. Are formă de degetar și este constituită din mai multe straturi de celule parenchimatice. Celulele externe ale scufiei se lizează, înlesnind pătrunderea rădăcinii în sol. Concomitent, în partea internă a scufiei apar noi straturi de celule, datorită activității meristemului apical. *Zona meristematică* este mică și cuprinde țesut meristematic apical. *Zona de creștere* în lungime reprezintă zona unde celulele generate de meristem cresc în lungime. Urmează *zona perișorilor absorbantți*. În această zonă are loc diferențierea celulelor și formarea perișorilor absorbantți și, ca rezultat, crește cu mult capacitatea de absorbție a rădăcinii. *Zona de conducere* este cea mai mare regiune a rădăcinii. Aici celulele se diferențiază în țesuturi definitive conducătoare, protectoare etc. În această regiune se formează rădăcini laterale, iar perișorii absorbantți se usucă.

### Anatomia rădăcinii

Studiind etapele de dezvoltare a unei rădăcini, putem observa prezența a două tipuri de structuri: *primară* și *secundară*.

**Structura primară.** Țesuturile care alcătuiesc structura primară a rădăcinii iau naștere în urma activității meristemului apical. Analizând la microscop o secțiune transversală a rădăcinii, observăm 3 zone distincte: *rizoderma*, *scoarța* și *cilindrul central*.

*Rizoderma* este alcătuită dintr-un singur strat de celule strâns lipite una de alta. În zona de absorbție o parte din celulele rizodermei formează perișorii absorbantți.

*Scoarța* este formată din mai multe straturi de celule care se deosebesc după structură și funcții. Stratul extern formează exoderma cu funcție de protecție. Mezoderma include masa principală a scoarței, în care se depozitează substanțe nutritive. Endoderma este alcătuită dintr-un singur strat de celule și îndeplinește funcția de protecție și de reglare în transportul sevei brute spre cilindrul central.

*Cilindrul central* include *periciclu* și *fascicule conducătoare*. *Periciclu* reprezintă un strat de celule parenchimatice situat lângă endodermă. În anumite condiții celulele periciclului se divid și formează rădăcini secundare care străbat scoarța.

*Fasciculele conducătoare* sunt de două feluri: lemnoase și liberiene. Ele ocupă partea centrală a rădăcinii și sunt ordonate altern.

**Fig. 93. Zonele din vârful unei rădăcini tinere:**

1 – scufie; 2 – zonameristematică; 3 – zona de creștere; 4 – zona perișorilor absorbantți; 5 – zona de conducere.

**Fig. 94. Structura internă a rădăcinii ierboase:**

1 – perișori absorbantți; 2 – rizodermă; 3 – scoartă; 4 – cilindru central; 5 – fascicul conducător lemnos; 6 – fascicul conducător liberian; 7 – periciclu.

**Structura secundară.** La gimnosperme și dicotiledonatele lemnoase, structura primară a rădăcinii este completată cu o structură secundară, care este generată de țesuturile meristematice secundare (cambiu și felogen). Meristemele secundare derivă din țesuturile definitive care își recapătă însușirea de a se divide. *Cambiul* ia naștere din celulele meristematice (procambiu), situate între fasciculele lemnoase și liberiene primare, și din celulele periciclului învecinate cu xilemul primar. Din activitatea cambiumului se formează țesut liberian secundar spre exterior și țesut lemnos secundar spre interior. Al doilea meristem secundar, *felogenul*, se diferențiază din periciclu și prin activitatea sa generează spre exterior *suber* (țesut protector), iar spre interior *feloderm*. Cu timpul, țesuturile situate la exterior de suber (care alcătuiesc scoarta primară) pier și se exfoliază.

### **Funcțiile principale ale rădăcinii**

În viața plantei rădăcina îndeplinește următoarele funcții principale:

- Cu ajutorul rădăcinii plantele se fixează de substrat și pot rezista acțiunii factorilor mecanici.

- La plantele terestre rădăcina este principalul organ care absoarbe apa și sărurile minerale din sol. Procesul de absorbție se realizează la nivelul rădăcinilor tinere, preponderent în zona perișorilor absorbantți, unde suprafața de contact cu solul este foarte mare și implicit capacitatea de absorbție. Apa pătrunde în celule prin osmoză datorită diferenței de concentrație dintre soluția din sol și a sucului vacuolar. Din rizodermă apa este direcționată radial spre vasele lemnoase din cilindru central. În urma cercetărilor s-a constatat că fluxul de apă este realizat în mare parte prin pereții celulari și prin spațiile intercelulare și doar o cantitate mică de apă traversează celulele trecând prin vacuole. Datorită fenomenului de turgescență în celulele rădăcinii, se formează o presiune radiculară care forțează apa spre vasele lemnoase din tulpină. Odată cu dezvoltarea frunzelor și implicit a amplificării procesului de transpirație apare și al doilea factor, numit forța de sucțiune, care contribuie la absorbția și transportul sevei brute spre organele plantei. Sărurile minerale sunt absorbite de rădăcină împreună cu apa. Ionii pătrund în celule prin difuzie sau prin transportul activ. Apa și sărurile minerale (seva brută) sunt transportate la tulpină, frunze, flori, fructe unde sunt utilizate la procesele de asimilație, de transpirație etc.

- Seva elaborată (apa și substanțele organice) este transportată prin vasele liberiene de la organele fotosintetice spre alte organe, inclusiv spre rădăcini.

- La unele plante bienale sau perene rădăcinile îndeplinesc funcția de depozitare, acumulând substanțe organice de rezervă.

### **Rădăcini metamorfozate**

La unele plante rădăcinile îndeplinesc, pe lângă funcțiile principale și funcții secundare, modificându-se. Astfel de rădăcini se numesc metamorfozate.

*Rădăcini fixatoare.* Sunt rădăcini modificate care ajută planta să se fixeze de un anumit suport. De exemplu, rădăcinile la iederă.

*Rădăcini proptitoare.* La unii copaci tropicali, care trăiesc în zona litorală și formează asociații numite mangrove, se dezvoltă rădăcinile adventive proptitoare. Ele se înfing în sol și susțin ramurile arborilor.

*Rădăcini de depozitare.* Aceste rădăcini sunt caracteristice unor plante bienale și perene la care în rădăcina principală (la morcov) sau în rădăcinile laterale (la gherghină) se depun substanțe organice de rezervă.

**Fig. 95. Structura internă (primară și secundară) a rădăcinii lemnoase:**

1 – epidermă; 2 – scoartă; 3 – endodermă; 4 – periciclu; 5 – xilem primar; 6 – cambiu; 7 – floem primar; 8 – floem secundar; 9 – rază medulară; 10 – xilem secundar.

**Fig. 96. Rădăcini metamorfozate:**

1 – rădăcină tuberizată la morcov; 2 – rădăcini tuberizate la gherghină; 3 – rădăcini proptitoare; 4 – rădăcini cu nodozități.

## Tulpina

Tulpina este un organ vegetativ care, de regulă, are o dezvoltare supraterană și posedă geotropism negativ.

### Morfologia tulpinii

Majoritatea plantelor au o tulpină principală din care se desprind tulpini laterale. O tulpină tânără cu frunze și muguri se numește *lăstar*. Lăstarul se dezvoltă din mugure. La suprafață, tulpina prezintă porțiuni umflate, numite *noduri*, la nivelul cărora se inserează frunzele. Vârful tulpinii se termină cu un *mugure terminal*. La subsuoara frunzelor sunt dispuși *mugurii laterali* (axilari). În funcție de organul căruia îi dau naștere, se deosebesc 3 tipuri de muguri: *foliari*, *floral* și *micști*.

### Anatomia tulpinii

Tulpina, la fel ca și rădăcina, prezintă două tipuri de structuri: *primară* și *secundară*.

**Structura primară.** Studiind la microscop o secțiune transversală a tulpinii de trei de un an, observăm următoarele 3 zone: *epiderma*, *scoarța primară* și *cilindrul central*.

*Epiderma* este formată dintr-un singur strat de celule strâns unite, cu pereții externi îngroșați, adesea cutinizați. În structura epidermei se găsesc stomate și perișori.

*Scoarța* este alcătuită din mai multe straturi de celule. Celulele stratului de la exterior conțin, de regulă, cloroplastide, iar cele din straturile profunde, granulații de amidon. În scoarța tulpinii se pot găsi și insulițe de țesut mecanic care îi conferă rezistență.

*Cilindrul central* este alcătuit din *pericichlu*, *fascicule conducătoare* și *măduvă*. Pericichlul conține celule parenchimatice care, în anumite condiții, se pot divide, dând naștere la muguri adventivi și rădăcini adventive. Fasciculele conducătoare sunt organizate în fascicule mixte libero-lemnoase, ordonate pe un cerc la dicotiledonate, sau răspândite uniform la monocotiledonate.

**Fig. 97. Alcătuirea unui lăstar:**

1 – mugure terminal; 2 – mugure lateral; 3 – nod; 4 – internod; 5 – bază.

**Fig. 98. Structura mugurilor:**

1 – ax; 2 – frunze solzoase; 3 – frunze verzi; 4 – boboc de floare

**Fig. 99. Structura internă a tulpinii ierboase:**

1 – epidermă; 2 – scoarță; 3 – fascicule conducătoare libero-lemnoase; 4 – măduvă.

*Măduva* ocupă partea centrală a cilindrului central. De la ea pornesc raze medulare între fasciculele libero-lemnoase. La unele plante (graminee) măduva se resoarbe, iar în locul ei apare un gol medular.

**Structura secundară** este prezentă doar la plantele lemnoase și ajută la creșterea rezistenței mecanice a tulpinii și la completarea sistemului de conducere al plantei. Structura secundară, de asemenea, este generată de țesuturile meristematice secundare (cambiu și felogen). *Cambiul* ia naștere din celulele meristematice (procambiene) situate între fasciculele lemnoase și liberiene. În perioada caldă a anului, cambiul generează fascicule lemnoase spre centrul și fascicule liberiene – spre periferia tulpinii. *Felogenul* se dezvoltă din pericichlu sau din celulele scoarței și prin activitatea sa formează spre exterior *suber*, iar spre interior – *feloderm*. Studiind o secțiune transversală de tulpină de câțiva ani, observăm că lemnul secundar este dispus sub formă de *inele anuale* concentrice care pot indica vârsta plantei. Inelele anuale se deosebesc, deoarece fiecare conține lemn de primăvară, format din vase cu lumenul mare și lemn de vară-toamnă, alcătuit din vase cu lumenul mic.

### Principalele funcții ale tulpinii

Pe parcursul vieții plantei tulpina îndeplinește mai multe funcții.

- Ea susține celelalte organe vegetative și reproducătoare (frunze, flori, fructe).
- Prin vasele lemnoase și vasele liberiene ale tulpinii este transportată seva brută și, respectiv, seva elaborată.
- În tulpinile unor plante bienale sau perene se acumulează substanțe organice nutritive de rezervă, care sunt utilizate la germinarea și creșterea lăstarilor spre suprafața solului.

### Frunza

Frunza este un organ vegetativ care crește pe tulpină. Frunzele se dezvoltă din mugurii foliari și micști.

## Morfologia frunzei

La majoritatea plantelor, frunza este alcătuită din două părți: *limb* și *pețiol*. Limbul frunzelor este, de regulă, lățit (bifacial), are culoare verde și este străbătut de numeroase nervuri care reprezintă fascicule conducătoare libero-lemnoase. Totalitatea nervurilor alcătuiesc *nervațiunea limbului*. Se disting câteva tipuri de nervațiuni: *reticulată* (la dicotiledonate), *arcuită* și *paralelă* (la monocotiledonate).

Forma limbului este diferită de la o plantă la alta. Distingem câteva forme ale limbului frunzei: *aciculară*, *liniară*, *lanceolată*, *ovală*, *cordată*, *rotundă*. Cât privește marginea limbului, aceasta poate fi: *întreagă*, *serată*, *dințată*, *crenată*, *sinuată*.

În funcție de adâncimea inciziunilor și localizarea lor, deosebim următoarele tipuri de frunză: *lobată*, *partrită*, *sectată* (*palmată sau penată*).

### Fig. 100. Structura internă a tulpinii lemnoase:

1 – epidermă; 2 – scoarță primară; 3 – floem primar; 4 – cambiu; 5 – xilem primar; 6 – măduvă; 7 – rază medulară; 8 – xilem secundar; 9 – floem secundar.

### Fig. 101. Alcătuirea unei frunze:

1 – limb; 2 – pețiol; 3 – bază; 4 – tulpină.

### Fig. 102. Diferite forme ale limbului frunzei:

1 – rotundă; 2 – ovală; 3 – lanceolată; 4 – liniară; 5 – aciculară.

*Pețiolul* este o codiță care face legătură între limb și tulpină. El susține limbul, conduce seva brută și elaborată și orientează frunza în poziție optimă în raport cu lumina. Există frunze cu pețiol (*pețiolate*) și lipsite de pețiol (*sesile*).

Frunzele sesile formează la bază o teacă mai mult sau mai puțin dezvoltată, cu ajutorul căreia se prind de tulpină. La grâu, porumb, teaca este foarte dezvoltată și înconjoară tulpina de la un nod până la altul.

Există frunze *simple* și *frunze compuse*. Frunzele simple prezintă un singur limb, iar cele compuse – mai multe lamine, numite foliole, așezate pe un pețiol comun, numit rahis.

Se deosebesc câteva tipuri de frunze compuse: *trifoliolate*, *paripenate*, *imparipenate* și *palmate*.

## Anatomia frunzei

Spre deosebire de rădăcină și tulpină, frunza prezintă numai structură primară. Studiind la microscop o secțiune transversală de frunză, putem observa cele trei părți componente: *epiderma*, *mezofilul* și *fasciculele libero-lemnoase*.

*Epiderma* este formată, de regulă, dintr-un singur strat de celule vii incolore, strâns unite între ele. Epiderma superioară, spre deosebire de cea inferioară, este acoperită cu o cuticulă mai groasă, prezintă mai puține stomate și peri protectori.

*Mezofilul* conține țesut fundamental asimilator și este cuprins între epiderma superioară și cea inferioară. La majoritatea frunzelor, mezofilul formează două zone: *țesutul palisadic* și *țesutul lacunos*. Țesutul palisadic conține celule alungite, strâns lipite între ele. Aceste celule sunt bogate în cloroplastide și dispuse în una sau câteva straturi sub epiderma superioară. Țesutul lacunos este situat lângă epiderma inferioară și este alcătuit din mai multe straturi de celule de formă neregulată. Între celule se formează numeroase spații (lacune) care comunică cu stomatele. Prin lacune circulă aerul și vaporii de apă.

**Fig. 103. Frunze cu marginea limbului:** 1 – întreagă; 2 – serată; 3 – dințată; 4 – serată; 5 – sinuată.

### Fig. 104. Frunze compuse:

1 – trifoliată; 2 – paripenată; 3 – imparipenată; 4 – palmată.

**Fig. 105. Dispoziția frunzelor pe tulpină:** 1 – alternă; 2 – opusă; 3 – ver-icilată

### Fig. 106. Structura internă a frunzei:

1 – epidermă; 2 – mezofil; 3 – țesut palisadic; 4 – țesut lacunos; 5 – fascicul conductor; 6 – perișori.

*Fasciculele libero-lemnoase* din frunze reprezintă o continuare a celor din tulpină, care se ramifică, formând o rețea deasă. Fiecare fascicul libero-lemnos conține vase lemnoase orientate spre epiderma superioară și vase liberiene orientate spre epiderma inferioară. La suprafață, fasciculele conțin arcuri de țesut mecanic, care măresc rezistența frunzei.

## Funcțiile principale ale frunzei

- Frunza reprezintă principalul organ unde are loc prepararea substanțelor nutritive prin procesul de *fotosinteză*.

- La nivelul frunzelor are loc *schimbul de gaze* (CO<sub>2</sub> și O<sub>2</sub>). Ele pătrund și ies din frunză prin stomate, traversând spațiile intercelulare. Mecanismul responsabil pentru acest flux gazos

este cel de difuzie. Dioxidul de carbon este absorbit de celulele verzi și utilizat în procesul de fotosinteză. Totodată este utilizat sau eliminat dioxidul de carbon care se obține la respirația celulară. Oxigenul este eliminat din plantă când procesul de fotosinteză este mai activ decât respirația celulară.

• Tot prin frunze se realizează un alt proces, numit *transpirație*. Transpirația este procesul de eliminare de către organism a apei sub formă de vapori. La plante mai mult de 90% din apa absorbită este eliminată prin transpirație. Din celulele de apă ajunge în spațiile intercelulare, iar de acolo prin stomate iese afară. Apa eliminată este continuu înlocuită din vasele nervurilor frunzei. Așadar, transpirația asigură transportul continuu al apei și sărurilor minerale de la rădăcină spre celelalte organe. Datorită transpirației este împiedicată supraîncălzirea plantelor.

### **Metamorfozele lăstarului și ale frunzelor**

#### **Metamorfozele lăstarilor subterani**

Din lăstarii subterani metamorfozați fac parte *rizomul, bulbul și tuberculul*. Ei acumulează substanțe nutritive și participă la înmulțirea vegetativă a plantelor.

Metamorfoze ale lăstarilor aerieni sunt: *spinii la glădiță, porumbar, cărceii la vița-de-vie*.

Din *metamorfozele foliare* fac parte: *spinii de origine foliară*, care pot fi modificări ale unor părți din frunză (la ciulin, agave) sau ale frunzei în întregime (la dracilă, la cactuși).

Frunzele-capcană de asemenea sunt metamorfoze foliare ale plantelor insectivore.

#### **Fig. 107. Metamorfoze ale lăstarului:**

A – rizom: 1 – rizom cu muguri laterali; 2 – rădăcini;

B – bulb: 1 – tulpină; 2 – rădăcini; 3 – frunze uscate; 4 – frunze cărnoase; 5 – muguri; 6 – frunze verzi;

C – tubercul: 1 – mugure terminal; 2 – nod; 3 – internod; 4 – mugure lateral; 5 – bază; 6 – scoarță; 7 – cambiu; 8 – lemn; 9 – măduvă.

#### **Fig. 108. Frunze metamorfozate:**

1 – spini la cactus; 2 – spini la dracilă; 3 – cărceii la mazăre.

### **Lucrare practică**

#### **Studierea structurii și funcțiilor organelor vegetative ale plantelor angiosperme**

**Materiale:** Plantule de fasole și de grâu, preparate fixe cu rădăcină tânără, cu secțiuni de tulpină de tei, câțiva lăstari de liliac, câțiva lăstari de balzamin și de tei ținuti în apă colorată, câteva secțiuni de tulpini lemnoase, frunze de diferite specii de plante, o riglă, o lamă de ras, o pensetă, o lupă, o lamă, câteva lamele, un microscop.

**Tema 1** Morfologia și structura rădăcinii.

**Mod de lucru:** Întindeți pe masă plantulele de fasole și de grâu. Orientați-vă după desenul din manual și numiți tipurile de sisteme radiculare. Studiați cu lupa vârful rădăcinii și observați scufia și zonele rădăcinii. Măsurați cu rigla lungimea fiecărei zone. Scrieți datele obținute pe desenul din caiet. Examinați preparatul fix cu rădăcină tânără. Comparați imaginea de la microscop cu desenul din manual. Formulați concluzii și scrieți-le în caiet.

**Tema 2** Demonstrarea presiunii radiculare

**Mod de lucru:** La o plantă de balzamină taie tulpina la o înălțime de 2-3 cm de la sol. Îmbracă pe tulpină un manșon moale, iar la capătul de sus un tub de sticlă cotit. Udă bine planta. Colectează seva ce se va scurge prin tubul de sticlă. Formulează concluzii despre fenomenul observat.

**Tema 3** Punerea în evidență a rolului perișorilor absorbanti.

**Mod de lucru:** Reprodu experimentul ilustrat în imaginile de mai jos. Scrie concluziile în caiet.

**Tema 4** Stabilirea zonei de creștere în lungime a rădăcinii.

**Mod de lucru:** Alege câteva semințe de fasole încolțite și marchează rădăcina cu tuș, începând de la vârf, cu linii echidistante. Peste fiecare 24 de ore repetă măsurările. Datele scrie-le în tabelul din caiet. Analizează datele obținute și formulează concluzii.

**Tema 5:** Alcătuirea lăstarului și a mugurilor.

**Mod de lucru:** Examinați lăstarul. Orientați-vă după imaginea din manual și observați: baza și vârful lăstarului, tulpina, mugurii, nodurile și internodurile. Măsurați internodurile de la baza și de la vârful lăstarului. Notați datele pe desenul din caiet și formulați concluzii.

Desprindeți un mugure de tulpină. Observați ce formă și culoare are. Smulgeți atent cu penseta solzișorii și frunzulițele. Analizați părțile componente ale mugurilor. Comparați observațiile voastre cu datele din imaginile din manual și determinați ce tip de mugure este.

**Tema 6:** Structura tulpinii ierboase și lemnoase.

**Mod de lucru:** Examinați lăstarul de balzamin. Observați în partea centrală linii colorate. Apa a colorat vasele lemnoase. Pregătiți un preparat microscopic cu o secțiune transversală de tulpină. Studiați preparatul și, orientându-vă după desenul din manual, găsiți zonele tulpinii ierboase. Efectuați o secțiune în lungul ramurii de tei și observați vasele lemnoase colorate.

Studiați secțiunea de tulpină lemnoasă. Câte straturi observați? Cu ajutorul acului, desprindeți epiderma (dacă este) și scoarța. Treceți cu degetul pe suprafața lemnului. De ce este umed? Ce culoare are lemnul? Dar scoarța? Numărați inelele anuale. Ce ne indică ele?

De ce inelele anuale nu au aceeași grosime? Analizați secțiunea și găsiți ce parte a tulpinii a crescut spre nord. Cum ați determinat? Formulați concluzii și scrieți-le în caiet.

**Tema 7** Evidențierea circulației sevei elaborate prin vasele liberiene.

**Mod de lucru:** Efectuează experiența sugerată de imaginea alăturată. Notează explicațiile și concluziile în caiet.

**Tema 8** Structura morfologică și anatomică a frunzei.

**Mod de lucru:** Analizați frunzele. Orientându-vă după imaginile din manual, separați frunzele simple de cele compuse. Examinați frunzele simple și notați caracteristicile în tabelul din caiet.

Pregătiți un preparat microscopic cu secțiune transversală de frunză. Studiați preparatul și comparați imaginea de la microscop cu desenul din manual. Identificați epiderma. De ce culoare este? Examinați mezofilul. Observați culoarea și așezarea celulelor în partea superioară și inferioară a mezofilului. Examinați fasciculul conducător și găsiți vasele lemnoase colorate. Formulați concluziile și completați tabelul din caiet.

**Tema 9** Punerea în evidență a procesului de transpirație

**Mod de lucru:** Introdu o ramură de mușcată într-un borcan de sticlă și astupă cu vată. Peste câteva ore vei observa pe pereții vasului picături de apă. Formulează concluzii cu privire la importanța acestui proces pentru plantă.

## Organele reproducătoare ale plantelor angiosperme

Organele reproducătoare caracteristice plantelor angiosperme sunt *floarea, sămânța și fructul*.

### Floarea

Floarea se dezvoltă din mugurii floral și micști. Acest organ reprezintă un lăstar modificat, cu creștere limitată, adaptat la funcția de reproducere.

O floare tipică este alcătuită din *support, înveliș floral și structurile reproducătoare*.

*Supportul* florii este *pedunculul*, o codiță prin care floarea se fixează pe tulpină. Partea apicală lătită a pedunculului se numește *receptacul*. Pe receptacul se inserează celelalte elemente ale florii.

*Învelișul floral* (periantul) este format din *sepale*, de regulă, verzi și *petale*, divers colorate, ordonate circular pe receptacul. Prin coloritul și mirosul parfumat, petalele atrag insectele polenizatoare. Totalitatea sepalelor unei flori alcătuiește *caliciul* (K), iar totalitatea petalelor formează *corola* (C). Atât sepalele, cât și petalele pot fi libere sau concrescute. Există plante la care florile sunt lipsite de periant. De exemplu, la salcie, la plop. Florile acestor plante sunt adaptate la polenizare cu ajutorul vântului.

*Structurile reproducătoare* ale florii sunt *staminele și pistilul*. Florile care prezintă atât stamine, cât și pistil se numesc *hermafrodite* (bisexuate). Asemenea flori se întâlnesc la majoritatea angiospermelor. Există însă și flori unisexuate masculine și feminine. La plantele *monoice*, florile masculine și feminine se dezvoltă pe aceeași plantă (porumb, nuc), iar la cele *dioice* – pe plante diferite (câneapă, salcie).

*Staminele* reprezintă partea masculină a florii. Totalitatea staminelor unei flori alcătuiește *androceul* (A). O stamină este formată din *filament* și *anteră*. Într-o secțiune transversală printr-o anteră matură observăm în mijloc patru *saci polinici* cu grăuncioare de polen. La maturitate, anterele se deschid și pun în libertate polenul.

**Fig. 109. Alcătuirea unei flori:**

1 – peduncul; 2 – receptacul; 3 – sepală; 4 – petală; 5 – stamină; a – anteră; b – filament; 6 – pistil; a – stigmat; b – stil; c – ovar; d – ovul.

**Fig. 110. Structura staminei:**

1 – filament; 2 – anteră; 3 – sac polinic.

*Pistilul* este partea feminină a florii. Totalitatea pistilurilor dintr-o floare formează *gineceul* (G). Gineceul poate fi alcătuit din unul sau mai multe pistiluri (carpele). La pistil distingem următoarele părți: *ovar*, *stil* și *stigmat*.

*Ovarul* este partea bazală, îngroșată a pistilului, care prezintă o cavitate ovariană în care se pot găsi una sau mai multe *ovule*. *Ovulele* se prind de peretele ovarului prin intermediul unui picioruș, numit *funicul*. În partea superioară, ovarul trece în *stil*. Stilul are rolul de a conduce tubul polinic spre ovar. Partea apicală a pistilului se numește *stigmat* și poate avea formă diferită (globoidă, stelată, penată). Celulele stigmatului secretă anumite substanțe care contribuie la reținerea și germinarea grăuncioarelor de polen.

*Ovulul* prezintă la suprafață două învelișuri protectoare, numite *integumente*. În partea apicală integumentele lasă o deschidere, numită *micropil*, prin care pătrunde tubul polinic. Partea centrală a ovulului este ocupată de *nucelă*, un țesut fundamental în care se dezvoltă *macrosporul* și, ulterior, *sacul embrionar*.

*Formula florală* este reprezentarea grafică prin litere, cifre și semne a structurii unei flori. De exemplu, formula florală la mazăre este următoarea:  $K_{(5)} C_{1+2+(2)} A_{(9)+1} G_1$ . Ea se descifrează astfel: caliciul este alcătuit din 5 sepale concrescute; corola din 5 petale de formă și mărime diferite: cea superioară (steag), 2 laterale (aripi), 2 inferioare concrescute alcătuiesc luntrița; androceul din 10 stamine, dintre care 9 sunt unite, iar una liberă; gineceul este alcătuit dintr-un pistil.

La unele plante tulpina se termină cu o singură floare, fiind numită solitară. La majoritatea plantelor, florile sunt grupate, formând *inflorescențe* simple (spic simplu, umbelă simplă) sau compuse (spic compus, umbelă compusă).

**Fig. 111. Structura pistilului:**

1 – stigmat; 2 – stil; 3 – grăuncior de polen; 4 – tub polinic; 5 – ovar; 6 – cavitatea ovariană; 7 – ovul; 8 – integumente; 9 – nucelă; 10 – sac embrionar; a – an-tipode; b – nucleu secundar; c – oosferă; d – sinergide; 11 – micropil; 12 – celulă vegetativă; 13 – spermatorii; 14 – fascicul conducător; 15 – funicul.

**Fig. 112. Inflorescențe simple și compuse:**

1 – racem; 2 – spic; 3 – ament; 4 – umbelă; 5 – capitul; 6 – spic compus; 7 – umbelă compusă.

### Sămânța

Semințele se formează după fecundație în urma modificării ovulelor. Se poate spune că sămânța reprezintă prima etapă în viața unei plante. O sămânță tipică este alcătuită din *tegument*, *embrion* și *endosperm*.

*Tegumentul* este învelișul protector al seminței și provine din transformarea integumentelor ovulului. Pe suprafața tegumentului se observă hilul – o cicatrice lăsată în urma detașării seminței de funicul.

*Embrionul* se dezvoltă din zigotul propriu-zis și este diferențiat în anumite organe. La plantele dicotiledonate, embrionul este alcătuit din *radiculă*, *tulpiniță*, *muguraș* și *două cotiledoane* în care se depozitează substanțele nutritive. În cazul plantelor monocotiledonate, embrionul prezintă doar un cotiledon, iar substanțele nutritive se depozitează în endosperm.

*Endospermul* se formează în urma diviziunii zigotului accesoriu triploid. El se dezvoltă doar la jumătate din plantele dicotiledonate și la toate plantele monocotiledonate. Rolul endospermului este de a hrăni embrionul în timpul germinației.

### Fructul

După fecundație, învelișul floral și staminele se usucă, iar ovarul pistilului se modifică, transformându-se în *fruct*. Un fruct obișnuit este alcătuit din *perete*, denumit *pericarp*, și o cavitate ce adăpostește semințele. *Pericarpul* se formează în urma metamorfozei peretelui ovarului. În funcție de structura pericarpului, se deosebesc două tipuri de fructe: *uscate* și *cărnoase*. *Fructele uscate* au pericarpul tare și pot fi grupate în *dehiscente* (se deschid la coacere) și *indehiscente*. *Fructele cărnoase* au pericarpul moale și zemos. Stratul intern al fructelor cărnoase este tare (lignificat) și formează sămburele care închide sămânța. Rolul fructului este de a proteja și a răspândi semințele, fenomen numit *diseminare*. Acest fenomen poate fi realizat de plantă sau cu ajutorul factorilor de mediu (vânt, apă, animale).

**Fig. 113. Structura seminței de fasole (A) și a cariopsei de grâu (B):**

1 – tegument; 2 – embrion; a – cotiledoane; b – rădăciniță; c – tulpiniță; d – muguraș; 3 – pericarpul concrescut cu tegumentul; 4 – endosperm; 5 – embrion; a – cotiledon; b – muguraș; c – tulpiniță; d – rădăciniță.

**Fig. 114. Structura unui fruct:**

1 – pericarp, 2 – sămânță.

**Fig. 115. Fructe uscate (A)**

**și cărnoase (B):**

A. 1 – păstaie; 2 – silivă;

3 – capsulă; 4 – nucă (ghindă);

5 – achenă; 6 – cariopsă.

B. 1 – drupă; 2 – bacă;

3 – poamă; 4 – polidrupă.

## Ciclul vital la magnoliofite

După cum cunoașteți, **ciclul vital** (ciclul de dezvoltare) al unei plante începe cu formarea zigotului și se termină cu producerea unei noi generații. În ciclul vital al spermatofitelor distingem câteva etape: **zigot, sămânță, plantulă și plantă**. Durata ciclului vital poate fi de un an (la plantele anuale), de doi ani (la plantele bienale) și de mai mulți ani (la plantele perene).

### Germinația semințelor

**Germinația** reprezintă etapele de transformări morfo-fiziologice prin care trece embrionul seminței din starea de repaos la starea activă de creștere. Capacitatea germinativă a seminței depinde de următorii factori interni: permeabilitatea tegumentului seminal, starea de sănătate și maturitate fiziologică, prezența enzimelor active. Factorii externi de care depinde germinarea semințelor sunt : umiditatea, temperatura, lumina, oxigenul.

**Dezvoltarea plantulei.** Trecerea embrionului în stadiul de plantulă este însoțită de procesele de multiplicare, diferențiere și specializare a celulelor, formarea țesuturilor și organelor. Dezvoltarea plantulei depinde atât de factorii interni, cât și de cei externi.

**Dezvoltarea plantei** mature este ultima etapă a ciclului de dezvoltare și include pe lângă creșterea organelor vegetative și formarea organelor reproducătoare - florilor, fructelor și semințelor.

Să studiem structura și înmulțirea unei plante angiosperme cunoscute, **vișinul** (*Cerasus vulgaris*). Sporofitul are sistem radicular rămuros, tulpină lemnoasă ramificată, cu frunze mari ovate. Florile sunt bisexuate, albe, cu miros plăcut. Floarea de vișin are următoarea formulă:  $K_5 C_5 A_{\infty} G_1$ . Fructul este drupă.

### Microsporogeneza și microgametogeneza

**Microsporogeneza** este procesul în urma căruia are loc formarea *microsporilor* (spori masculini). *Microspori* se formează în *sacii polinici* din anteră prin diviziuni meiotice ale *microsporocitelor*. Îndată ce s-au format, microspori se dezvoltă în grăuncioare de polen. Nucleul microsporului se divide mitotic, formând două nuclee, unul *vegetativ* și unul *generativ*, care, ulterior, devin celule. Ele reprezintă *gametofitul masculin*. Nimerind pe stigmatul pistilului, grăunciorul de polen germinează, formând tubul polinic. La formarea tubului polinic participă celula vegetativă. Celula generativă înaintează odată cu creșterea tubului polinic, se divide, generând două *spermatii*. Procesul de formare a celor doi gameți masculini (spermatii) poartă denumirea de **microgametogeneza**.

**Fig. 190. Lăstar de vișin:**

1 – lăstar cu flori; 2 – floare în secțiune longitudinală; 3 – lăstar cu fructe; 4 – fruct în secțiune.

**Fig. 191. Schema microsporogenezei la angiosperme:**

1 – filament; 2 – anteră; 3 – sac polinic; 4 – microsporocit; 5 – doi microspori; 6 – patru microspori; 7 – grăuncior de polen (gametofitul masculin); 8 – celulă vegetativă; 9 – celulă generativă.

**Macrosporogeneza și macrogametogeneza.** **Macrosporogeneza** este procesul de formare a *macrosporilor* (spori feminini). *Macrospori* iau naștere dintr-o celulă diploidă a nucleei, numită *macrosporocit*. Macrosporocitul se divide meiotic, generând patru macrospori, dintre care trei degenerază, iar cel rămas se dezvoltă, dând naștere *sacului embrionar* (gametofitul feminin).

**Macrogametogeneza.** *Macrosporul* crește în dimensiuni, iar nucleul lui se divide de trei ori, generând opt nuclee care, ulterior, devin celule. Două celule situate la mijloc se contopesc, formând *celula secundară* a sacului embrionar. Celelalte celule sunt haploide și se grupează astfel: *oosfera* (gametul feminin) și două sinergide se situează în regiunea micropilară, iar cele trei celule antipodale – la polul opus. În așa stare sacul embrionar (gametofitul feminin), alcătuit din șapte celule, este gata pentru fecundație.



**Polenizarea și fecundația dublă.** La angiosperme polenizarea se realizează cu ajutorul vântului, insectelor, apei. Grăuncioarele de polen sunt transportate de pe antera staminei pe stigmatul pistilului. Tubul polinic ajuns în ovar pătrunde prin micropil în ovul și vine în contact cu sacul embrionar. Peretele sacului embrionar se lizează și tubul polinic nimereste înăuntru. Prin gelificarea vârfului tubului polinic cele două spermatorii sunt puse în libertate. Una din spermatorii se contopește cu oosfera, formând *zigotul propriu-zis* diploid, iar cealaltă spermatică fuzionează cu celula secundară a sacului embrionar, rezultând *zigotul accesoriu* triploid. Acest fenomen a primit denumirea de *fecundație dublă* și este caracteristic numai magnoliofitelor.

**Embriogeneza** reprezintă procesele prin care trece zigotul propriu-zis și care se finalizează cu formarea embrionului. După fecundație zigotul propriu-zis se divide mitotic, rezultând două celule suprapuse: una bazală, orientată spre micropil și una apicală, orientată spre chalază. În etapa următoare celula bazală se divide repetat transversal, dând naștere la o structură cu rol nutritiv, numită **suspensor**. Celula apicală se divide mai întâi longitudinal. Urmează câteva diviziuni succesive, rezultând o structură aproape sferică, numită proembrion. Prin diviziuni celulare succesive, proembrionul se transformă treptat în embrion. Ca rezultat se diferențiază componentele structural-funcționale: *radicula, tulpinița (hipocotil), cotiledoanele, gemula*, precum și *meristemele apicale, țesuturile de depozitare*.

**Dezvoltarea endospermului secundar.** Endospermul secundar se formează în sacul embrionar în urma germinației zigotului accesoriu. Acest proces începe îndată după fecundație. Inițial se formează o celulă cu multe nuclee care se separă repede în celule. Totalitatea acestor celule reprezintă endospermul secundar în care treptat se acumulează substanțe nutritive de rezervă.

#### **Carpogeneza și seminogeneza.**

Imediat după fecundație micropilul ovulului se închide, caliciul, corola, staminele se veștejesc, iar în unele cazuri stilele și stigmatele de asemenea se usucă. Ovarul și ovulele continuă să se dezvolte conform programului genetic.

*Carpogeneza* include procesele de transformare a ovarului în fruct. Creșterea în volum a ovarului este determinată de acțiunea directă a hormonilor secretați de ovule. În multe cazuri la formarea fructului, pe lângă peretele ovarului, participă și alte părți ale florii (receptaculul, stilul, stigmatul).

*Seminogeneza* cuprinde procesele de transformare a ovulelor în semințe. Paralel cu geneza embrionului au loc metamorfoze profunde: integumentele ovulului se transformă în tegumentul seminal, țesuturile nutritive acumulează substanțe organice de rezervă. Ajunse la maturitate semințele intră într-o perioadă de viață latentă, în care țesuturile se deshidratează mult, dar își păstrează vitalitatea.

### **Lucrare practică**

**Tema: Studiarea structurii și funcțiilor organelor reproducătoare la angiosperme.**

**Materiale necesare:** Flori, fructe uscate și cărnoase, semințe de diferite specii de plante, grăunțe de grâu, o lamă de ras, un ac, o lupă, un microscop.

**Tema 1** Morfologia și structura florilor.

**Mod de lucru:** Analizați florile și observați părțile componente. Desprindeți sepalele și petalele. Observați forma, culoarea, numărul și așezarea lor pe receptacul. Numărați staminele și pistilurile. Observați distribuția lor în floare. Desprindeți o stamină și studiați alcătuirea ei. Pregătiți un preparat cu găuncioare de polen și studiați-l la microscop. Observați forma și culoarea găuncioarelor de polen. Comparați imaginile văzute la microscop cu cele din manual. Analizați pistilul și observați stigmatul, stilul și ovarul. Faceți o secțiune prin ovarul pistilului și observați cu ajutorul lupei ovulele situate în cavitatea ovariană. Formulați concluzii și completați tabelul din caiet.

**Tema 2** Morfologia și structura fructelor.

**Mod de lucru:** Analizați fructele și clasificați-le în uscate și cărnoase. Faceți secțiuni printr-un fruct cărnos și unul uscat și observați părțile componente. Completați tabelul din caiet.

**Tema 3** Morfologia și structura semințelor.

**Mod de lucru:** Examinați o sămânță de fasole și un grăunte de grâu. Observați forma și culoarea. Găsiți cicatricea. Scoateți tegumentul seminței de fasole și observați embrionul. Faceți o

secțiune longitudinală și studiați structura internă a grăuntelui de grâu. Orientați-vă după figurile din manual și găsiți părțile componente. Formulați concluzii și completați tabelul din caiet.

**Tema 4** Determinarea condițiilor necesare pentru încolțirea semințelor.

**Mod de lucru:** Efectuează experiența orientându-te după desenele de mai jos. Notează rezultatele experiențelor. Formulează concluzii.

**Tema 5** Evidențierea principalelor etape în dezvoltarea unei plante.

**Mod de lucru:** Seamănă câteva semințe de plante (fasole). Studiază-le periodic și observă principalele etape de dezvoltare: embrion, plantulă, plantă matură. Scrie datele în tabelul din caiet. Formulează concluzii cu privire la condițiile optime de dezvoltare a plantei la fiecare etapă.

**Fig. 192. Schema macrosporogenezei și macrogametogenezei la angiosperme:** A – structura florii; B – formarea sporilor și gameților feminini. 1 – peduncul; 2 – receptacul; 3 – sepale; 4 – petale; 5 – periant; 6 – stamină; 7 – pistil; 8 – ovar; 9 – ovul; 10 – nucelă; 11 – integument; 12 – micropil; 13 – funicul; 14 – macrosporocit din nucelă; 15 – macrosporocit; 16 – patru macrospori (n); 17 – un macrospor dezvoltat, iar trei – degenerați; 18, 19, 20 – nucleul macrosporului suferă trei diviziuni mitotice succesive; 21 – sacul embrionar cu antipode (a), sinergide (b), oosferă (c) și nucleu secundar diploid (d).

**Fig. 193. Ciclul vital la magnoliofite:**

1 – floare; 2 – anterastaminei; 3 – sacicu polen; 4 – grăuncior de polen; 5 – grăuncior de polen încolțit; 6 – pistil; 7 – ovul cu sac embrionar; 8 – tub polinic ajuns la ovul; 9 – spermatie; 10 – oosferă; 11 – nucleu secundar; 12 – zigot (2n); 13 – zigot accesoriu (3n); 14 – embrion; 15 – endosperm; a – perete protector; b – tub polinic; c – spermatii; d – celulă vegetativă.

## Sistematica magnoliofitelor

**Filumul Magnoliofita** include două clase: *Dicotyledonate* și *Monocotyledonate*.

Caracteristica comparativă a claselor *Dicotyledonate* și *Monocotyledonate*: **Caracterele Clasa**

**Dicotyledonate Clasa Monocotyledonate forma vitală arbori, arbuști, ierburi predomină plantele ierboase** sistemul radicular pivotant, rămuros fasciculat frunzele pețiolate și sesile cu nervațiune reticulată sesile, cu nervațiune paralelă sau arcuită tulpina și stelul fascicule libero-lemnoase cu cambiu, ordonate circular (eustel) fascicule libero-lemnoase lipsite de cambiu, răspândite uniform (atactostel) floarea cu periant dublu sau simplu de tipul 4-5 cu periant simplu de tipul 3 fructul, sămânța embrionul tegumentul seminței nu este concrescut cu pericarpul; cu două cotiledoane semințele au tegumentul concrescut cu pericarpul; cu un cotiledon

**Clasa Dicotyledonate** include circa 85% din plantele angiosperme. Vom studia câteva din cele mai cunoscute familii din această clasă.

**Familia Rosaceae (Rosaceae).** *Măceșul (Rosa canina)* este un arbust cu ramuri lungi ghimpoase, având frunzele imparipenat compuse. Formula florală:  $K_5 C_5 A_\infty G_\infty$ . Fructul polinuculă este situat într-un receptacul cu pereții cărnoși (fruct fals). Crește prin păduri și fânețe. Din familia Rosaceae mai fac parte: *fragul, păducelul, vișinul, părul, prunul, piersicul*.

**Fig. 195. Măceș:** 1 – lăstar cu flori; 2 – fruct fals; 3 – floare în secțiune; 4 – un pistil cu ovarul în secțiune; 5 – fructul fals în secțiune.

**Familia Fagaceae (Fagaceae).** *Fagul (Fagus sylvatica)* este un arbore până la 30 m înălțime, cu scoarța alb-cenușie. Frunzele sunt eliptice, cu marginea întreagă. Florile masculine au periantul simplu din 5-6 foliole concrescute la bază și androceul din 6-12 stamine. Florile feminine sunt alcătuite dintr-un periant rudimentar și un gineceu tricarpelar. Fructul este nucă, învelită de o cupă țepoasă cu patru valve. În Moldova fagul este ocrotit de stat. *Stejarul comun, gorunul, stejarul-pufos*.

**Familia Brassicaceae (Brassicaceae).** *Varza (Brassica aleracea)* este o plantă bienală. În primul an se formează numai organele vegetative, rădăcina pivotantă și o tulpină scurtă, numită cocean. De la cocean cresc numeroase frunze așezate compact, formând căpățina. În al doilea an planta dă naștere la o tulpină ramificată cu frunze simple, penat sectate și flori mărunte de culoare galbenă. Formula florală:  $K_4 C_4 A_{2+4} G_{(2)}$ . Fructul este silică cu numeroase semințe. Prin cultură și selecție s-au creat varietățile: varza-albă, varza-creață, varza-de-Bruxelles, conopida și gulia. *Traista-ciobanului, pungulița, ridichea, napul, rapița, crușeteaua*.

**Familia Solanaceae (Solanaceae).** *Zârna (Solanum nigrum)* are tulpină ierboasă cu frunzele simple sectate. Formula florală:  $K_{(5)}[C_{(5)}A_5]G_{(2)}$ . Fructul este bacă de culoare neagră. Din familia Solanaceae mai fac parte: *măselarița, cartoful, tomatele, vinetele, tutunul*.

**Familia Fabacee (Fabaceae).** *Mazărea (Pisum sativum)* este o plantă ierboasă agățătoare, cu frunzele imparipenat compuse. Formula florală:  $K_{(5)} C_{1+2+(2)} A_{(9)+1} G_1$ . Fructul – păstaie cu semințe globuloase. Este o plantă alimentară prețioasă.

*Fasolea, soia, bobul, lucerna, trifoiul, salcâmul, glădița, lupinul, arahida.*

**Familia Vitacee (Vitaceae).** *Vița-de-vie (Vitis vinifera)* este un arbust agățător prin cărcei, cu frunzele simple lobate. Florile sunt plăcut mirositoare. Formula florală:  $K_5 C_{(5)} A_5 G_{(2)}$ . Fructul este bacă.

Cele mai valoroase soiuri de viță - de - vie cultivate în Moldova sunt: *aligote, muscat, cabernet, feteasca, moldova, regina-viei.*

**Fig. 196. Varză:**

1 – lăstar cu flori și fructe; 2 – silicvă;

3 – silicvă deschisă.

**Fig. 197. Mazăre:**

1 – lăstar cu flori și fructe; 2 – fruct; 3–7 structura florii; 8 – structura seminței.

**Familia Asteracee (Asteraceae).** *Floarea-soarelui (Helianthus annuus)* are tulpina groasă, cilindrică, în interior cu o măduvă buretoasă, frunzele simple, cu marginea dințată. Florile sunt grupate în inflorescență calatidiu cu receptaculul plat. În mijlocul inflorescenței sunt situate flori tubuloase, iar la margine se găsesc flori ligulate sterile, de culoare galbenă. Formula florală a florilor tubuloase:  $K_5 [C_{(5)} A_{(5)}] G_{(2)}$ . Fructul este achenă cu sămânță bogată în ulei. *Păpădia, cicoarea, mușetelul, podbalul, brusturele, pelinul, gherghina.*

### Clasa Monocotiledonate

**Familia Liliacee (Liliaceae).** *Laleaua-de-grădină (Tulipa gesneriana)* este o plantă decorativă cu tulpina ierboasă, cu frunze ovale, în vârf cu o floare solitară. Formula florală:  $P_{3+3} A_{3+3} G_{(3)}$ . Fructul este capsulă. *Vioreaua, crinul-alb, brândușa, sparanghelul, lăcrămioara, leurda, ceapa, usturoiul.*

**Familia Poacee (Poaceae).** *Grâul (Triticum aestivum)* constituie una dintre cele mai importante plante de cultură, cu numeroase soiuri. Tulpina este pai, frunzele sesile, liniare, la bază cu o teacă cilindrică. Florile sunt dispuse în spice compuse, alcătuite din numeroase spiculețe. Un spiculeț cuprinde două-trei flori. Fiecare floare este alcătuită din două palee, androceul din trei stamine și gineceul dintr-un pistil. Formula florală:  $P_2 A_3 G_1$ . Fructul este cariopsă. *Ovăzul, orezul, secara, porumbul, meiul, firuța, coada-vulpiei.*

**Fig. 198. Floarea-soarelui:** A – plantă; B – floare ligulată; C – floare tubuloasă; D – fruct.

**Fig. 199. Plante monocotiledonate:** A – lălea: 1 – plantă; 2 – structura florii B – grâu: 1 – plantă cu spice; 2 – tulpină cu frunză; 3 – secțiune în regiunea nodului; 4, 5 – spic simplu; 6 – floare; 7 – fruct.

## Tema 8. Regnul Animale (Animalia). Animalele didermice

### 8.1. Origine, clasificare și caracterizare generală

Animalele sunt organisme pluricelulare, heterotrofe. Majoritatea din ele sunt mobile și au organe de simț specializate pentru a reacționa rapid la schimbările din mediul de viață. Strămoșii ancestrali ai animalelor sunt protozoarele. Spre deosebire de celelalte organisme heterotrofe, animalele ingerează hrana și o digeră în organe specializate ale corpului care, în ansamblul lor, alcătuiesc aparatul digestiv.

Regnul Animale include două grupe mari: *nevertebrate* (animale inferioare) și *cordate* (animale superioare). Din nevertebrate fac parte următoarele filumuri: *Spongieri, Celenterate, Viermi plați, Viermi cilindrici, Viermi inelați, Moluște, Artropode și Echinodermate*. Animalele superioare formează un singur filum – *Cordate* care cuprinde trei subfilumuri: *Urocordate, Acraniate și Vertebrate*.

### Animalele didermice

#### 8.2. Filumul Spongieri (Spongia)

**Spongierii** alcătuiesc o grupă mare de animale acvatică, predominant marine. Majoritatea organismelor adulte formează colonii și duc, de regulă, o viață sedentară, fiind fixate de un substrat. Vom studia *siconul*, o specie tipică pentru acesată încregătură.

*Alcătuirea corpului.* Corpul spongierilor are forma unei pungi de mărimi și culori diferite. Pereții corpului sunt străbătuți de pori, prin care intră apa și substanțele hrănitoare. Din cavitatea internă apa iese prin *oscul*, un orificiu situat în partea superioară a corpului. Spongierii sunt cele mai primitive animale.

Ele nu au țesuturi și se găsesc la etapa inițială de diferențiere a celulelor. Peretele corpului este format din două straturi de celule: *ectoderm* și *endoderm*, între care se găsește o substanță gelatinoasă, numită *mezoglee*.

*Ectodermul* este alcătuit din *celule epiteliale* și *porocite* (celule mari prevăzute cu un canal). *Endodermul* este format din *coanocite* (celule cu flageli), care ajută la circulația apei, la captarea și digestia hranei. Prezența acestor celule denotă descendența spongierilor din protozoarele flagelate. În *mezoglee* se găsesc *amibocite* cu funcții de digestie, *celule reproducătoare* și *celule generatoare de spiculi* calcaroși sau silicioși. La unele specii, în *mezoglee* se găsesc fibre de spongină, de unde vine și denumirea de spongieri.

*Sistemul nervos* lipsește. Reacția de răspuns a spongierilor este lentă, deoarece celulele senzoriale sunt slab diferențiate.

*Nutriția*. Spongierii se hrănesc cu resturi de plante și animale, cu protozoare. Digestia este intracelulară și are loc în vacuolele digestive ce se formează în coanocite și amibocite. Resturile nedigerate sunt eliminate prin exocitoză în cavitatea corpului.

**Fig. 200. Structura unui spongier:**

A – colonie;

B – structura peretelui corpului:

1 – oscul; 2 – spicul; 3 – coanocit; 4 – porocit; 5 – cavitate internă; 6 – amibocit; 7 – mezoglee; 8 – celulă epitelială.

*Respirația*. Oxigenul din apă pătrunde prin difuziune în fiecare celulă a corpului și tot așa este eliminat dioxidul de carbon.

*Înmulțirea*. Spongierii se înmulțesc vegetativ, prin *înmugurire*. Aceste organisme au o mare capacitate de regenerare. Dacă trecem un spongier printr-o sită deasă, vom observa că aproape din fiecare celulă se va forma câte un nou spongier. Înmulțirea sexuată este *oogamia*. Majoritatea spongierilor sunt hermafrodiți. Gameții se formează în *mezoglee* din amibocite. Fecundația este internă și indirectă, iar dezvoltarea are loc prin metamorfoză.

*Diversitatea*. Din această încrângătură fac parte următoarele specii: *siconul*, *cupa-lui-Neptun*, *coșulețul-Venerei*.

*Importanța*. Spongierii contribuie la purificarea apei în bazinele acvatice. Din unele specii de spongieri se confecționează bijuterii.

### 8.3. Filumul Celenterate (*Coelenterata*)

**Celenteratele** sunt animale marine, cu excepția genului *Hydra*, care trăiește în ape dulci.

Majoritatea speciilor sunt prezente sub două forme: de *polip* (sedentară) și de *meduză* (care înoată liber). Ambele forme de celenterate alternează în ciclul vital. Spre deosebire de spongieri, corpul celenteratelor prezintă *simetrie radială*, iar celulele sunt diferențiate și grupate în *țesuturi*. Celenteratele sunt reprezentate prin trei clase: *Hidrozoare*, *Scifozoare* și *Antozoare*.

**Clasa Hidrozoare** include specii de celenterate la care predomină polipul. Un reprezentant tipic al acestei clase este *Hidra-de-apă-dulce*, care trăiește în lacuri sau în apele lin curgătoare, fixată pe plante acvatice.

*Alcătuirea corpului*. Corpul hidrei are forma unui săculeț lung de 1–2 centimetri. În partea anterioară a corpului se găsește orificiul buco-anal, înconjurat de 5-9 tentacule. Cavitatea internă, numită și *celenteron*, îndeplinește funcția de cavitate digestivă și de circulație. Peretele corpului este alcătuit din două straturi de celule: *ectoderm* și *endoderm*, între care se află *mezogleea*.

*Ectodermul* este format din următoarele tipuri de celule: *epitelio-musculare*, *urzicătoare*, *senzoriale* și *interstițiale*. Celulele interstițiale (care ajută la regenerare) au capacitatea de a se diferenția în celelalte tipuri de celule.

*Endodermul* este alcătuit din *celule glandulare*, *senzoriale* și *celule cu flagel și pseudopode*. *Mezogleea* conține *celule nervoase* și *reproducătoare*.

*Sistemul nervos* este de tip *difuz* și constă din neuroni uniți în rețea. Hidra reacționează la factorii mecanici, chimici și poate realiza cele mai simple reflexe. De exemplu, la o atingere ea își contractă tentaculele și corpul. Celulele senzoriale din *ectoderm* recepționează excitațiile din mediu și le transmit neuronilor. Prin prelungirile lor, neuronii transmit excitațiile celulelor *epitelio-musculare*, care efectuează reacții de răspuns. Așadar, la celenterate atestăm cel mai simplu arc reflex: *receptor – neuroni – organul efector* (celule *epitelio-musculare*).

**Fig. 202. Structura hidrei:** 1 – orificiu buco-anal; 2 – ectoderm; 3 – endoderm; 4 – cavitate internă (ce lenteron); 5 – tentacule; 6 – mugure; 7 – gonade; 8 – ou; 9 – talpă.

**Fig. 203. Structura peretelui corpului hidrei:** 1 – celulă epitelio-musculară; 2 – celulă urzicătoare; 3 – celulă senzorială; 4 – celulă interstițială; 5 – celulă glandulară; 6 – celulă cu flagel și pseudopode; 7 – celule nervoase situate în mezoglee.

**Nutriția.** Hidra prinde prada cu tentaculele, o imobilizează cu ajutorul celulelor urzicătoare și o introduce în cavitatea gastrală. Celulele glandulare ale endodermului secretă sucuri digestive cu ajutorul cărora are loc digestia în cavitatea gastrală (digestie extracelulară). Particulele mici de hrană sunt captate de celulele cu pseudopode și flageli și sunt digerate în vacuolele digestive (digestie intracelulară). Resturile nedigerate sunt eliminate prin orificiul buco-anal.

**Respirația.** Hidra nu are organe de respirație. Schimbul de gaze se realizează la nivelul fiecărei celule.

**Excreția.** Eliminarea substanțelor excretoare din celule are loc direct în cavitatea gastrală.

**Înmulțirea.** În perioada caldă a anului hidra se înmulțește asexuat, prin *înmugurire*. Pe corp apar excrescențe care cresc, se desprind și se transformă în organisme noi. Reproducerea sexuată este *oogamia*. Hidra este un animal hermafrodit cu fecundație încrucișată. Gameții se formează din celulele interstițiale ale ectodermului. Zigotul rezultat la fecundație se acoperă cu o membrană densă și după moartea hidrei cade pe fundul apei, unde rezistă până la primăvară, când dă naștere la o nouă hidră. Dezvoltarea are loc prin metamorfoză.

**Diversitatea.** Un alt reprezentant al acestei clase este **hidroidul *Obelia***. Această specie prezintă două generații – de *polip* și de *meduză*, care alternează în ciclul vital. *Polipul* este colonial și duce o viață sedentară, fiind fixat de substrat. Se înmulțește vegetativ, prin înmugurire. Toți indivizii din colonie se aseamănă după structură cu hidra. Hidroidul *Obelia* poate fi întâlnit în majoritatea mărilor, atât în cele calde, cât și în cele reci.

**Fig. 204. Alcătuirea corpului la o meduză – A și la un polip – B:**

1 – orificiubuco-anal; 2 – tentacule; 3 – cavitate internă; 4 – ectoderm; 5 – endoderm; 6 – mezoglee.

**Fig. 205. Ciclul vital la hidroidul *Obelia*:**

1 – colonie de polip; 2 – meduză uni-sexuată; 3 – spermatozoid; 4 – ovul; 5 – zigot; 6 – larvă acoperită cu cili (planulă); 7 – polip tânăr; 8 – colonie tânără de polip.

**Meduza *Obelia*** este generația sexuată a polipului, pentru care este specifică deplasarea în apă. Cu toate că la exterior meduza se deosebește mult de polip, după structura internă aceste două organisme se aseamănă foarte mult. Fiind organisme mobile, meduzele au sistem nervos și organe senzoriale mai dezvoltate.

**Sistemul nervos** se caracterizează printr-un început de concentrare a celulelor nervoase sub forma unor inele pe marginea umbrelei, iar celulele urzicătoare și musculare sunt bine înervate.

**Organele de simț.** Organele de simț la celenterate sunt puține și au o structură primitivă. Organele de echilibru (statocistele) și cele fotoreceptoare sunt amplasate pe marginile umbrelei și le ajută să se orienteze repede în mediul de trai.

Meduzele sunt organisme unisexuate. Ele se desprind de la hidroid într-o anumită perioadă a anului și au o viață foarte scurtă. După formarea gameților și eliminarea lor în mediu, meduzele pier. Importanța biologică a meduzelor constă în răspândirea speciei.

**Clasa Scifozoare** cuprinde specii exclusiv marine, de dimensiuni mari, la care, în ciclul vital, predomină meduza.

**Meduza *Aurelia*** este răspândită în toate mările temperate și tropicale. Are corpul aproape străveziu, care poate atinge 40 cm în diametru.

**Meduza *Rizostoma*** trăiește în Marea Mediterană și în Marea Neagră. Corpul ei are lungimea de circa 15 cm, iar celulele urzicătoare conțin o toxină care poate provoca moartea unor animale și arsuri ale pielii la om.

**Clasa Antozoare** se deosebește de primele două prin lipsa meduzei în ciclul vital. Din această clasă fac parte *coralii* și *actiniile*, care trăiesc în mări și oceane, izolați sau în colonii.

**Coralii** sunt organisme sedentare, de regulă, coloniale cu schelet calcaros sau cornos. Unele colonii de corali pot fi foarte extinse, formând atoli (insule circulare). Deosebit de prețios este *coralul-nobil* (roșu), care se întâlnește în Marea Mediterană la adâncimea de circa 50 m. Scheletul calcaros al coralilor se folosește la confecționarea bijuteriilor.

**Actiniile** sunt animale răpitoare. Corpul actiniei este lipsit de schelet, iar tentaculele sunt simple, retractile, dispuse în verticil pe unul sau mai multe rânduri. Unele actinii conviețuiesc cu anumite specii de raci, pești etc.

**Fig. 206. Ciclul vital la meduza *Aurelia*:**

1 – meduză unisexuală; 2 – larvă; 3 – larvă fixată de substrat; 4 – polip tânăr; 5 – polip ce generează prin înmugurire meduze mici; 6 – meduză tânără.

### **Tema: Studiarea structurii, mișcării și iritabilității hidrei**

**Materiale necesare:** Câteva hidre într-un pahar cu apă, o lupă, un ac.

**Mod de lucru:** Studiază cu ajutorul lupei hidrele din pahar. Observă culoarea, forma și dimensiunile hidrei. Găsește partea anterioară, gura, tentaculele. Numără câte tentacule are hidra. Identifică partea posterioară. Ce rol are talpa. Atinge corpul hidrei cu acul și observă reacția. Studiază modul de deplasare a hidrei.

Ce însușiri caracteristice animalelor ai constatat, făcând observații asupra hidrei?

Desenează structura schematică a unei hidre și indică componentele corpului. Scrie în caiet concluziile despre schimbările evolutive în structura și comportamentul hidrei comparativ cu spongierii.

## **Tema 9. Dezvoltarea individuală a animalelor (ontogeneza)**

Dezvoltarea individuală a animalelor reprezintă un proces complex care începe odată cu formarea zigotului și include mai multe etape în creșterea și formarea organismului matur. Ontogeneza poate fi împărțită în două etape: *dezvoltarea embrionară* și *dezvoltarea postembrionară*.

**9.1. Dezvoltarea embrionară** începe cu formarea zigotului în urma fecundației și constă din trei faze: *formarea morulei și blastulei; formarea gastrulei; formarea organelor și sistemelor de organe*.

### **Segmentarea și formarea morulei și blastulei**

Zigotul se divide mitotic de mai multe ori, folosind substanțele nutritive din gălbenușul oului, și dă naștere unei mase sferice de celule cu aspect de mură, numită *morulă*. Caracteristic pentru segmentație este că celulele nu cresc în dimensiuni și, ca urmare, ele devin tot mai mici. Ulterior, celulele se aranjează într-un strat, formând *blastodermul*, iar în centru rămâne o cavitate, numită *blastocel*. Astfel, prin diviziuni succesive ale celulelor, se formează *blastula*, alcătuită din blastoderm și blastocel.

### **Formarea gastrulei**

Această fază include demararea proceselor de citodiferențiere și morfogeneza. O parte din peretele blastulei invaginează spre polul opus și, ca urmare, se formează *gastrula* cu două foițe embrionare (ectoderm și endoderm). La mijlocul gastrulei se formează o cavitate (arhenteron), considerată un intestin primitiv, care comunică cu exteriorul prin *blastopor*.

La cele mai primitive animale, cum sunt spongierii și celenteratele, gastrula are numai două foițe embrionare, de aceea ele se numesc *didermice (diploblaste)*. La restul animalelor, începând cu viermii, între ectoderm și endoderm se formează a treia foiță embrionară, numită *mezoderm*. Aceste animale se numesc *tridermice (triploblaste)*.

În procesul evoluției, animalele tridermice au format, la rândul lor, două ramuri evolutive diferite: *protostomienii* (viermii, moluștele și artropodele), la care gura se formează în locul blastoporului, și *deuterostomienii* (echinodermatele și cordatele), la care blastoporul dă naștere anusului, iar gura apare la polul opus.

### **Fig. 209. Dezvoltarea embrionară a unui animal:**

1 – zigot; 2 – două celule; 3 – patru celule; 4 – șaisprezece celule; 5 – morulă; 6 – blastulă; 7 – formarea gastrulei; 8 – gastrulă; 9, 10, 11 – formarea mezodermului; a – blastomer; b – blastocel; c – ectoderm; d – endoderm; e – arhenteron; f – blastopor; g – mezoderm; h – celom.

### **Formarea organelor și sistemelor de organe**

În această fază are loc formarea, din foițele embrionare, a țesuturilor, organelor și sistemelor de organe. La animalele cordate, celulele mezodermice ordonate longitudinal pe partea dorsală fuzionează și formează *notocordul*. La vertebrate, notocordul este înlocuit cu coloana vertebrală. Urmează formarea din celulele ectodermice a tubului neural care, ulterior va da naștere sistemului nervos central. Celulele mezodermice rămase formează două mase longitudinale de țesut, care repede se segmentează, dând naștere la somite. Ulterior, din somite se vor dezvolta mușchii segmental și alte structuri și organe. Procesul de formare a organelor continuă și în etapa dezvoltării postembrionare.

## Foiță embrionară

## Structurile generate într-un vertebrat adult

*Ectoderm*

Epiderma pielii cu formațiunile cornoase (părul, solzii), epiteliul care căptușește cavitatea bucală și rectul, sistemul nervos.

*Mezoderm*

Sistemul muscular, derma pielii, scheletul, aparatul circulator și excretor, plămâni, diafragma, uterul, sângele.

*Endoderm*

Mucoasa tractului digestiv și respirator, glandele digestive anexe, glanda tiroidă, timusul, epiteliul ce căptușește vezica urinară.

**9.2. Dezvoltarea postembrionară** începe din momentul ecloziunii sau nașterii organismului și poate fi de două tipuri: *directă* sau *indirectă* (*prin metamorfoză*). În cazul dezvoltării postembrionare directe, individul eclozionat sau născut este asemănător cu adultul, dar are dimensiuni mai mici și unele organe nedezvoltate (organele de reproducere ș.a.). Din animalele cu dezvoltare directă fac parte reptilele, păsările, mamiferele.

Organismele cu o dezvoltare postembrionară indirectă suferă o serie de transformări morfogenetice, numite *metamorfoze*. Metamorfoza poate fi incompletă sau completă. Dezvoltarea prin metamorfoză incompletă este caracteristică celenteratelor, unor insecte, amfibienilor și include stadiile: ou–larvă–adult.

La multe insecte (albine, fluturi, muște) dezvoltarea postembrionară are loc prin metamorfoză completă care include următoarele stadii: ou – larvă – pupă (nimfă) – adult.

**Fig. 211. Ciclu de dezvoltare a lăcustei (metamorfoză incompletă):**

1 – ou; 2 – larvă; 3 – adult.

**Fig. 212. Ciclu de dezvoltare a fluturului-de-matase (metamorfoză completă):**

1 – mascul; 2 – femelă; 3 – ou; 4 – larvă (omidă); 5 – gogoasă; 6 – pupă scoasă din gogoasă.

## Tema 10. Animalele nevertebrate inferioare

### Viermii

Prin apariția viermilor, natura a realizat un salt calitativ pe scara evoluției organismelor vii. La aceste organisme apare pentru prima dată în seria animală *mezodermul* – cea de-a treia foiță embrionară care a amplificat capacitatea de adaptare. Țesuturile se grupează, formând *organe*, care la rândul lor se asociază în *sisteme de organe*. Corpul viermilor și al celorlalte animale superioare lor prezintă simetrie bilaterală. O însușire comună a viermilor este prezența *învelișului musculo-cutaneu* și segmentația metamerică a corpului. În funcție de structura corpului, viermii actuali se împart în trei filumuri: *Viermi plați*, *Viermi cilindrici* și *Viermi inelați*.

#### 10.1. Filumul Viermi plați (*Plathelminthes*)

**Viermii plați** au formă de placă sau panglică și sunt reprezentați prin următoarele clase: *Turbelariate*, *Trematode* și *Cestode*.

**Clasa Turbelariate.** Din această clasă fac parte **planariile**, care trăiesc liber în ape dulci și ape sărate.

*Alcătuirea corpului.* Planaria are corpul alungit turtit dorso-ventral și acoperit cu epiteliu ciliat. Mișcarea ondulatorie a cililor ajută la deplasarea organismului în apă. În partea anterioară a corpului se observă capul cu doi ochi primitivi și două excrescențe cu rol tactil. Sub epiteliu se găsesc câteva straturi de mușchi netezi (inelari, longitudinali și oblici), care împreună alcătuiesc sacul musculo-cutaneu.

Mușchii nu sunt diferențiați în fascicule musculare caracteristice animalelor superioare. Con tracția succesivă a straturilor de mușchi asigură deplasarea animalelor. Între mușchi și tubul digestiv se găsește *parenchimul* – o masă spongioasă de celule ale țesutului conjunctiv de origine mezodermală în care sunt localizate organele interne.

*Sistemul nervos.* La viermi continuă procesul evolutiv de concentrare a celulelor nervoase în regiunea capului (numită cefalizare) și în alte regiuni ale corpului. Începând cu viermii plăți, apare un nou tip de sistem nervos, numit *ganglionar*. La planarii sistemul nervos este alcătuit dintr-o pereche de *ganglioni nervoși cefalici de la care pleacă două cordoane nervoase longitudinale. Cordoanele sunt unite între ele prin ramuri nervoase transversale.*

*Organele de simț* sunt reprezentate de ochi primitivi, receptori tactili și olfactivi din tegument, receptori statoci din statociste (organe de echilibru) localizate în regiunea cefalică.

*Aparatul digestiv.* Planariile sunt animale zoofage și prind prada cu ajutorul corpului și al faringelui. Tubul digestiv este diferențiat în două regiuni: *intestinul anterior* și *intestinul mediu*. Intestinul anterior include *orificiul buco-anal*, situat în partea ventrală a corpului, și *faringele musculos*. *Intestinul mediu* are o ramificație anterioară și două posterioare, care se termină orb. La multe specii ramificațiile intestinului prezintă numeroase excrescențe oarbe care ajung în toate regiunile corpului. Digestia extracelulară are loc în cavitatea intestinală sub acțiunea fermenților eliminați de glandele intestinale. Digestia intracelulară se realizează în vacuolele digestive din celulele intestinului. Resturile nedigerate sunt eliminate prin orificiul buco-anal.

**Fig. 213. Planaria:**

A – alcătuirea externă; B – secțiune transversală; 1 – epiteliu; 2 – mușchi inelari; 3 – mușchi longitudinali; 4 – parenchim; 5 – protonefridie; 6 – tub digestiv; 7 – cordoane nervoase.

**Fig. 214. Structura unei planarii:**

A – sistem nervos; B – aparat digestiv; C – aparat reproducător; 1 – ganglion nervos; 2 – cordon nervos; 3 – orificiubuco-anal; 4 – fa-ringe; 5 – intestin; 6 – ramificațiileintestinului; 7 – ovar; 8 – oviduct; 9 – glande vitelogene; 10 – testicule; 11 – spermeducte; 12 – vezică seminală; 13 – organ de copulare; 14 – por genital.

*Aparatul respirator* lipsește. *Respirația* este cutanee, adică schimbul de gaze între organism și mediu are loc prin toată suprafața corpului.

*Aparatul circulator* lipsește, iar transportul substanțelor în organism este realizat de lichidul din parenchim.

*Aparatul excretor* este reprezentat de *protonefridii*, alcătuite din celule stelate cu cili care continuă cu canalicule și canale excretoare ce se deschid la exterior prin pori excretori. În regiunea celulei stelate are loc absorbția apei și substanțelor excretoare. Datorită vibrației permanente a cililor, lichidul este deplasat în tuburile excretoare, de unde este eliminat în exterior.

*Aparatul reproducător.* Planariile sunt organisme hermafrodite. Organele reproducătoare masculine sunt reprezentate de numeroase *testicule*, *spermeducte*, *vezica seminală* și *organul de copulare*. Organele reproducătoare feminine includ două *ovare*, *oviducte* și un *por genital*. Fecundația este internă, de tip încrucișat.

**Clasa Trematode** include specii parazite în corpul ovinelor, bovinelor și al omului. Un reprezentant tipic al acestei clase este **viermele-de-gâlbează** (*Fasciola hepatica*) care parazitează în ficatul ovinelor și bovinelor, provocând boala *gâlbeaza*. Acest parazit are corpul de forma unei semințe de dovleac (4 cm lungime) și prezintă două ventuze (bucală și ventrală), cu ajutorul cărora se fixează pe pereții canalelor hepatice ale animalelor bolnave. Aparatul excretor este de tip protonefridial.

Viermele-de-gâlbează este un animal hermafrodit. În ciclul de dezvoltare a acestei specii există o gazdă intermediară – *limneea mică*. Din ouă, care ajung în apă, se dezvoltă larve cu cili (*miriacidii*). Acestea pătrund prin tegument în corpul moluștei, unde se înmulțesc și se transformă în larve cu coadă (*cercari*).

Larvele cu coadă părăsesc corpul melcului și, după un timp, se fixează de firele de iarbă de pe malul bazinului, leapădă coada și se închistează. Vitele care vin să se adape, pasc iarba și, odată cu ea, înghit cercarii închistați. În intestinul animalului chistul se descompune și viermele tânăr pătrunde în ficat, unde sematurizează.

**Caracterele specifice viermilor paraziti:**

- corpul este acoperit cu o cuticulă rezistentă la mediul acid din tractul digestiv al animalului gazdă;
- organele de simț sunt reduse; prezintă ventuze de fixare;
- organele de înmulțire sunt bine dezvoltate; au o prolificitate mare.

**Clasa Cestode.** Reprezentanții acestei clase sunt cunoscuți sub numele de *tenii* sau viermi panglici.



**Fig. 215. Alcătuirea unei protonefridii:**

1 – celule stelate cu cili;

2 – canale de eliminare.

**Fig. 216. Ciclul de dezvoltare al viermelui-de-gălbează:**

1 – viermele în organismul unei vaci; 2 – ouă; 3 – larvă cu cili (miriacidie); 4 – larvă cu coadă (cercar); 5 – chistul de pe iarbă.

**Tenia-porcului** parazitează în intestinul omului și în musculatura porcului. Corpul turtit ca o panglică, de culoare albă (4-6 m lungime), este alcătuit din *scolex* (cu cârlige și patru ventuze), *gât* și *strobil* cu mai multe segmente, care se formează continuu în regiunea gâtului. Segmentele din regiunea mijlocie a strobilului conțin numeroase testicule și un ovar ramificat. Aparatul digestiv lipsește, iar substanțele nutritive pătrund în corp prin difuziune.

Fiind animale parazite, teniile au prolificitate foarte mare, iar dezvoltarea are loc cu schimb de gazde. Ouăle se acumulează în uter și sunt eliminate din organismul gazdă împreună cu segmentele mature care se desprind de la strobil. Din ouăle înghițite de porc (gazda intermediară) se dezvoltă *larve* (oncosfere) cu șase cârlige chitinoase care ajung din intestin în vasele sangvine ori limfatice și sunt duse la diferite organe interne (mai des la ficat și mușchi), unde se închistează și se transformă în *cisticerci* (vezicule cu scolex). Consumând carne de porc infectată, omul înghite și larvele de tenie, îmbolnăvinduse de *teniază*.

**Echinococul** este o tenie mică, a cărei gazdă intermediară poate fi omul. Organismul adult parazitează în intestinul câinelui. La om larvele de echinococ pot afecta plămâni, ficatul, creierul, formând chisturi cu lichid. *Echinococoza* este o boală periculoasă care se întâlnește des în țara noastră. Molipsirea cu ouă de echinococ se face de pe blana câinelui.

*Ligula-obișnuită* este unul dintre cei mai periculoși paraziți ai peștilor, provocând dereglări digestive și rețineri în creștere.

**Fig. 217. Tenia-porcului:**

A – structura și reproducerea:

1 – scolex; 2 – ventuză; 3 – cârlige; 4 – gât; 5 – proglotă; 6 – testicul; 7 – uter; 8 – ovar; 9 – orificiusexual; 10 – uterplincu ouă; 11 – ou; 12 – larvă (oncosferă); 13 – cisticerc; 14 – vierme tânăr; 15 – vierme matur.

B – ciclul de dezvoltare:

1 – ouă de tenie; 2 – larve; 3 – cisticerci; 4 – scolex; 5 – vierme tânăr; 6 – vierme matur; 7 – proglote cu ouă; 8 – intestin.

**Tema:** Studiarea structurii și comportamentul planariei.

**Materiale necesare:** Câțeva planarii într-un pahar cu apă, o lupă, un ac.

**Mod de lucru:** Studiază cu ajutorul lupei planariile din pahar. Observă forma corpului și deplasarea planariei. Găsește partea anterioară, ochii, tentaculele. Atinge planaria cu acul și observă reacția. Studiază cu lupa organele interne care se observă prin învelișul corpului. Completează tabelul cu observațiile tale. Desenează schematic corpul planariei și indică componentele studiate.

Formează concluzii cu privire la schimbările evolutive în structura planariei în comparație cu hidra.

## 10.2. Filumul Viermi cilindrici (*Nemathelminthes*)

*Viermii cilindrici* sunt animale unisexuate cu corpul neted, nesegmentat, de formă cilindrică. O parte din ei trăiesc liber în apă și sol, însă majoritatea sunt paraziți ai plantelor, animalelor și omului. Vom studia clasa Nematoda, care include cel mai mare număr de specii.

**Clasa Nematoda.** Un reprezentant tipic al acestei clase este **limbricul**, ce parazitează în intestinul subțire al omului.

*Alcătuirea corpului.* Limbricul are corpul alungit și fusiform. La suprafață este acoperit cu *cuticulă* compactă, rezistentă la substanțe, chimice sub care se localizează sacul musculo-cutaneu. Musculatura este alcătuită din fascicule longitudinale care ajută la mișcarea corpului.

*Sistemul nervos* este de tip ganglionar și constă din *inelul nervos* situat în regiunea faringelui de la care pornesc câteva *trunchiuri nervoase*, dintre care două (dorsal și ventral) sunt mai mari.

Organele de simț sunt rudimentare. Cele mai importante sunt *papilele olfactive* din regiunea gurii și *perișorii senzitivi*.

*Aparatul digestiv* este mai evoluat și constă din intestinul *anterior*, *mediu* și *posterior*. Intestinul anterior include orificiul bucal, situat la capătul anterior, înconjurat de 3 buze, și *faringele* musculos care aspiră și conduce hrana. Urmează *intestinul mediu*, unde are loc digestia hranei și absorbția substanțelor

asimilabile. *Intestinul posterior* este scurt și are rolul de a conduce resturile nedigerate care sunt eliminate prin *orificiul anal*, situat la capătul posterior al corpului. La viermii cilindrici s-a mărit considerabil randamentul digestiei datorită evoluției tubului digestiv.

*Aparatul respirator lipsește*. Respirația are loc prin toată suprafața corpului. Speciile parazite sunt în majoritate anaerobe.

*Aparatul circular lipsește*, iar transportul substanțelor în organism este realizat de lichidul din cavitatea corpului.

*Înmulțirea*. Limbricul este o specie unisexuată. Corpul femelelor este mai mare decât al masculilor. Aparatul reproducător feminin este alcătuit din două *ovare*, două *oviducte*, două *utere* care se unesc într-un *vagin* ce comunică cu mediul prin *orificiul genital*.

*Aparatul reproducător masculin* este format din *testicul* impar, *spermiduct*, *canalul ejaculator*, *vezica seminală* care se deschide în intestinul posterior. În această regiune se găsesc două spicule copulatoare. Fecundația este internă.

**Fig. 218. Structura limbricului:**

A – femelă; B – mascul; 1 – orificiubucal; 2 – inel nervos; 3 – cordon nervos; 4 – faringe; 5 – intestin; 6 – orificiuanal; 7 – por excretor; 8 – ovar; 9 – uter cu ouă; 10 – testicule; 11 – orificiugenital.

**Fig. 219. Un bărbat bolnav de elefantiază.**

Elefantiaza este o boală provocată de unele nematode, care astupă vasele limfatice, producând inflamarea organelor.

Dezvoltarea limbricului are loc prin metamorfoză incompletă cu schimbarea gazdei. Din ouăle eliminate în mediul extern se dezvoltă *larve* care pot ajunge din nou în intestinul omului cu apa sau hrana. De aici larvele străpung peretele intestinului și, prin vasele sangvine, migrează în plămâni, în trahee și, cu sputa, ajung în cavitatea bucală. Larvele împreună cu saliva sunt înghițite și nimeresc din nou în intestin, unde cresc devenind adulte. Toxinele eliminate de limbric produc intoxicații grave ale organismului.

*Diversitatea*. *Trichina* este o nematodă de 3-4 mm lungime. Ciclul de dezvoltare a trichinei include trei gazde definitive: șobolanul, porcul și omul. Dacă porcul mănâncă șobolanii infectați cu trichină, larvele viermelui aflate în mușchii șobolanului ajung în intestinul subțire al porcului, iar de acolo prin sânge în mușchi, unde se închistează. Dacă omul consumă carne de porc infectată cu trichină, larvele ei ajung în intestinul subțire, de unde sunt luate de sânge și transportate la mușchi. Aici ele se închistează producând boala numită *trichineloză*. Pentru a preveni răspândirea trichinei, este obligatoriu controlul cărnii de porc în abatoare.

*Oxiurul* este un vierme cilindric mic, ce parazitează în intestinul gros, mai ales la copii. Boala, numită *oxiuraza*, se manifestă prin tulburări intestinale și nervoase.

Din nematodele plantelor pagube mari aduc *nematoda-sfeclei*, *nematoda-cartofului*.

### 10.3. Filumul Viermi inelați (*Annelida*)

Viermii inelați constituie o nouă treaptă în evoluția animalelor, prin apariția cavității secundare a corpului, numită *celom*. Anelidele și animalele superioare lor posedă celom și se numesc celomate. Viermii inelați au corpul alungit împărțit prin pereți transversali în segmente, numite *metamere*. Majoritatea anelidelor trăiesc în ape dulci și sărate. Din această încrângătură fac parte următoarele clase: *Oligochete*, *Polichete* și *Hirudinea*.

**Clasa Oligochete.** Din această clasă vom studia **râma-de-pământ** care trăiește în galerii subterane și iese la suprafață noaptea sau pe timp ploios.

*Alcătuirea corpului.* Corpul râmei este format din circa 150 de segmente (metamere). De la fiecare segment pornesc din tegument câte patru perechi de peri chitinoși, numiți cheți. În partea anterioară a corpului se găsește *clitelumul* cu rol important la înmulțire.

Analizând imaginea cu secțiuni prin corpul unei râme, observăm componentele sacului musculo-cutaneu.

**Fig. 220. Ciclul de dezvoltare a trichinei:**

1 – hrană infectată cu trichină; 2 – tubul digestiv; 3 – mușchi scheletici; 4 – chist; 5 – larvă de trichină; 6 – carne infectată; 7 – chist cu larvă în tubul digestiv; 8 – larvă; 9 – larva din intestin trece în sânge; 10 – vas sangvin; 11 – larvele sunt transportate cu sângele la mușchi; 12 – chisturi cu larve de trichină în mușchi scheletici.

**Fig. 221. Structura externă a râmei:**

1 – orificiubucal; 2 – clitelum; 3 – anus.

La suprafață se găsește cuticula care acoperă epiderma unistratificată. Celulele glandulare ale epidermei secretă mucus și substanțele cuticulei. Urmează mușchii inelari și mușchii longitudinali.

Între stratul de mușchi și tubul digestiv se găsește cavitatea secundară numită *celom*, care este delimitată de un epiteliu propriu. După cum se observă pe imagine, celomul nu este continuu. Fiecare segment al corpului conține câte o pereche de cavități închise. Celomul este plin cu lichid și îndeplinește mai multe funcții: de hidroschelet, de transport al substanțelor în organism, de acumulare și eliminare a produselor de excreție, de producere și eliminare a gameților.

*Sistemul nervos* este *ganglionar scalariform*, alcătuit dintr-o pereche de *ganglioni* cerebroizi, uniți în *inelul periesofagian*, care continuă cu *lanțul nervos ventral*, având în fiecare segment câte o pereche de ganglioni.

*Organele de simț* sunt slab dezvoltate. În piele se găsesc receptori *tactili*, *olfactivi*, *fotoreceptori*, *chemoreceptori* și *termoreceptori*. Statocitele sunt localizate în regiunea capului.

*Aparatul digestiv*. Râma se hrănește cu resturi organice. Aparatul digestiv este alcătuit din *intestinul anterior* care este diferențiat în *gură*, *faringe*, *esofag* (care prezintă gușă) și *stomac* muscular. Urmează *intestinul mediu* și *intestinul posterior* care se deschide prin orificiul anal situat la capătul posterior al corpului.

*Aparatul circulator* este de tip *închis*, fiind alcătuit din trei *vase longitudinale*, care se leagă între ele prin *vase inelare* și o rețea de capilare, la nivelul cărora are loc schimbul de gaze și substanțe între sânge și țesuturi. Funcția de „inimă” o îndeplinesc vasele sangvine inelare. Vasul dorsal (cel mai mare) colectează sângele de la majoritatea organelor și-l pompează spre partea anterioară a corpului, în vasele inelare. Prin contracții ritmice, vasele inelare pompează sângele în vasul ventral care, la rândul său, îl distribuie organelor interne. Sângele râmei are culoare roșie, deoarece conține hemoglobină dizolvată în plasmă.

*Aparatul respirator* lipsește. Respirația are loc prin pielea subțire, bogată în vase sangvine și permanent umedă.

*Aparatul excretor* este reprezentat de *metanefridii*. O metanefridie este formată dintr-un tub care începe cu o pâlnie ciliată, situată în cavitatea corpului, iar capătul posterior se deschide în exterior printr-un por excretor, situat pe segmentul următor. La nivelul pâlniei are loc filtrarea produselor de excreție din celom.

**Fig. 222. Secțiune longitudinală – A și transversală – B prin corpul unei râme:**

1 – cuticulă; 2 – epidermă; 3 – mușchi inelari; 4 – mușchi longitudinali; 5 – metanefridie; 6 – tub digestiv; 7 – gonade; 8 – vas sangvin dorsal; 9 – vas ventral; 10 – lanț nervos ventral; 11 – celom; 12 – vas sangvin inelar; 13 – epiteliu; 14 – sept; 15 – înveliș musculo-cutaneu.

**Fig. 223. Structura unei râme:**

1 – orificiubucal; 2 – faringe; 3 – esofag; 4 – gușă; 5 – stomac; 6 – intestin; 7 – tegument; 8 – vas sangvin dorsal; 9 – vas sangvin ventral; 10 – vas sangvin subneural; 11 – vase inelare din regiunea esofagului cu rol de „inimă”; 12 – vas inelar.

*Înmulțirea*. Râma este un animal *hermafrodit*. În segmentele din partea anterioară a corpului se găsesc două *ovare* cu două oviducte și patru *testicule* cu *spermeducte*. Fecundația este de tip încrucișat, iar ouăle sunt depuse într-un cocon produs de clitelum. Mucusul secretat de clitelum formează un manșon care lunecă de pe corpul viermei colectând ouăle fecundate. Capetele manșonului se închid și acesta se transformă în *cocon*. În interiorul coconului se dezvoltă unul sau câțiva viermișori.

*Importanța*. Râma aduce un mare folos, afânând solul și îmbogățindu-l cu substanțe organice. Din aceste considerente, Darwin a numit râmele „pluguri biologice”.

**Clasa Polichete.** Reprezentantul tipic al acestei clase este **nereida**, o specie larg răspândită în Marea Neagră. Pe cap se observă orificiul bucal, organele de simț, inclusiv câteva perechi de antene. De la fiecare segment al corpului pornesc lateral câte două apendice musculare cu rol în locomoție, numite *parapode*. Fiecare parapod este înzestrat cu numeroși cheți.

La majoritatea polichetelor, *respirația* are loc prin piele și *branchii* foliacee, care se dezvoltă în anumite regiuni ale parapodelor.

Polichetele sunt animale unisexuate. Majoritatea speciilor trăiesc liber în mări, ducând o viață activă.

**Clasa Hirudinea.** Lipitorile sunt animale libere, ectoparazite care se hrănesc cu sângele animalelor de apă. Se întâlnesc în mări, ape dulci, mai rar pe sol. Corpul lor este lipsit de cheți și conține puține segmente. La ambele capete prezintă câte o ventuză.

*Lipitoarea medicinală* se folosește în medicină la tratarea bolilor aparatului cardiovascular. Ventuza bucală are trei dinți chitinoși, cu care taie pielea gazdei. Glandele salivare elimină o

substanță proteică anticoagulantă, numită hirudină. Intestinul prezintă numeroase cecumuri unde se depozitează sângele absorbit de vierme. O lipitoare poate suge până la 30 gr. de sânge și să reziste fără hrană circa 2 ani.

**Fig. 224. Nereidă:**

A – structura externă; B – partea anterioară a corpului;

1 – tentacule; 2 – parapod; 3 – cheți.

### **Lucrare practică**

**Tema:** Studiarea alcătuirii, deplasării și iritabilității râmei.

**Materiale:** Câteva râme într-un vas cu sol umed, lupă, riglă.

**Mod de lucru:** Examinați râma și observați forma corpului, inelele și clitelumul. Găsiți partea anterioară și posterioară. Măsurați cu ajutorul riglei lungimea râmei. Mișcați degetul pe partea laterală și ventrală a corpului și veți simți prezența cheților. Examinați cheții cu ajutorul lupei. Observați cum este pielea râmei: uscată sau umedă? Ce concluzii trageți? Urmăriți cum se deplasează râma. Determinați care este rolul cheților. Analizează cu lupa corpul râmei. Găsește vasele sangvine care se văd prin învelișul corpului. Observă localizarea forma și dimensiunile organelor interne. Observați cum reacționează râma la diferiți factori (lumină, temperatură). Formulați concluzii și scrieți-le în caiet.

## **Tema 11. Animalele nevertebrate superioare**

### **Filumurile Moluște (Mollusca), Artropode (Arthropoda) și Echinodermate (Echinodermata)**

#### **11.1 Filumul Moluște (Mollusca)**

Moluștele (lat. molluscus-moale) sunt animale cu corpul moale nesegmentat, de regulă, acoperit cu cochilie protectoare. Larva moluștelor se numește *trocofora*. Ea reprezintă un organism planctonic, corpul căruia are formă de titirez cu două șiruri de cili vibratili. Larva trocofora este caracteristică și pentru viermii inelați (polichete). Pe această baza se presupune că moluștele și anelidele sunt înrudite, adică au un strămoș comun. Cavitatea secundară (celomul) este redusă, fiind reprezentată de cavitatea din jurul inimii și a gonadelor. Vom studia următoarele clase de moluște: *Gasteropode*, *Lamelibranchiate* și *Cefalopode*.

**Clasa Gasteropode** (lat. gaster-stomac, podos-picior). Reprezentanții tipici ai acestei clase sunt **melcii**. Pot fi întâlniți pe uscat, în ape dulci și sărate. Au cochilia calcaroasă și spiralată. La unele specii cochilia este redusă sau lipsește.

**Alcătuirea corpului.** **Melcul-de-livadă** trăiește în locuri umede și bogate în vegetație. Corpul este alcătuit din *cap*, *trunchi* și *picior*. Pe *cap* prezintă orificiul bucal și două perechi de tentacule. În vârful tentaculelor lungi se află ochii. *Trunchiul* este acoperit cu o cută pieloasă a tegumentului, numită *manta*. Epiteliul mantalei secretă cochilia din calcar. Între manta și peretele corpului se găsește *cavitatea paleală*, unde se situează *plămânul* și se deschid orificiile anal, excretor și genital.

*Piciorul* este muscular, de formă lată și ajută la deplasarea animalului.

Cavitatea secundară a corpului (celomul) este redusă și se păstrează numai în jurul inimii și a gonadelor.

*Sistemul nervos* este de tip *ganglionar dispers*, format din cinci perechi de ganglioni, localizați în principalele regiuni ale corpului: cap, picior, manta. Ganglionii sunt uniți între ei prin fibre nervoase.

*Organele de simț.* La melc sunt dezvoltate mai multe organe de simț: *olfactiv*, *gustativ*, *tactil*, *vizual*, *al echilibrului*. Începând cu moluștele apare pentru prima dată în seria animală, organul statoacustic, numit otocist. El recepționează modificările poziției corpului și vibrațiile sonore.

*Aparatul digestiv.* Melcul-de-livadă roade frunzele și lăstarii tineri cu *radula* (o placă ovală cu dinți mărunți), situată în cavitatea bucală. Tot în cavitatea bucală se deschid *glandele salivare*. Intestinul anterior mai include *faringele* și *esofagul* cu o gușă mică. Intestinul mediu cuprinde *stomacul*, relativ voluminos, și *intestinul subțire*. În stomac se deschid canalele glandei anexe *hepatopancreas*, un organ ce apare pentru prima dată în seria animală la moluște. Sucurile digestive eliminate în stomac sunt bogate în enzime și ajută la digestia hranei. La nivelul intestinului mediu are

loc digestia și absorbția substanțelor asimilabile. Resturile nedigerate trec în *intestinul posterior* și sunt eliminate prin anus.

**Aparatul respirator.** Melcul-de-livadă respiră prin *plămâni*, care reprezintă o regiune delimitată a cavității paleale, cu pereții bine vascularizați, la nivelul cărora se realizează schimbul de gaze. Plămânul comunică cu mediul exterior printr-un orificiu respirator.

**Fig. 228. Structura unei moluște gasteropode:**

1 – cap; 2 – tentacule; 3 – ganglion nervos cerebroid; 4 – ochi; 5 – glandă salivară; 6 – cavitate paleală; 7 – glandă digestivă (hepatopancreas); 8 – gonade; 9 – inimă; 10 – cavitate internă (celom); 11 – rinichi; 12 – cavitate respiratorie (pulmonară sau branhială); 13 – cochilie; 14 – manta; 15 – plămân sau branhie; 16 – ganglioni nervoși; 17 – picior; 18 – statocist; 19 – radulă.

**Aparatul circulator** este de *tip deschis*. Inima este formată din două camere (un atriu și un ventricul). Ventriculul pompează sângele în artere, prin intermediul cărora acesta ajunge la *lacunele* dintre organe, unde se realizează schimbul de gaze și substanțe. Din lacune sângele se adună în *vene* și este transportat la plămân, unde se îmbogățește cu oxigen și se întoarce în atriu inimii. La majoritatea moluștelor sângele este incolor și conține hemocianină.

**Aparatul excretor.** Excreția are loc prin unul sau prin doi *rinichi* simpli, formați din câteva metanefridii modificate. Capătul intern se deschide în cavitatea din jurul inimii (celom), unde are loc filtrarea produselor de excreție din sânge, iar celălalt capăt, în cavitatea paleală, de unde sunt evacuate în exterior.

**Înmulțirea.** Melcul-de-livadă este un animal hermafrodit. Gameții (spermatozoizii și ovulele) sunt produși de glanda hermafrodită, localizată în cavitatea secundară a corpului. Fecundația este internă și încrucișată. Ouăle sunt depuse în pământ în lunile iulie-august. Dezvoltarea este directă.

**Diversitatea.** Din această clasă fac parte: *limneea-obișnuită*, *limaxul*, *vivipara*.

**Importanța.** Melcii constituie o verigă importantă în lanțurile trofice. Unele specii se folosesc în alimentație. Multe gasteropode sunt gazde intermediare pentru viermii paraziți.

**Clasa Lamelibranhiate** include moluște marine și de apă dulce, cunoscute sub numele de *scoici*.

**Alcătuirea corpului.** **Scoica-de-lac** trăiește în ape dulci stătătoare. Corpul scoicilor este alcătuit din *trunchi* și *picior*. Capul este complet redus, ca rezultat al vieții lor sedentare. Cochilia este formată din două valve articulate prin ligament elastic și puse în mișcare de doi mușchi (anterior și posterior). La capătul posterior marginile mantalei nu concresec, formând două *sifoane*: *inhalant* (ventral) și *exhalant* (dorsal). În cavitatea paleală se observă orificiul bucal și branhiile situate de o parte și de alta a piciorului.

**Aparatul digestiv.** Scoicile se hrănesc cu organisme mici, pe care le rețin în urma filtrării apei.

**Aparatul circulator** este deschis, iar inima este formată din trei camere (două atrii și un ventricul).

**Înmulțirea.** Scoicile sunt animale *unisexuate*. Fecundația are loc în cavitatea paleală.

**Importanța.** Scoicile sunt numite, pe bună dreptate, biofiltre, deoarece contribuie la purificarea apei bazinelor acvatice.

**Diversitatea.** Cele mai cunoscute scoici sunt: *midia*, *stridia* (folosite în alimentație), *tridacna*, *scoica-de-perle*.

**Fig. 230. Alcătuirea unei scoici:**

1 – mușchi; 2 – ganglion cerebroid; 3 – stomac; 4 – glandă digestivă; 5 – cavitate pericardială; 6 – ventriculul inimii; 7 – atriu; 8 – rinichi; 9 – ganglion nervos visceral; 10 – branhii; 11 – gonade; 12 – ganglion nervos pedios; 13 – picior; 14 – orificiubucal.

**Clasa Cefalopode** cuprinde specii exclusiv marine. **Sepia** este un animal de pradă marin, foarte activ. Piciorul este transformat în sifon și zece brațe, două mai lungi și opt mai scurte, care înconjoară orificiul bucal. Sifonul comunică prin capătul posterior cu cavitatea paleală, iar prin cel anterior, cu mediul extern. El ajută la mișcarea reactivă a animalului datorită expulzării apei din cavitatea paleală. Cochilia este redusă la un „os de sepie”. Ganglionii nervoși fuzionează într-un „creier” protejat de un perete cartilagos.

Cefalopodele au însușirea de a-și schimba repede culoarea corpului. Acest fenomen este controlat de sistemul nervos și se realizează la nivelul celulelor pigmentare ale pielii. Organele de simț sunt reprezentate prin doi ochi veziculoși și foarte mari, o pereche de statociste și organe olfactive.

În intestinul posterior al cefalopodelor, lângă orificiul anal, se deschide așa-numita *glandă cu cerneală*. Lichidul eliminat de ea formează un nor întunecat și permite animalului să scape de pericol. S-a constatat că acest lichid conține o substanță care reduce funcția organelor de miros ale răpitorului. Din secretul glandei cu cerneală se prepară vopsea și tuș.

*Caracatița*, spre deosebire de sepie, are opt brațe lungi prevăzute cu ventuze. Trăiește în mările calde, aproape de țărni.

*Nautilul* este una dintre puținele specii de cefalopode, la care corpul este închis într-o cochilie spiralată.

Unele moluște cefalopode sunt comestibile. În multe țări se consumă zilnic cantități importante de calmari, octapoizi.

**Fig. 232. Alcătuirea unei sepii:**

1 – brațe; 2 – maxile; 3 – ochi; 4 – stomac; 5 – pungă cu cerneală; 6 – „os de sepie”; 7 – sifon de evacuare; 8 – manta; 9 – hepatopancreas; 10 – branhie din cavitatea paleală; 11 – „creier”.

### **Lucrare practică**

**Tema:** Studiarea structurii și comportamentul melcului-de-livadă.

**Materiale necesare:** Câțiva melci vii, o lupă, frunze de varză.

**Mod de lucru:** Examinați melcul și găsiți capul, trunchiul acoperit de cochilie și piciorul.

Studiați cochilia răsucită în spirală. Observați culoarea, desenul și numărul de spire ale cochiliei. Examinați cu lupa tentaculele lungi și observați ochii. Atinge tentaculele și observă reacția melcului. Așează melcul pe o sticlă și observă cum se deplasează. Pune melcul pe o frunză de varză și observă cum se hrănește acesta. Formulați concluzii și scrieți-le în caiet.

## **11.2 Filumul Artropode (Arthropoda)**

**Artropodele** reprezintă cel mai numeros grup de animale. Se presupune că artropodele au evoluat din viermii inelați primitivi din clasa polichete. Dovezile sunt următoarele: ambele grupe de animale au corpul segmentat, iar planul de structură a sistemelor de organe se aseamănă foarte mult.

Pentru artropode este caracteristic corpul segmentat și acoperit cu *cuticulă* din chitină (o substanță ușoară și rezistentă), secretată de celulele epidermei. Cuticula este impermeabilă pentru vaporii de apă și protejează corpul de uscarea. Totodată ea îndeplinește funcția de protecție mecanică și de exoschelet. Segmentele corpului poartă apendice (picioare) articulate, caracter ce a dat numele de artropode (gr. *arthros* – articulație, *podos* – picior). Flexibilitatea organismului este asigurată de structura specifică a stratului de chitină, care acoperă fiecare segment. În regiunea segmentelor cuticula este mai groasă, iar la nivelul articulațiilor este mai subțire, moale și elastică, formând suturi. Învelișul rigid nu permite creșterea organismului și de aceea artropodele năpârlesc la anumite intervale de timp. Musculatura artropodelor nu se mai prezintă sub formă de benzi continue sub epidermă, ca la viermi. Mușchii sunt bine individualizați la nivelul segmentelor corpului și al picioarelor, asigurând mișcarea lor. Artropodele sunt animale cu o mare diversitate de forme, datorită adaptării lor la condițiile de viață în mediul acvatic, terestru și subteran. Multe specii duc o viață parazitară.

Din încregătura *Artropode* fac parte clasele: *Arahnide*, *Crustacee* și *Insecte*.

**Clasa Arahnide.** Arahnidele sunt în majoritate animale terestre adaptate exclusiv la respirația aeriană.

**Alcătuirea corpului. Păianjenul-cu-cruce** are corpul format din două regiuni: *cefalotorace* și *abdomen*. Pe partea dorsală a cefalotoracelui se găsesc opt *ochi* simpli (oceli), iar pe partea ventrală – orificiul bucal mărginit de pereche de *chelicere* și o pereche de *pedipalpi*, care ajută la captarea și mărunțirea hranei. Fiecare chelicer este străbătut de un canal prin care se scurge veninul produs de glandele veninoase. Tot pe partea ventrală a cefalotoracelui sunt amplasate patru perechi de *membre* locomotoare. Abdomenul este nesegmentat și mult mai voluminos. Pe abdomen se găsesc *orificii pulmonare*, *stigme*, *orificiul genital* și *orificiul anal*. În partea posterioară a abdomenului se află trei perechi de gurguie cu orificii (filiere) prin care se elimină o substanță cleioasă secretată de *glandele sericigene*. În contact cu aerul substanța secretată se întărește, formând fire fine din care păianjenul își țese pânza.

*Sistemul nervos* este de tip *ganglionar scalariform* și constă din ganglionul cerebroid și lanțul nervos ventral. Principala masă nervoasă este concentrată în cefalotorace.

**Organele de simț.** Pe suprafața corpului sunt localizate următoarele organe de simț: *ochi simpli, chemoreceptori, perișori senzitivi*. Există organe de menținere a echilibrului.

**Aparatul digestiv.** Păianjenul-cu-cruce este un animal carnivor. El mușcă prada și o paralizază cu veninul din chelicere, apoi secretă enzime în corpul acesteia, transformându-i conținutul într-o masă semilichidă pe care o aspiră cu ajutorul *faringelui* în *esofag* și *gușă*. Digestia continuă în *intestinul mediu*, sub acțiunea enzimelor eliminate de glanda digestivă (hepatopancreas).

*Intestinul mediu* formează ramificații (cecumuri) laterale care măresc suprafața de absorbție. Resturile nedigerate trec în *intestinul posterior*, de unde sunt eliminate prin anus.

**Aparatul respirator** se realizează prin *plămâni* și prin *trahei*. Plămânii au formă de săculeți cu pereții subțiri, în care se găsesc foite bine vascularizate. Aerul intră în plămâni prin orificii respiratorii. Traheile reprezintă tuburi ramificate, foarte subțiri care ajung la nivelul țesuturilor. Aerul pătrunde în trahei prin orificii, numite *stigme*.

**Aparatul circulator** este de *tip deschis*. *Inima*, formată dintr-o singură cameră, este situată pe partea dorsală a corpului într-o cavitate, numită *sinus pericardial*. Sângele (hemolimfa, ce conține hemocianină) este pompat din inimă în *artere* ce se deschid în sistemul de *lacune* din jurul organelor unde are loc schimbul de substanțe. Din lacune, sângele ajunge în sinusul pericardial, de unde, prin *ostiole*, pătrunde în inimă.

**Fig. 236. Structura externă – A și internă – B a păianjenului cu cruce (femelă):**

1 – cefalotorace; 2 – abdomen; 3 – picioare; 4 – pedipalpi; 5 – ochi; 6 – glandă veninoasă; 7 – chelicere; 8 – lanț nervos; 9 – orificiubucal; 10 – gușă; 11 – plămân; 12 – ovar; 13 – filiere în care se deschid glandele sericigene; 14 – inimă; 15 – trahee; 16 – ramificații ale intestinului.

**Excreția** are loc prin *tuburile Malpighi*, care se deschid la limita dintre intestinul mediu și posterior. Ele absorb din sânge produșii de excreție sub formă de soluții și le elimină în intestinul posterior, unde are loc absorbția apei, iar pe urmă eliminarea deșeurilor metabolice deshidratate. Acest mecanism fiziologic de reciclare a apei a dat posibilitatea arahnidelor să supraviețuiască în regiuni aride.

**Înmulțirea.** Păianjenii sunt animale unisexuate cu un dimorfism sexual bine exprimat. Femelele sunt mai mari decât masculii. Fecundația este internă. Femela depune ouăle în cocon. La majoritatea arahnidelor dezvoltarea este directă.

**Diversitatea.** Din această clasă fac parte: *păianjenii* (tarantula, văduva-neagră, avicularia), *scorpionii* (scorpionul imperial) și *căpușele* (căpușa-câinelui, căpușa-de-taiga, căpușa-râiei).

**Importanța arahnidelor.** Fiind animale răpitoare, păianjenii reglează numărul de insecte dăunătoare în ecosisteme. Unele specii de păianjeni (văduva-neagră, tarantula) sunt veninoase, iar mușcătura lor este periculoasă pentru om. Foarte periculoase sunt căpușele, care se hrănesc cu sângele mamiferelor. De exemplu, *căpușa-de-taiga* transmite agenții patogeni ai *encefalitei*. *Sarcoptul-râiei* provoacă boala numită *scabie*, care se manifestă prin mâncărime, iritații.

**Tema:** Studiarea structurii externe a păianjenului-cu-cruce.

**Materiale necesare:** Câțiva păianjeni vii sau uscați, o lupă, un ac.

**Mod de lucru:** Studiază cu ajutorul lupei alcătuirea externă a păianjenului. Observă culoarea corpului, desenul de pe suprafața cefalotoracelui și abdomenului. Analizează cefalotoracele și găsește ochii, pedipalpii, chelicerele și orificiul bucal. Studiază picioarele și observă din ce regiune pornesc și din câte segmente sunt alcătuite.

Examinează abdomenul și observă forma și dimensiunile. Găsește stigmele, orificiul anal, filierele. Formulează concluzii cu privire la schimbările evolutive ale structurii păianjenului în comparație cu viermii.

**Clasa Crustacee** include artropode cu corpul apărat de *crustă*, care reprezintă cuticula chitinizată și impregnată cu carbonat de calciu. Majoritatea crustaceelor sunt animale acvaticе.

**Alcătuirea corpului.** **Racul-de-râu** are corpul format din *cefalotorace* și *abdomen*. *Cefalotoracele* prezintă pe partea dorsală doi *ochi* compuși, iar pe partea ventrală două *antene* scurte, cu rol olfactiv și două antene lungi, cu rol tactil. Orificiul bucal este înconjurat de douăsprezece piese bucale. De la cefalotorace pornesc cinci perechi de *picioare*, dintre care prima pereche poartă clești mari cu rol de atac și apărare, iar celelalte participă la locomoție.

*Abdomenul* este format din șapte segmente. Pe partea ventrală a primelor cinci segmente se găsesc câte o pereche de *apendice* (picioare) scurte, cu rol de înot. Perechea a șasea de apendice, împreună cu al șaptelea segment abdominal (telson), formează *înotătoarea codală*.

*Sistemul nervos* este de tip *ganglionar* și constă din doi ganglioni cerebroizi, inelul periesofagian și lanțul nervos ventral.

*Organele de simț* sunt: antenele, ochii compuși, chemoreceptorii și perișorii senzitivi. Otocistele sunt localizate la baza antenelor.

*Aparatul digestiv*. Racul este un animal omnivor. Hrana este mărunțită cu ajutorul aparatului bucal. Din *gură* hrana trece în *esofagul* scurt, apoi în *stomacul* voluminos alcătuit din două camere. Digestia începe în stomacul triturant și continuă în stomacul filtrator și în *intestin*, unde se varsă sucii produs de glanda digestivă. Resturile nedigerate trec în *intestinul posterior* și sunt expulzate prin anus.

**Fig. 237. Specii de arahnide:**

1 – căpușă; 2 – sarcoptul râiei; 3 – scorpion.

**Fig. 238. Structura unui rac (femelă):**

1 – antenă scurtă; 2 – antenă lungă; 3 – ochi; 4 – stomac; 5 – glandă digestivă; 6 – artere; 7 – ovar; 8 – inimă; 9 – lanț nervos ventral; 10 – intestin posterior; 11 – branhii.

*Aparatul respirator* are loc prin *branchii*, situate la baza picioarelor în cavități speciale, sub crustă.

*Aparatul excretor*. Excreție se realizează printr-o pereche de *glande verzi*, care se găsesc la baza antenelor lungi.

*Aparatul circulator* este de tip deschis. Inima cu o cameră este situată în sinusul pericardial. Din *inimă*, sângele este pompat în *artere*, de unde trece în *lacunele* dintre organe, aprovizionând țesuturile cu oxigen și substanțe nutritive. Sângele venos este colectat în *sinusuri* și *vene*, care îl transportă la *branchii*. De la *branchii*, sângele îmbogățit cu oxigen ajunge în sinusul pericardial, de unde, prin ostiole, pătrunde în inimă.

*Înmulțirea*. Racul-de-râu este un animal unisexuat. După fecundație, femela poartă ouăle pe picioarele abdominale. Dezvoltarea este directă.

*Importanța*. Crustaceele constituie verigi importante în lanțurile de nutriție. Multe specii de crustacee se folosesc în alimentație.

*Diversitatea*. Clasa crustacee include următoarele specii: *dafnia*, *ciclopul*, *creveta*, *crabul*, *langusta*, *omarul*.

**Clasa Insecte.** Insectele sunt cele mai numeroase animale, cu largă răspândire în toate mediile de viață. Ele reprezintă circa 70% din numărul total de animale.

*Alcătuirea corpului*. **Cărăbușul-de-mai** are corpul alcătuit din: *cap*, *torace* și *abdomen*. *Capul* reprezintă două *antene*, doi *ochi compuși*, *orificiul bucal* înconjurat de șase *piese bucale*.

*Toracele* este format din trei segmente. De la fiecare segment al toracelui pornește câte o pereche de picioare (membre), cu rol în locomoție. Pe partea dorsală, segmentul al doilea toracic poartă o pereche de *elitre*, iar segmentul al treilea – o pereche de *aripi membranoase*. *Abdomenul* este alcătuit din opt segmente. Pe marginea fiecărui segment se află câte o pereche de stigme. Totpe abdomen se găsește orificiul genital și anal.

**Fig. 241. Structura unei insecte:**

1 – ochi compuși; 2 – ochi simpli; 3 – piese ale aparatului bucal; 4 – antenă; 5 – faringe; 6 – glandă salivară; 7 – ganglion cerebroid; 8 – lanț nervos ventral; 9 – esofag; 10 – stomac; 11 – intestin mediu; 12 – tuburi Malpighi; 13 – intestin posterior; 14 – ovar; 15 – inimă; 16 – orificiubucal; 17 – picior; 18 – aripă; 19 – anus; 20 – orificiugenital.

**Fig. 242. Tipuri de aparate bucale la insecte:**

1 – rozător; 2 – întepător; 3 – de lins (muscă); 4 – de supt (fluture).

*Sistemul nervos* este de tip *ganglionar* și include ganglionul cerebroid bine dezvoltat, ganglionul subfaringian care continuă cu lanțul nervos ventral. În fiecare segment al corpului se găsește câte o pereche de ganglioni nervoși, dintre care cei mai voluminoși sunt localizați în segmentele toracice. La insecte sunt prezente acte comportamentale complexe de orientare în mediu, de nutriție, sexuale ș.a. Multe insecte posedă un întreg complex de instincte de comportare, denumite „grija de urmași”.

*Organele de simț* sunt: ochii compuși, antenele, chemoreceptorii și perișorii senzitivi. Fonoreceptorii sunt mai dezvoltați în organele timpanale. Există organe care depistează schimbările de poziție ale corpului și menținerea echilibrului.

*Aparatul digestiv*. Cărăbușul-de-mai se hrănește cu frunze și muguri. Aparatul bucal este de tip rozător. În cavitatea bucală se deschid *glandele salivare*. Intestinul anterior este diferențiat în faringe, esofag și stomac. La insecte ca și la crustacee suprafața intestinului anterior și posterior este



tapetată cu chitină. Esofagul prezintă o gușă, cu rol în stocarea hranei. Digestia hranei are loc în stomac și intestinul mediu sub acțiunea enzimelor din glandele digestive. La începutul intestinului mediu se observă câteva apendice oarbe care măresc suprafața de absorbție.

La nivelul intestinului posterior are loc absorbția apei și formarea fecalelor, care conțin și cristale de acid uric (produs de excreție).

*Aparatul respirator.* Respirația insectelor are loc numai prin *trahei* – un sistem complex de tuburi lungi și ramificate, care ajung la nivelul tuturor organelor. Pătrunderea aerului în trahee este asigurată de mișcările respiratorii care constau în contracția și relaxarea abdomenului.

*Aparatul circulator* este de tip *deschis*. *Inima* este situată în partea dorsală a corpului și este formată din mai multe compartimente ce comunică între ele. Capătul posterior al inimii este închis, iar cel anterior comunică cu *trunchiul aortei*. La insecte, arterele și venele lipsesc, iar sângele circulă doar prin lacune și sinusuri. Pentru insecte este caracteristic faptul că sângele nu servește la transportul oxigenului. La majoritatea insectelor, la crustacee și arahnide sângele (hemolimfa) este incolor.

**Fig. 243. Aparatul digestiv la gândacul-negru-de-bucătărie:**

1 – glandă salivară; 2 – esofag; 3 – gușă; 4 – stomac; 5 – intestin mediu; 6 – tuburi Malpighi; 7 – intestin posterior.

**Fig. 244. Schema activității inimii la insecte:**

1 – ostiolă; 2 – compartiment al inimii în stare contractată; 3 – compartiment în stare relaxată; 4 – mușchi; 5 – trunchiul aortei.

**Fig. 245. Gândacul-bombardier în apărare.**

Când este atacat, gândacul bombardier ridică abdomenul și dă drumul unui „proiectil” – un lichid usturător și volatil. Acesta, în contact cu aerul, explodează producând un pocnet și un noraș de fum.

*Excreția* are loc prin *tuburile Malpighi*, care se deschid la limita dintre intestinul mediu și posterior. La insecte, un rol important în procesul de excreție îl joacă și corpul adipos, care depozitează și cristale de acid uric.

*Înmulțirea.* Insectele sunt animale *unisexuate*, multe cu dimorfism sexual pronunțat. Fecundația este internă, iar ouăle sunt depuse pe anumite substraturi, în funcție de specie. Cărbușul depune ouăle în sol, iar dezvoltarea ontogenetică are loc prin metamorfoză completă: ou – larvă – nimfă – insectă adultă. O parte din insecte (ortopterele) se dezvoltă prin metamorfoză incompletă: ou – larvă – insectă adultă.

*Diversitatea.* Din clasa Insecte fac parte mai multe ordine:

*Ordinul Ortoptere.* Insectele din acest ordin au aripile anterioare lungi și rigide, iar aparatul bucal – de tip rozător. Picioarele posterioare sunt de tip săritor. *Lăcusta, greierii, cosașul, coropâșnița.*

*Ordinul Odonate* (libelulele). Libelulele au două perechi de aripi cu structură identică. Sunt insecte răpitoare și au aparat bucal de tip rozător. *Libelula-mare, libelula-mică.*

*Ordinul Lepidoptere* (fluturii). Pentru fluturi este caracteristică prezența a două perechi de aripi mari acoperite cu solzi, uneori colorați. Larvele de fluturisenumesc omizi. Aparatul bucal este de tip sugător. *Albibița-verzei, fluturele-de-mătase, coada-rândunicii, ochi-de-păun-de-zi.*

*Ordinul Coleoptere* (gândacii). *Cărbușul-de-mai, rădașca, buburuza, gândacul-de-Colorado.* *Ordinul Himenoptere.* Majoritatea himenopterelor au două perechi de aripi membranoase. Femelele au ovipozitor, care la formele superioare se transformă în ac. Aparatul bucal este de tip rozător sau de lins. *Albina-meliferă, viespea, bondarul, furnica.*

**Fig. 247. Principalele ordine de insecte:**

1 – Ortoptera (lăcustele, greierii); 2 – Odonate (libelulele); 3 – Lepidoptera (fluturii); 4 – Coleoptera (gândacii); 5 – Himenoptera (viespile, albinele); 6 – Diptera (muștele, țânțarii).

*Ordinul Diptere.* La aceste insecte prima pereche de aripi este bine dezvoltată, iar aripile posterioare sunt rudimentare. Aparatul bucal este de tip înțepător sau de lins. *Musca-de-casă, țânțarul, tăunul, musca țe-țe.*

*Importanța.* Insectele constituie o verigă importantă în lanțurile trofice. Multe specii de insecte (lăcusta, fluturii, cărbușul-de-mai) dăunează plantelor. Periculoase sunt insectele ce parazitează pe animale și pe om (păduchii, ploșnițele, puricii). Unicele insecte domesticite de om sunt albina și fluturele de mătase.

### **Lucrare practică**

**Tema:** Studiarea structurii externe a cărăbuşului-de-mai.

**Materiale necesare:** Câţiva cărăbuşi uscaţi sau conservaţi, o lupă, un ac de laborator.

**Mod de lucru:** Examinaţi cărăbuşul şi găsiţi regiunile: capul, toracele şi abdomenul. Studiaţi cu lupa capul şi găsiţi antenele, aparatul bucal şi ochii. Observă structura ochilor. Determinaţi tipul aparatului bucal. Examinaţi toracele şi observaţi aripile şi picioarele (membrele). De ce parte a corpului sunt fixate ele? Studiaţi segmentele picioarelor. Observă grosimea cuticulei la nivelul segmentelor şi a articulaţiilor. Examinaţi abdomenul şi observaţi din câte segmente este alcătuit. Formulaţi concluzii cu privire la schimbările evolutive ale insectelor şi scrieţi-le în caiet.

**Fig. 248. Structura externă a cărăbuşului-de-mai:**

1 – antenă; 2 – picior; 3 – primul segment toracic; 4 – al doilea segment toracic; 5 – elitre; 6 – al treilea segment toracic; 7 – aripi membranoase; 8 – abdomen.

### **11.3 Filumul Echinodermate (Echinodermata)**

**Echinodermatele** sunt animale exclusiv marine, *tridermice*, *deuterostomate*, cu simetrie pentaradială. Unele specii sunt fixate, dar majoritatea se deplasează pe fundul apei. Un reprezentant tipic al grupei este steaua-de-mare.

**Alcătuirea corpului.** **Steaua-de-mare** are corpul alcătuit dintr-un *disc central*, de la care pornesc *cinci raze*. Suprafaţa corpului este acoperită cu *piele*, pe care se pot observa ţepi rigizi. În ţesuturile pielii se găsesc numeroase *plăci calcaroase* care alcătuiesc scheletul.

Pentru echinodermate este caracteristic *sistemul ambulacral*, care îndeplineşte mai multe funcţii: de locomoţie, de respiraţie şi de excreţie. Sistemul ambulacral este alcătuit din *lama madreporă* (o placă ciuruită situată dorsal), prin care apa pătrunde într-un *sistem de canale inelare* şi radiale, iar de acolo în numeroase *picioare ambulacrare* retractile, cu ventuze la capăt. Prin contracţia picioarelor ambulacrare animalul se deplasează pe fundul apei.

*Sistemul nervos* este primitiv şi constă din *câteva inele nervoase*. Inelul superficial răspunde de sensibilitate, iar cele două profunde, de locomoţie. Din organele de simţ sunt dezvoltate celulele *fotosensibile*, *receptorii tactili* şi *statici*.

**Aparatul digestiv.** Steaua-de-mare este un animal răpitor şi se hrăneşte cu scoici, raci şi alte animale. *Gura*, situată ventral, continuă cu *esofagul* scurt şi un *stomac* voluminos, care poate fi scos din corp, întorcându-se pe dos. *Intestinul* este scurt şi se deschide prin anus, situat dorsal. În stomac se deschid *glandele digestive anexe*.

**Aparatul respirator.** Respiraţia are loc prin *branhiile pielii* şi cu ajutorul *sistemului ambulacral*. Transportul substanţelor se realizează cu ajutorul lichidului care circulă într-un sistem de cavităţi interne.

**Înmulţirea.** Echinodermatele sunt animale unisexuate. Gonadele pare se situează la baza razelor. Gameţii ies în apă prin orificiile genitale. Fecundaţia este externă. Din ou dezvoltă *larva* (dipleura), cu *simetrie bilaterală*, care suferă metamorfoză şi se transformă în organism adult, cu simetrie pentaradială.

**Diversitatea.** Din încregătura Echinodermate mai fac parte: *aricii-de-mare*, *crinii-de-mare*, *castraveţii-de-mare*.

**Importanţa.** Echinodermatele constituie o verigă importantă în lanţurile trofice din ecosistemele marine.

Din punct de vedere filogenetic, echinodermatele constituie o punte de trecere de la animalele nevertebrate la cele cordate.

**Fig. 250. Structura unei stele-de-mare:**

A – secţiune longitudinală;

B – transversală;

1 – rază; 2 – ţepi rigizi; 3 – piele; 4 – lamă madreporă; 5 – canal vertical; 6 – canal inelar; 7 – canal radial; 8 – picioare ambulacrare; 9 – orificiubucal; 10 – faringe; 11 – esofag; 12 – stomac; 13 – intestin; 14 – orificiu anal; 15 – glandă digestivă; 16 – gonadă; 17 – orificiu sexual; 18 – canalul glandei digestive.

**Tema:** Alcătuirea externă a stelei-de-mare.

**Materiale necesare:** Stele-de-mare uscate sau conservate, o lupă.

**Mod de lucru:** Examinează cu lupa steaua-de-mare. Observă forma și culoarea corpului. Numără, câte raze are animalul și de unde pornesc. Ce simetrie are corpul echinotermatelor? Găsește partea ventrală și partea dorsală. Orientează-te după desenul din manual și găsește organele externe. Indică pe desen componentele studiate. Formulează concluzii cu privire la locul echinodermatelor pe scara evoluției animalelor.

## Tema 12. Filumul Cordate (Chordata). Animalele cordate inferioare

**Cordatele** sunt cele mai evoluate animale. Pot fi întâlnite pe toate continentele, în mediul acvatic sau terestru.

Caracteristica comparativă a nevertebratelor și cordatelor:

Nevertebratele	Cordatele
Prezintă hidroschelet sau schelet extern;	Au schelet axial intern reprezentat de coardă;
Sistem nervos ganglionar;	Sistem nervos tubular;
Lanț nervos ventral;	Tub nervos situat dorsal;
Inimă situată dorsal;	Inimă situată ventral;
Sistem circulator deschis.	Sistem circulator închis.

### Fig. 252. Structura unei ascidii:

A – larvă; B – organism adult;

1 – coardă; 2 – inimă; 3 – faringe cu fante branhiiale; 4 – ventuză; 5 – orificiubucal; 6 – veziculă cerebrală; 7 – ochi; 8 – cavitate peribranchială; 9 – tub nervos; 10 – tunică; 11 – ganglion nervos cere-broid; 12 – orificiucloacal; 13 – cloacă; 14 – ovar; 15 – testicul.

### Fig. 253. Structura schematică a branhiostomei:

1 – tentacule bucale; 2 – cavitate bucală; 3 – faringe cu fante branhiiale; 4 – intestin; 5 – ficat; 6 – cavitateperifaringiană care se deschide la exterior prin atriopor (7); 8 – aortă dorsală; 9 – aortă ventrală; 10 – capilare din pereții intestinului; 11 – venă; 12 – tub nervos; 13 – coardă dorsală; 14 – anus; 15 – capilare din ficat; 16 – rădăcinile aortei dorsale.

## 12.1. Subfilumul Urocordate (*Urochordata*)

**Urocordatele** (sau tunicatele) sunt cele mai primitive cordate. Trăiesc în mări, majoritatea fiind fixate de substrat. Au corpul în formă de sac acoperit cu o teacă, numită *tunică*, de unde provine și numele de tunicate. Un reprezentant tipic al acestei grupe este **Ascidia**, care este răspândită în regiunile litorale ale mărilor și oceanelor, unde duce o viață sedentară. La suprafața corpului se observă orificiul bucal și cloacal. Gura continuă cu *faringele* foarte larg, străbătut de fante branhiiale. Urmează *esofagul*, *stomacul* și *intestinul*, care se deschide în cloacă alături de ductele genitale. *Coarda* dorsală se întâlnește doar la larvă și este situată în partea posterioară a corpului. *Tubul neural*, care de asemenea este prezent doar la larvă, se reduce la organismul adult la un singur ganglion nervos cerebroid. Ascidiile se înmulțesc asexuat prin înmugurire și sexuat (oogamia).

## 12.2. Subfilumul Acraniate (*Acraniata*)

Din puținele specii ale acestui subfilum, cea mai cunoscută este **Branhiostoma** (*Branchiostoma lanceolatum*), care trăiește în mările europene, unde înoată liber sau stă fixată în nisip.

*Alcătuirea corpului.* Branhiostoma are *corpul* semitransparent, lung de 5-8 cm, ascuțit la ambele capete.

*Scheletul* este redus la *coarda dorsală* care se păstrează toată viața. De coardă se fixează *musculatura* formată din două benzi musculare laterale, segmentate în mai multe miomere.

*Sistemul nervos* constă din tubul neural, situat deasupra coardei, de la care pornesc perechi de nervi senzitivi și motori.

*Aparatul digestiv.* Tubul digestiv începe cu o gură largă, înconjurată de tentacule. Urmează faringele voluminoase străbătut de numeroase fante branhiiale. Substanțele nutritive filtrate la nivelul faringelui sunt conduse de numeroși cili spre intestin, unde se produce digestia sub acțiunea sucului eliminat de ficat și glandele intestinale.

*Aparatul respirator.* Schimbul de gaze se realizează prin piele și la nivelul epiteliului fantelor branhiale.

*Aparatul circulator* este de tip închis, deoarece sângele circulă numai prin vase închise: artere și vene. Inima lipsește, iar funcția ei este suplinită de aorta ventrală, situată sub faringe. Circuitul sangvin include următoarele organe: aortă ventrală – artere branhiale aferente – branhiile - artere branhiale eferente - rădăcinile aortice- aortă dorsală – capilarele din organe – vene cardinale – sinusul venos.

*Excreția* se realizează prin numeroase nefridii aranjate în regiunea faringelui și care se deschid în cavitatea perifaringiană.

*Înmulțirea.* Acraniatele sunt animale unisexuate. Gonadele sunt dispuse în pereții laterali ai cavității perifaringiene. Fecundația este externă, iar dezvoltarea – prin metamorfoză.

*Diversitatea.* Se cunosc circa 30 de specii de acraniate. Majoritatea trăiesc pe sectoarele litorale ale mărilor. În unele regiuni cu condiții de viață favorabile branhiostomele sunt numeroase. Pe litoralul Asiei de Sud-Est se practică dobândirea lor.

## **Tema 13. Subfilumul Vertebrate (Vertebrata)**

### **Supraclasa Pești (Pisces)**

**Vertebratele** constituie ramura cea mai evoluată a filumului Cordate. Animalele vertebrate au o structură complexă a corpului, cu un plan unitar de organizare. Coarda, prezentă numai în perioada embrionară, este înlocuită la adulți prin coloana vertebrală. Din vertebrate vom studia: *peștii, amfibienii, reptilele, păsările și mamiferele.*

Peștii constituie cel mai vechi și mai numeros grup de vertebrate. Sunt animale exclusiv acvatice. Au corpul de formă hidrodinamică, acoperit de piele și solzi.

Peștii actuali sunt grupați în două clase: *Clasa Pești cartilaginoși și Clasa Pești osoși.*

#### **Fig. 254. Secțiune transversală a branhiostomei:**

1 – tegument; 2 – coardă; 3 – tub neural; 4 – musculatură; 5 – rădăcinile aortei dorsale; 6 – faringe; 7 – fante branhiale; 8 – cavitate perifaringiană; 9 – ovare; 10 – aortă ventrală; 11 – nerv.

### **13.1. Clasa Pești osoși (Osteichthyes)**

Din **peștii osoși** vom studia specia **crapul** care este un reprezentant tipic al acestei clase.

*Alcătuirea corpului.* Crapul este un pește mare (lungimea medie de 40 cm) ce trăiește în lacuri și râuri. Spatele este de culoare gri-închis, iar abdomenul – galben. Corpul este alcătuit din *cap, trunchi și coadă.*

*Capul* este lipsit de solzi și se termină cu un bot în vârful căruia se află gură cu buze cărnoase. Pe cap are doi ochi mari fără pleoape și două nări. Pe fiecare latură a capului se află câte un opercul care acoperă branhiile.

*Trunchiul* este turtit lateral și acoperit cu solzi mari. Solzii sunt produși de piele și se acoperă unii pe alții, începând de la cap. *Coadă* începe de la orificiul anal și se termină cu înotătoarea codală cu doi lobi egali.

De trunchi se prind *înotătoarele perechi (pectorală și abdominală)* și *neperechi (dorsale, anală și codală)*. Înotătoarele perechi ajută la cârmă, iar cele neperechi la menținerea echilibrului.

Pentru majoritatea peștilor osoși este caracteristică *vezica înotătoare*, situată pe partea dorsală a tubului digestiv și care contribuie la mișcarea pe verticală a corpului.

*Tegumentul.* La exterior corpul crapului este acoperit de piele netedă și alunecoasă datorită mucusului secretat de celulele glandulare ale epidermei. Sub epidermă se găsește un strat de solzi cu rol protector. Solzii au formă specifică și nu încetează să crească în decursul întregii vieți a individului

*Scheletul.* Scheletul peștilor este alcătuit din *craniu, coloana vertebrală și scheletul înotătoarelor și centurilor.* Craniul este format dintr-un număr mare de oase. În structura craniului deosebită cutia craniană, care adăpostește encefalul și craniul visceral, ce include arcurile maxilare, arcurile branhiale și operculele branhiale.

Craniul se articulează imobil cu coloana vertebrală. *Coloana* este alcătuită dintr-un număr mare de vertebre și este diferențiată în două regiuni: *toracală și codală.* Vertebrele sunt alcătuite din corp și arcuri superioare (neurale) și inferioare (hemale). La vertebrele toracale și codale arcurile superioare se unesc formând canalul neural. Arcurile inferioare se concresec și formează canalul hemal numai la vertebrele codale. De arcurile inferioare ale vertebrelor toracale

se articulează coastele, care protejează organele interne. Arcurile concrescute se termină prin apofize spinoase superioare și inferioare.

*Scheletul înotătoarelor pare* include oasele centurilor și oasele înotătoarelor libere.

*Scheletul înotătoarelor impare* constă din oasele bazale și razele externe unite de o membrană tegumentară.

*Musculatura* Musculatura peștilor include mușchii laterali, care sunt cei mai voluminoși și ajută la propulsarea corpului în apă. Mai mici sunt mușchii înotătoarelor pare, a mandibulei.

*Sistemul nervos* este alcătuit din două regiuni diferențiate anatomic și funcțional: sistemul nervos central și sistemul nervos periferic. Sistemul nervos central este format din *encefal* și *măduva spinării*. *Encefalul* este situat în cutia craniană și prezintă 5 compartimente: creierul anterior, intermediar, mijlociu, cerebelul și bulbul rahidian. *Creierul anterior* cuprinde *emisferile cerebrale*, care continuă în partea anterioară cu doi *lobi olfactivi*. Cea mai mare parte a emisferelor cerebrale o constituie *corpii striați*, cu funcție motoră. *Creierul intermediar* include *epifiza*, *talamusul* și *hipotalamusul* și servește drept centru alimentar, al metabolismului și de reglare a presiunii sanguine. *Creierul mijlociu* prezintă dorsal doi *lobi optici* voluminoși, cu rol de recepționare a excitațiilor vizuale, auditive și de la linia laterală. *Cerebelul* este situat în urma creierului mijlociu și participă la controlul *echilibrului* și *locomoției*. În *bulbul rahidian* se găsesc centrele multor procese fiziologice (*digestiei*, *circulației*, *respirației* și *motor*).

De la creier pornesc *10 perechi de nervi cranieni*. *Măduva spinării* este localizată în canalul vertebral. De la măduva spinării pornesc *nervii spinali* micști.

Sistemul nervos periferic include ganglionii nervoși, nervii cranieni și spinali.

**Fig. 256. Structura externă a unui pește osos:**

1 – cap; 2 – trunchi; 3 – coadă; 4 – opercul; 5 – ochi; 6 – linie laterală; 7 – înotătoare dorsală; 8 – î. pectorală; 9 – î. ventrală; 10 – î. anală; 11 – î. codală.

**Fig. 257. Scheletul unui pește osos:**

1 – craniu; 2 – vertebre toracice; 3 – vertebre codale; 4, 5, 6 – scheletul înotătoarelor dorsale, codale și anale; 7 – centura scapulară și scheletul î. pectorale; 8 – centura pelviană și scheletul î. ventrale.

**Fig. 258. Structura encefalului peștilor osoși:**

1 – creier anterior; 2 – corp striat; 3 – creier intermediar; 4 – creier mijlociu; 5 – cerebel; 6 – bulb rahidian.

*Organele de simț. Simțul tactil* la pești este bine dezvoltat. Receptorii tactili sunt localizați la nivelul pielii și distribuiți pe cap, buze, laturile corpului, marginile înotătoarelor.

La pești *organul statoacustic* este alcătuit din urechea internă incompletă, adăpostită în labirintul osos săpat în oasele cutiei craniene. *Urechea internă* este constituită din *utriculă* cu cele trei canale semicirculare, *saculă* și *lagenă*. Utricula, canalele semicirculare și sacula servesc pentru simțul echilibrului. Ele conțin endolimfă în care se mișcă mici cristale de carbonat de calciu, numite otolite. Prin schimbarea poziției corpului otolitele excită celulele senzoriale.

Componenta auditivă este reprezentată de lagenă, o structură care se dezvoltă din saculă. În lagenă se află receptori sensibili la vibrațiile sonore. Undele sonore sunt conduse la urechea internă prin pereții cutiei craniene.

*Simțul gustului* are ca organ mugurii gustativi localizați în cavitatea bucală, faringiană, pe buze, pe piele în regiunea capului.

*Organul mirosului* este format din narine în formă de saci, care comunică cu exteriorul prin nări. Receptorii olfactivi se găsesc în mucoasa ce căpтуșește cavitatea narinelor.

*Ochii* peștilor osoși sunt lipsiți de pleoape și glande lacrimale. Cristalinul este voluminos și are forma sferică. Lipsit de posibilitatea de a-și schimba curbura pentru acomodarea vederii, cristalinul asigură vederea de aproape. Acomodarea la vederea îndepărtată se face prin mișcarea cristalinului înapoi spre retină. Unele experimente au demonstrat că speciile diurne pot distinge anumite culori (roșie, galbenă).

Pentru pești este caracteristică *linia laterală* (un canal situat în piele de-a lungul corpului), care conține receptori ce pot percepe gradul de salinitate, variațiile temperaturii, direcția curenților de apă.

*Aparatul digestiv. Crapul* este un pește omnivor. În cavitatea bucală hrana este mărunțită cu ajutorul unor ridicături osoase. La majoritatea speciilor, cavitatea bucală este înarmată cu dinți dispuși pe maxilare și pe alte oase. *Faringele* este străbătut de fante branhiale. Urmează *esofagul*

scurt, *stomacul* și *intestinul*. Dimensiunile stomacului variază mult, mai voluminos fiind stomacul peștilor răpitori. În partea anterioară a intestinului se deschid glandele digestive anexe: *ficatul* și *pancreasul*. Ficatul este prevăzut cu vezică biliară. Digestia are loc în stomac și intestin.

*Aparatul respirator* are loc prin patru perechi de branhii, situate în camere branhiiale și acoperite de opercule. Fiecare branhie este alcătuită din *arc*, *lame* și *lamele* branhiiale. Schimbul de gaze are loc la nivelul capilarelor lamelelor branhiiale. La unele specii, schimbul de gaze se poate realiza și la nivelul intestinului sau al vezicii înotătoare.

*Aparatul circulator* este de tip *închis*. Inima este situată în partea ventrală a trunchiului, conține sânge venos și este formată din două camere (un atriu și un ventricul). Circulația sângelui este simplă, deoarece sângele trece doar o dată prin inimă la fiecare circuit complet. Sângele este roșu, datorită hemoglobinei ce se găsește în eritrocite.

*Aparatul excretor* este alcătuit din doi *rinichi* de tip *mezonefros* (rinichi primari), care se întind de o parte și alta a coloanei vertebrale în regiunea trunchiului. Urina, formată în rinichi, este condusă de două uretere, care se unesc în partea lor terminală și se deschid prin orificiul excretor, situat în urma orificiului anal. Unele specii de pești au vezică urinară.

Produsul final al metabolismului proteic la pești este amoniacul și, în cantitate mică, ureea. Amoniacul, fiind foarte toxic, este eliminat repede prin branhii și, parțial, prin piele. Ureea și alți produși ai metabolismului sunt eliminați prin rinichi.

**Fig. 259. Structura internă a unui pește osos:**

1 – branhii; 2 – inimă; 3 – aortă ventrală; 4 – stomac; 5 – intestin; 6 – splină; 7 – gonadă; 8 – vezică înotătoare; 9 – rinichi; 10 – orificiu anal; 11 – ficat; 12 – apendice intestinale.

**Fig. 260. Aparatul circulator:**

1 – atriu; 2 – ventricul; 3 – aortă ventrală; 4 – capilare din branhii; 5 – aortă dorsală; 6 – capilare din organe; 7 – venă. Descrieți circuitul sangvin la pești.

*Înmulțirea*. Majoritatea peștilor sunt animale unisexuate, ovipare. Organele de reproducere sunt pare. Testiculele continuă cu spermeducte care se deschid în exterior printr-un orificiu comun. Ovariele comunică prin oviducte cu orificiul genital. Ovulele de pește se mai numesc icre. La majoritatea peștilor osoși fecundația este externă. Dezvoltarea are loc prin metamorfoză incompletă. În perioada de reproducere, peștii au un comportament particular (colorația specifică, grija față de puiet).

*Diversitatea*. Din clasa *Peștii osoși* fac parte următoarele subclase: *Acipenseride* (*Condrostei*), *Actinopterigieni*, *Dipnoi* și *Crosopterigieni*.

*Subclasa Acipenseride* cuprinde pești cu scheletul parțial sau total osificat. Pe suprafața corpului prezintă cinci rânduri de solzi în formă de plăci osoase, numite scuturi. Majoritatea speciilor trăiesc în emisfera nordică, în zonele temperate. Se hrănesc în zonele de litoral ale mărilor, iar pentru reproducere migrează în râuri. Unele specii, precum *nisetrul*, *morunul*, *păstruga*, *cega*, sunt pescuite pentru carnea gustoasă și icrele negre.

*Subclasa Actinopterigieni* este cea mai numeroasă și larg răspândită grupă de pești contemporani. Pot fi întâlniți în toate mările și oceanele, în râuri și lacuri. Scheletul este osificat, iar corpul este acoperit cu solzi osoși. Din această subclasă fac parte speciile: *păstrăvul*, *scrumbia-de-Dunăre*, *știuca*, *plătica*, *crapul*, *somnul*, *bibanul*, *șalăul*.

*Subclasa Dipnoi* grupează câteva specii răspândite în apele dulci din Africa, Australia și America de Sud. Peștii dipnoi au respirația branhiială și pulmonară și prezintă adaptări interesante la clima secetoasă. Rolul de plămân îl joacă una sau două vezicule care se desprind pe partea ventrală a esofagului. *Neoceratodus forsteri* este cel mai mare dintre peștii dipnoi actuali și populează râurile din estul Australiei.

*Subclasa Crosopterigieni* include o singură specie, *Latimeria chalumnae*, care trăiește în apele litorale ale Oceanului Indian. Corpul latimeriei poate atinge 1,5 m lungime și greutatea de 40 kg. Pentru această specie este caracteristic faptul că înotătoarele perechi au formă de paletă și sunt prevăzute cu un schelet asemănător cu scheletul membrilor la amfibieni. De aceea se consideră că strămoșii vertebratelor tetrapode de uscat au derivat din acest grup de pești.

### 13.2. Clasa Pești cartilaginoși (*Chondrichthyes*)

Peștii cartilaginoși reprezintă o grupă de pești cu scheletul cartilaginos în întregime. Pielea prezintă solzi cu structură și formă specifică. La majoritatea speciilor, gura este situată ventral. Dinții de pe fălci sunt înlocuiți permanent.

**Fig. 261. Principalele grupe de pești osoși:**

A – acipenseride (morun, nisetru);

B – teleostei (șalău, biban);

C – dipnoi (neoceratod australian);

D – crossopterigieni (latimeria).

Branhiile, în număr de 5–7 perechi, sunt situate în pungi branhiale, care comunică cu faringele și cu mediul extern prin fante branhiale. La peștii cartilaginoși lipsește vezica înotătoare. Pentru acești pești este caracteristică fecundația internă, majoritatea speciilor fiind vivipare.

**Diversitatea.** Din peștii cartilaginoși fac parte: *rechinul-alb*, *rechinul-balenă*, *rechinul-ciocan*, *torpila-electrică*, *pisica-de-mare*. Peștii au evoluat din vertebratele primitive (inferioare). Se presupune că primele grupe de pești au apărut în apele dulci și abia mai târziu au ocupat mările și oceanele.

**Importanța.** Peștii constituie o verigă importantă în lanțurile trofice din ecosisteme. Carnea de pește este folosită în alimentație. Untura de pește este bogată în vitamină D.

#### **Lucrare practică**

**Tema 1:** Studiarea structurii și deplasării peștelui.

**Materiale:** Câțiva pești vii în acvariu sau într-un borcan cu apă, mulajul scheletului de pește, câțiva solzi de pește, o lupă.

**Mod de lucru:** 1. Priviți peștii și observați forma corpului și cu ce este acoperit. 2. Ce rol are forma corpului pentru înot? 3. Observă dimensiunile și forma principalelor regiuni ale corpului. 4. Examinați cu ajutorul lupei structura unui solz. 5. Găsește inelele și numără-le pentru determinarea vârstei peștelui. 6. Observați care este culoarea peștelui pe partea ventrală și pe cea dorsală. 7. Dacă diferă, explicați ce factori determină diferența. 8. Examinați organele situate pe cap și trunchi. 9. Găsiți înotătoarele pare și impare. 10. Urmăriți rolul înotătoarelor în timpul deplasării peștelui. 11. Studiază organele de simț. 12. Lovește în peretele vasului pentru a stabili dacă peștele aude sau nu. 13. Studiază corelația mișcărilor respiratorii, a operculelor, închiderea și deschiderea gurii. Notează rezultatele observațiilor și concluziile în caiet.

**Tema 2:** Analiza structurii scheletului la pești.

Studiază scheletul peștelui. Folosindu-te de desenul din manual, găsește craniul, coloana vertebrală, scheletul înotătoarelor pare și impare. Observă cum se fixează craniul și oasele înotătoarelor de coloana vertebrală.

Studiază craniul și găsește cutia craniană și craniul visceral. Examinează coloana vertebrală și identifică cele două regiuni. Numără din câte vertebre este alcătuită coloana. Studiază o vertebră toracală și una codală. Observă asemănările și deosebirile.

Examinează scheletul înotătoarelor și găsește componentele principale. Datorită căror caractere peștii sunt incluși la animale vertebrate?

Colorează componentele scheletului în diferite culori.

Formulează și scrie în caiet concluziile despre evoluția scheletului la pești.

### **Tema 14. Supraclasa Tetrapode (Tetrapoda)**

#### **14.1. Clasa Amfibieni (*Amphibia*)**

**Amfibienii** (gr. *amphy* – dublu, *bios* – viață) sunt organisme tetrapode care au trecut la viața terestră, dar sunt încă în mare măsură dependente de mediul acvatic.

**Alcătuirea corpului.** **Broasca-mare-de-lac** trăiește în lacuri și bălți. Corpul este alcătuit din *cap*, *trunchi* și *membre*. Pe *cap* se află orificiul bucal, nările și ochii cu trei pleoape. În spatele ochilor se găsesc membranele timpanice.

*Trunchiul* este turtit dorso-ventral și lipsit de coadă. *Membrele* anterioare sunt scurte și se termină cu 4 degete. *Membrele* sunt mai lungi, au câte 5 degete unite cu o membrană.

**Tegumentul.** Broasca are pielea nudă, lipsită de formațiuni cornoase și permanent umedă, datorită mucusului secretat de glandele mucozitare. Pe lângă rolul protector, pielea participă și la respirație.

**Scheletul.** Craniul este parțial cartilaginos și constă din cutia craniană și craniul visceral. *Coloana vertebrală* este diferențiată în patru regiuni: *cervicală*, *toracală*, *sacrală* și *codală*. Craniul se articulează mobil cu unica vertebră cervicală. Vertebrele toracale au structură specifică. În scheletul amfibienilor lipsesc coastele sau sunt slab dezvoltate, de aceea nu există cutie toracică. Regiunea sacrală de asemenea prezintă o singură vertebră de care se articulează oasele bazinului. Regiunea codală este redusă și constă din câteva vertebre concrescute într-un os (urostil).

**Scheletul membrelor** este constituit după tipul general al tetrapodelor. Atât membrele anterioare, cât și cele posterioare au o structură tipică membrelor pentadactile și sunt alcătuite din trei regiuni. Fiecare regiune cuprinde unu sau mai multe oase.

**Regiunile și oasele membrului anterior sunt:** *braț* (humerus), *antebraț* (radius și ulnă), *labă* (carpiene, metacarpiene și falangele degetelor).

**Regiunile și oasele membrului posterior:** *coapsă* (femur), *gambă* (tibie și fibulă), *labă* (tarsiene, metatarsiene și falangele degetelor).

Unirea membrelor anterioare și posterioare de trunchi este mobilă și se realizează prin intermediul *centurii scapulare* și, respectiv, *centurii pelviene*. Centura scapulară este formată din 3 oase pare (caracoid, omoplat și claviculă). Cetura pelviană este alcătuită din 3 perechi de oase sudate (ilion, ischion și pubis).

**Fig. 263. Scheletul broaștei-de-lac:**

1 – craniu; 2 – centură scapulară; 3 – humerus; 4 – radius și ulnă concrescute; 5 – oasele labei; 6 – vertebră cervicală; 7 – vertebre toracale; 8 – vertebre sacrale; 9 – urostil; 10 – centură pelviană; 11 – femur; 12 – tibia și fibulaconcrescute.

**Fig. 264. Structura unei broaște:**

1 – nară; 2 – limbă; 3 – gură; 4 – esofag; 5 – stomac; 6 – intestin subțire; 7 – cloacă; 8 – ficat; 9 – pancreas; 10 – plămân; 11 – rinichi; 12 – vezica urinară; 13 – ovar; 14 – encefal; 15 – inimă.

**Musculatura** este diferențiată în anumiți mușchi care se fixează de oase. Cei mai dezvoltați sunt mușchii membrelor și mușchii abdominali.

**Sistemul nervos** este mai evoluat decât la pești. *Emisferele cerebrale* sunt mai mari și, spre deosebire de pești, sunt separate definitiv prin fisura interemisferică. *Cerebelul* este mai redus, ca urmare a mișcărilor mai simple ale amfibienilor. *Bulbul rahidian* este asemănător cu cel al peștilor. De la encefal pornesc 10 perechi de nervi cranieni.

**Organele de simț.** Receptorii tactili sunt localizați în piele.

**Organul auditiv** prezintă pe lângă urechea internă și urechea medie. Aceasta conține un os (columelă), care se sprigină cu un capăt pe timpan, iar cu celălalt pe fereastra ovală. Prin intermediul columelei se transmit undele sonore. Urechea medie comunică prin trompa lui Eustache cu faringele. Ea servește la reglarea presiunii aerului în urechea medie. Urechea internă conține aceleași componente ca și la pești. În plus din lagenă se diferențiază papila bazilară care are funcție auditivă.

**Simțul gustului** este bine dezvoltat. Pe limbă, pe pereții cavității bucale și faringelui sunt dispuși muguri gustativi. Cavitatea nazală este căptușită cu *epiteliu olfactiv* cu structură tipică. La amfibieni, cavitatea nazală comunică prin coane cu cavitatea orofaringiană. Aceste structuri servesc la recepționarea *mirosului* și la respirație.

**Ochii** sunt protejați de uscure de două pleoape mobile și de una imobilă (nictitantă), fiind acomodați la vederea în aerul atmosferic.

**Aparatul digestiv.** Broasca se hrănește cu nevertebrate. *Cavitatea bucală (orofaringiană)* este mai voluminoasă decât a peștilor și prezintă limbă, glande salivare, care secretă mucus, și dinți. Faringele îngustându-se trece într-un *esofag* scurt ce continuă cu stomacul în formă de sac. Intestinul este diferențiat în *intestinul subțire*, *gros* și *rect*, care se deschide în *cloacă*. La broască, sucii ficatului și pancreasului se varsă într-un canal comun, iar de acolo, în duoden.

**Aparatul respirator.** Respirația este pulmonară și cutanată. Plămânii sunt slab dezvoltați, având o suprafață respiratorie redusă. Ei se prezintă sub formă de saci cu pereții subțiri și puține cute. Din cauza lipsei cutiei toracice, mecanismul respirației la amfibieni este specific. Aerul este inspirat prin nări în cavitatea bucală. Cu ajutorul mușchilor cavității bucale, aerul este presat în căile



respiratorii (laringe, trahee și bronhii), de unde ajunge în plămâni. Expirația se face cu ajutorul mușchilor abdominali.

*Aparatul circulator* este mai evoluat decât la pești. În legătură cu trecerea la viața terestră și apariția respirației pulmonare, inima amfibienilor este formată din trei camere (două atrii și un ventricul). Circulația sângelui la amfibieni este dublă și include *circuitul mic* și *circuitul mare*. Traseul sângelui în circuitul mic: *ventricul – plămâni – atriu stâng*; în circuitul mare: *ventricul – organe – atriu drept*.

Din *atrii* sângele este pompat în *ventricul* unde se amestecă parțial. La contractia ventriculului sângele este pompat în *conul arterial*, de unde este repartizat în trei perechi de artere. Prima porție de sânge, sărac în oxigen, este îndreptată spre *arterele pulmonare*. A doua porție, cu sânge amestecat, este pompată în *arcurile aortice*, iar a treia porție ce conține sânge bogat în oxigen, ajunge în *arterele carotide* care-l conduc spre cap.

Sângele venos din partea posterioară a corpului este adus la inimă prin *vena cavă posterioară*, iar din partea anterioară, prin *vena cavă anterioară*, care conține totuși sânge amestecat datorită venelor cutanee. Ambele vene se deschid în sinusul venos, iar acesta în atriu drept.

**Fig. 265. Structura encefalului unui amfibian:**

1 – creier anterior; 2 – creier intermediar; 3 – creier mijlociu; 4 – cerebel; 5 – bulb rahidian.

**Fig. 266. Respirația pulmonară la amfibieni:** A – schema structurii plămânului; B – mecanismul respirației;

1 – nară; 2 – plămân; 3 – vase sangvine.

**Fig. 267. Structura aparatului circulator la broască:**

1 – atriu stâng; 2 – atriu drept; 3 – ventricul; 4 – aortă; 5 – arteră pulmonară; 6 – capilare din plămâni; 7 – venă pulmo-nară; 8 – capilare din organe; 9 – venă cavă.

*Venele pulmonare* ce aduc sânge bogat în oxigen de la plămâni se deschid în *atriu stâng*.

Amfibienii, împreună cu peștii și reptilele, alcătuiesc grupul de animale *poichiloterme*. Aceste animale au temperatura corpului variabilă în funcție de temperatura mediului, de aceea, în condiții aspre, intră în hibernare.

*Aparatul excretor* este reprezentat de doi *rinichi* de tip *mezonefros* și două *uretere* care se deschid în cloacă. La amfibienii terestri, urina din cloacă se acumulează în vezica urinară. După ce aceasta se umple, urina se scurge în cloacă și de acolo este eliminată afară.

Produsul principal al metabolismului proteic la amfibieni este *ureea* și, în cantitate mică, amoniacul. Ureea este mai puțin toxică în comparație cu amoniacul și este eliminată prin rinichi. Pentru eliminarea ureei din organism, amfibienii au nevoie de o cantitate mare de apă.

*Înmulțirea*. Amfibienii sunt animale unisexuate. De la *testicule* pleacă *spermeducte* care trec prin rinichi și se deschid în uretere, iar acestea, în cloacă. Doar la amfibieni și la unele grupe de pești ureterele servesc la evacuarea spermatozoizilor și urinei.

În corpul femelei se dezvoltă două *ovare*. *Ovulele* mature sunt eliminate mai întâi în cavitatea corpului, iar de acolo ajung în *oviduct* prin capătul anterior în formă de pâlnie. Ambele oviducte conduc ovulele spre cloacă.

La majoritatea amfibienilor, fecundația este externă. Masculul depune lichidul spermatic peste ovulele eliminate de femelă. Dezvoltarea postembrionară are loc prin metamorfoză. Din ou se dezvoltă *larva (mormoloc)*, la care lipsesc membrele, prezintă coadă, branhii, linie laterală, circulația sângelui simplă, inimă cu două camere. Larva suferă multe transformări (metamorfoză), care includ: reabsorbția branhiilor externe și a cozii; apariția membrelor și a plămânilor; transformarea aparatului circulator și digestiv.

*Diversitatea*. Amfibienii actuali sunt grupați în trei ordine: *Urodela (Caudata)*, *Anura (Ecaudata)* și *Apoda*.

*Ordinul Urodela* include amfibieni cu corpul alungit, cilindric, cu coadă conică ori comprimată lateral. Ambele perechi de membre sunt slab dezvoltate. Majoritatea speciilor sunt răspândite în zona temperată a Europei, Asiei și Americii de Nord. *Salamandrele*, *Tritonul-comun*; *tritonul-crestat*.

**Fig. 268. Ciclu de dezvoltare al broaștei:**

A – adulți care depun gameții în apă;

B – ouă (icre);

C, D, E, F – larva (mormoloc) suferă transformări morfogenetice (metamorfoză);

G – broscuță;

1 – ou; 2 – embrion; 3 – branhii externe; 4 – membre posterioare; 5 – membre anterioare.

**Fig. 269. Principalele ordine de amfibieni:**

1 – Urodela (salamandra și tritonul); 2, 3 – Anura (brotăcelul și broasca-râioasă); 4 – Apoda (scormonitorul-inelat).

*Ordinul Anura* cuprinde broaștele propriu-zise. Au corpul scurt, lipsit de coadă, cu membrele bine dezvoltate. Pot fi întâlnite pe toate continentele, în regiunile umede. Membrele posterioare sunt mai lungi, iar degetele sunt unite parțial cu o membrană interdigitală. *Broasca-mare-de-lac, brotăcelul, broasca-râioasă-brună.*

*Ordinul Apoda* grupează specii lipsite de picioare care duc, de regulă, o viață subterană. Sunt răspândite în America de Sud, Africa și Asia de Sud-Est. *Scormonitorul-inelat.*

Strămoșii ancestrali ai amfibienilor sunt peștii crossopterigieni. O formă de trecere de la pești la amfibieni se presupune că a fost *Ichtyostega*, primul tetrapod care prezintă atât caractere de pește (capul acoperit cu solzi, înotătoare dorsală), cât și de amfibian (prezența membrilor).

*Importanța.* Amfibienii reprezintă verigi constante în lanțurile trofice din ecosisteme. Carnea unor specii de broaște se folosește în alimentație.

## **14.2. Clasa Reptile (Reptilia)**

**Reptilele** sunt primele vertebrate care au cucerit definitiv mediul terestru. Unele specii de reptile (crocodilii, unii șerpi, broaște țestoase) s-au adaptat secundar la viața acvatică. S-a dat numele de reptile pentru că majoritatea din speciile actuale se deplasează prin târâre.

*Alcătuirea corpului. Șopârta-ageră (Lacerta agilis)* trăiește printre ierburi în locurile însorite de la câmpie până la munte. Este răspândită în toată Europa. Are corpul alungit, diferențiat în cap, trunchi și membre. Membrele scurte sunt așezate pe părțile laterale ale corpului, de aceea reptilele se deplasează prin târâre.

*Tegumentul.* Pielea reptilelor este uscată și impermeabilă. Pătura externă conține formațiuni cornoase. Din această cauză, atât șerpii, cât și șopârtele periodic năpârlesc. Glandele cutanee aproape lipsesc.

*Scheletul șopârlei* este mai evoluat. Cutia craniană și craniul visceral conțin mai puține elemente cartilaginoase. Regiunea occipitală este formată din mai multe oase; există un singur *condil occipital*. Coloana vertebrală este diferențiată în cinci regiuni: *cervicală, toracală, lombară, sacrală și codală*. Spre deosebire de amfibieni, la reptile, pentru prima dată în seria animală se diferențiază primele două vertebre ale regiunii cervicale (atlas și axis), măbind mobilitatea craniului față de coloană. Tot la reptile apare *cutia toracică*, alcătuită din vertebrele toracice, coaste și stern, care ajută la respirație și asigură membrilor un sprijin mai bun. Scheletul centurilor scapulare și pelviene, precum și cel al membrilor nu se deosebesc practic de scheletele respective ale amfibienilor.

*Musculatura* reptilelor este mai dezvoltată, iar numărul de mușchi este mai mare. La reptile apar mușchi intercostali, care ajută la respirație.

**Fig. 272. Scheletul unei șopârte:**

1 – craniu; 2 – vertebre cervicale; 3, 4 – v. toraco-lombare; 5 – v. sacrale; 6 – centura scapulară; 7 – humerus; 8 – radius și ulnă;

9 – oasele labei; 10 – centura pelviană; 11 – femur; 12 – tibia și fibula; 13 – v. codale; 14 – coaste.

*Sistemul nervos* este evident mai evoluat decât la amfibieni. *Emisferele cerebrale* sunt mai dezvoltate și, pentru prima dată, apare *scoarța cerebrală*, formată din două straturi de neuroni. *Corpii striați* sunt bine dezvoltați și îndeplinesc atât funcții *motorii*, cât și *senzitive*. *Creierul mijlociu* este mai dezvoltat și, la reptile, conține *nucleul roșu* care controlează *tonusul muscular*. *Cerebelul* este puțin mai dezvoltat. De la encefal pornesc douăsprezece perechi de nervi cranieni.

*Organele de simț* sunt bine dezvoltate și prezintă mai multe adaptări la viața în mediul terestru. Simțul tactil este asigurat de perișorii senzitivi dispuși în tegument pe solzi.

*Organul mirosului* este reprezentat de o pereche de saci nazali căptușiți cu mucoasă olfactivă. Mugurii gustativi se află pe limbă și plafonul cavității bucale. *Sensibilitatea gustativă* este mai slabă decât cea olfactivă.

*Organul auzului* prezintă urechea internă și medie. Receptorii din utricula și canalele semicirculare percep poziția și mișcarea în spațiu. Funcția auditivă îndeplinește papila bazilară cu celule auditive.

*Organul văzului.* Globul ocular este aproximativ sferic. Acomodarea ochiului la distanțe se face prin mușchii ciliari care modifică forma cristalinului.

*Aparatul digestiv.* Reptilele consumă prada întregă. *Cavitatea bucală* este bine delimitată și prezintă dinți, o limbă lungă, bifurcată la vârf. La unii șerpi câțiva dinți anteriori prezintă canale prin

care se scurge veninul elaborat de glande veninoase. *Stomacul* este musculos și alungit. *Intestinul* este diferențiat în intestinul *subțire*, *gros* și *rect*, care se deschide în cloacă, alături de ductele urinare și genitale.

*Aparatul respirator*. Reptilele respiră numai prin plămâni. Căile respiratorii sunt alcătuite din: *nări*, *fose nazale*, *laringe*, *trahee*, *bronhii*. La reptilele primitive, plămânii au formă de saci ovali, iar la speciile mai evoluate prezintă numeroase cute care măresc suprafața organului. Mișcările respiratorii se realizează cu ajutorul mușchilor intercostali și abdominali.

*Aparatul circulator*. Inima reptilelor este alcătuită din trei camere (două atrii și un ventricul). Ventriculul are pereții mai groși și un sept incomplet la mijloc. Circulația sângelui este la fel ca și la amfibieni, dublă și incompletă. Din atrii sângele este pompat în ventricul, unde se amestecă puțin. La contracția ventriculului sângele este pompat direct în 3 artere. Din partea stângă a ventriculului, unde se află sânge oxigenat, pornește *arcul drept* al aortei. De la acest vas se desprind arterele carotide, ce duc sângele la creier, și arterele subclaviculare, care ajung la membrele anterioare.

De la mijlocul ventriculului, unde se găsește sânge amestecat, pleacă *arcul stâng* al aortei. Arcul stâng se unește cu arcul drept în partea posterioară a inimii, formând *aorta dorsală*, de la care descind artere spre organele din regiunea trunchiului și la membrele posterioare. Din partea dreaptă a ventriculului, unde se află sânge venos, pornește *artera pulmonară*, care conduce sângele spre plămâni.

Sângele venos este adus la inimă de *vena cavă posterioară* și *vena cavă anterioară*. Ambele vene se deschid în atriul drept. Venele *pulmonare* aduc sângele bogat în oxigen de la plămâni. Ele se unesc într-un vas comun, care se deschide în atriul stâng.

**Fig. 273. Structura encefalului unei șopârle:**

1 – creier anterior; 2 – creier intermediar; 3 – creier mijlociu; 4 – cerebel; 5 – bulb rahidian.

**Fig. 274. Structura capului unui șarpe veninos:**

1 – nară; 2 – ochi; 3 – dinte veninos; 4 – glandă; 5 – osul transversal; 6 – osul pătrat; 7 – mandibulă; 8 – limbă; 9 – dinți.

**Fig. 275. Structura aparatului circulator la reptile:**

1 – atriul stâng; 2 – atriul drept; 3 – ven-tricul; 4 – aortă; 5 – arteră pulmo-nară; 6 – capilare din plămâni; 7 – venă pulmonară; 8 – capilare din organe; 9 – venă cavă; 10 – sept incomplet.

*Aparatul excretor* este alcătuit din doi rinichi de tip metanefros (rinichi definitivi) și două uretere care se deschid în cloacă. Pe partea ventrală, în cloacă se deschide vezica urinară. Numărul de nefroni în rinichii reptilelor este mai mare decât la amfibieni.

Produsul principal al metabolismului proteic este *acidul uric*. Această substanță este puțin solubilă în apă și, totodată, mai puțin toxică decât ureea și amoniacul. Formarea acidului uric este o etapă nouă a metabolismului proteic și apare în urma evoluției datorită noilor condiții de viață ale reptilelor, și anume trecerea lor la viața terestră. Dezvoltarea embrionară a reptilelor are loc în mediul terestru și eliminarea produselor toxice de metabolism (amoniac și uree) este mult redusă în comparație cu peștii și amfibienii.

*Înmulțirea*. Reptilele sunt animale unisexuate, ovipare. De la testicule spermatozoizii sunt transportați de spermeducte care se deschid în cloacă. Majoritatea reptilelor au organe de copulație. Ovulele mature ajung în oviducte prin capătul anterior în formă de pâlnie. Capătul posterior al oviductelor se dilată, formând vaginul, care se deschide în cloacă printr-un orificiu separat de cel al uretrelor. Fecundația este internă, iar dezvoltarea – directă.

Majoritatea reptilelor depun ouăle pe uscat (în nisip, în sol), unde sunt clocite de căldura soarelui. Oul reptilelor prezintă câteva structuri noi (membrane extraembrionare), care dau posibilitate embrionului să se dezvolte în mediul terestru. Din membranele extraembrionare fac parte: *amniosul*, *alantoida*, *corionul* și *sacul vitelin*.

*Amniosul* este o membrană care delimitează sacul amniotic plin cu lichid amniotic. În acest lichid se dezvoltă embrionul, fiind protejat de deshidratare și de presiunea externă. Animalele care au această membrană se numesc *amniote* (reptilele, păsările și mamiferele).

*Alantoida* formează o cavitate „vezică urinară”, unde se depozitează produșii de excreție în interiorul oului.

**Fig. 276. Structura unei reptile:**

1 – nară; 2 – gură; 3 – esofag; 4 – stomac; 5 – intestin; 6 – ficat; 7 – cloacă; 8 – plămân; 9 – inimă; 10 – ovar; 11 – craniu; 12 – rinichi; 13 – membru anterior; 14 – membru posterior; 15 – pancreas.

**Fig. 277. Structura aparatului excretor și reproducător la reptile:** A – mascul; B – femelă: 1 – testicul; 2 – spermeduct; 3 – rinichi; 4 – ureter; 5 – vezică urinară; 6 – cloacă; 7 – ovar; 8 – ovul; 9 – pâlnia oviductului; 10 – oviduct; 11 – albuș produs de glande; 12 – vagin.

**Fig. 278. Structura oului de reptilă:**

1 – coajă; 2 – corion; 3 – embrion; 4 – amnios; 5 – alantoidă; 6 – sac vitelin.

*Corionul* este o membrană situată sub coaja pergamentoasă sau calcaroasă a oului. Ea joacă un rol important în schimbul de gaze și protejează oul de deshidratare.

*Sacul vitelin* înconjoară gălbenușul (vitelusul) și ajută la nutriția embrionului. Dezvoltarea embrionară este directă. Din ouă eclozează puii, care seamănă cu adulții.

*Diversitatea. Clasa Reptile* este reprezentată prin patru ordine: *Chelonia*, *Lacertilia*, *Ofidia* și *Crocodilia*.

*Ordinul Chelonia* include reptile cunoscute sub numele de *broaște-țeptoase*. Aceste reptile au corpul relativ scurt și prezintă un țest specific, format din plăci cornoase, dublat la interior de un strat de plăci osoase. Țestul are o deschidere anterioară unde se află capul, gâtul și membrele anterioare și o deschidere posterioară prin care ies coada și membrele posterioare. *Broasca-țeptoasă-de-baltă*, *broasca-țeptoasă-de-stepă*, *broasca-țeptoasă-elefant*.

*Ordinul Lacertilia* reunește specii cunoscute sub numele de *șopârle*. Au corpul fusiform, cu coadă lungă și patru membre pentadactile. La unele șopârle, vertebrele codale au câte un disc cartilagos, care permite ruperea cozii în caz de pericol. Segmentul de coadă rămas poate regenera aproape total. *Șopârta-verde*, *șopârta-apodă*, *iguana*, *varanii*, *cameleonii*.

*Ordinul Ofidia* cuprinde șerpii, care reprezintă reptile cu corpul cilindric, foarte alungit și lipsit de membre. Pentru șerpi este caracteristică marea mobilitate a fălcilor, care le pot permite să-și deschidă gura larg și să înghită animale, uneori mai groase decât corpul lor. Cele două pleoape ale ochilor sunt concrescute și formează o membrană transparentă. Șerpii nu aud, dar probabil pot recepționa vibrațiile solului. Majoritatea șerpilor au organe termoreceptoare, cu ajutorul cărora pot localiza prada. *Șarpele-de-casă*, *șarpele-de-apă*, *șarpele-de-alun*, *vipera-de-stepă*, *vipera-comună*, *cobra*, *pitonul-reticulat*, *șarpele-boa*.

*Ordinul Crocodilia* include reptile mari ce pot atinge zece metri lungime. Sunt adaptate secundar la viața acvatică. Tegumentul este acoperit cu plăci cornoase, dublate în regiunea dorsală cu scuturi osoase. La crocodili, inima este alcătuită din patru camere. Cu toate acestea, în circuitul mare ajunge și puțin sânge venos prin arcul aortic stâng (mai subțire), care pornește din ventriculul drept. Crocodilii trăiesc în grupuri în ape curgătoare line sau în lacuri. Femelele depun, în gropi săpate în nisip, până la 100 de ouă, pe care le păzesc până la eclozarea puilor. *Crocodilul-de-Nil* este răspândit în râurile din Africa. *Aligatorul* trăiește în apele bazinului fluviului Mississippi. *Gavialul*.

**Fig. 279. Principalele ordine de reptile:**

1 – *Chelonia* (broasca-țeptoasă); 2 – *Lacertilia* (șopârlă); 3 – *Ofidia* (șarpe); 4 – *Crocodilia* (crocodil); 5 – pterozaur (fossilă); 6 – dinozaur (fossilă).

Reptilele au evoluat din stegocefali – amfibieni fosili care au avut o dezvoltare maximă în era paleozoică. În era mezozoică, pământul era dominat de reptile cu o mulțime de specii adaptate la toate mediile de viață. Din reptilele fosile fac parte *dinozaurii*, care trăiau pe uscat (unele specii aveau corpul de dimensiuni uriașe, până la 30 m lungime), *pterozaurii*, reptile adaptate la zbor, și *ichtezaurii*, reptile adaptate la mediul acvatic.

*Importanța.* Reptilele ajută omul în lupta cu unele rozătoare, insecte. Veninul de șarpe se folosește în medicină. În unele țări se folosesc în alimentație ouăle și carnea de broaște țestoase.

### 14.3. Clasa Păsări (Aves)

**Păsările** sunt animale homeoterme, adaptate la zbor. Vom studia *porumbelul*, o pasăre care trăiește în toate țările cu climă temperată.

*Alcătuirea corpului.* Corpul păsărilor are formă aerodinamică și este acoperit cu pene. *Capul*, aproape sferic, se prelungeste anterior cu un cioc pe care se observă două nări. Ochii au câte trei pleoape. În spatele ochilor se găsesc orificiile auditive. Capul este unit de trunchi cu ajutorul gâtului mobil.

*Trunchiul* se termină cu o coadă cu pene lungi. *Membrele anterioare* (aripile) servesc la zbor, iar cele *posterioare*, la mers. Solzii de pe picioare arată legătura păsărilor cu reptilele.

*Tegumentul.* Pielea păsărilor nu conține glande, cu excepția glandei coccigiene. Penele caracteristice păsărilor sunt niște formațiuni cornoase ale epidermei. După alcătuire și funcții deosebim câteva tipuri de pene: de *contur*, *puf* și *peri*. O pană de contur este formată din *rădăcină*, *rahis* și *steag*.

Rahisul prezintă ramificații, numite *barbe*, pe care sunt inserate *barbule* subțiri, ce se leagă între ele prin cârligele, formând lama penei. Penele de contur sunt fixate pe aripi, pe coadă. Sub penele de contur se situează puful, pene mici lipsite de barbule, care formează un înveliș protector. Perii sunt pene de acoperire cu o axă flexibilă și moale.

*Scheletul* și musculatura păsărilor au suferit multe modificări în legătură cu adaptarea la zbor. Unele oase sunt pneumatice (conțin vezicule cu aer), de aceea sunt ușoare și rezistente. Craniul este alcătuit din oase subțiri și ușoare, iar cutia craniană are un volum mare. Maxilarul superior și cel inferior sunt acoperite cu o teacă cornoasă, formând ciocul. Coloana vertebrală este diferențiată în cinci regiuni. Vertebrele cervicale au o mobilitate mare, iar cele toracice sunt sudate. Vertebrele lombare, sacrale și câteva codale sunt concrescute într-un singur *os sacrum*. Coastele sunt alcătuite din două segmente (spinal și pectoral) articulate mobil între ele.

**ig. 281. Structura scheletului la porumbel:**

1 – craniu; 2 – vertebre cervicale; 3 – stern; 4 – humerus; 5 – radius și ulna; 6 – laba cu trei degete; 7 – carenă; 8 – vertebre toracale, lombare; 9 – v. sacrale; 10 – v. codale; 11 – coaste; 12 – femur; 13 – tibia; 14 – oasele labei membrului inferior; 15 – furcă (formată prin unirea claviculelor).

Asemenea structură a cutiei toracice joacă un rol important la respirația pasărilor. Sternul prezintă o lamă osoasă, numită *carenă*, de care se fixează mușchii pectorali. Aripile au laba modificată. Majoritatea oaselor sunt sudate, păstrându-se doar rudimentele a trei degete. Câteva modificări au suferit și membrele posterioare. Gamba este alcătuită dintr-un singur os, iar prin sudarea oaselor tarsiene și metatarsiene s-a format *scurmușul*. La majoritatea păsărilor, membrele posterioare au câte patru degete fiecare, trei fiind orientate înainte și unul înapoi.

*Musculatura* păsărilor este bine dezvoltată, principalele mase musculare fiind localizate în regiunea pieptului și a coapsei.

*Sistemul nervos*. Creierul păsărilor este mai voluminos și cu o structură mai complexă decât cel al reptilelor. Creierul anterior este mai dezvoltat. Se observă o reducere a bulbilor și a lobilor olfactivi, dar și o evidentă dezvoltare a centrilor optici, acustici și statici. Cerebelul este foarte bine dezvoltat în legătură cu adaptarea păsărilor la zbor.

*Organele de simț*. Receptorii tactili sunt prezenți în piele, dermul ciocului.

*Simțul gustului* și mirosului sunt slab dezvoltate.

*Organul auzului* constă din urechea internă, urechea medie și urechea externă. În urechea internă, lagena este bine dezvoltată și începe să se spiralizeze.

Păsările au simțul acustic bine dezvoltat, iar aparatul vocal este foarte evoluat. Această însușire le ajută să comunice prin semnale sonore, să-și exprime neliniștea.

*Simțul văzului* la păsări este bine dezvoltat și are o importanță foarte mare. Globul ocular este relativ mare. Acuitatea vizuală este asigurată de acomodarea dublă a vederii: a) prin schimbarea formei cristalinului; b) prin schimbarea distanței dintre cristalin și retină în urma modificării formei globului ocular. Se presupune că păsările disting culorile.

*Aparatul digestiv* se caracterizează prin: lipsa dinților, prezența gușii, stomacul diferențiat în *stomacul glandular* și *stomacul musculos* (pipotă). *Intestinul subțire* este lung și continuă cu *intestinul gros*, relativ scurt, care se deschide în *cloacă*.

*Aparatul respirator* are o structură originală și este bine adaptat la mediul de viață. Căile respiratorii sunt alcătuite din: *fosele nazale*, *laringe*, *trahee* și *bronhii*. În locul de ramificarea bronhiilor se găsește un organ vocal caracteristic păsărilor – *larinx*, care produce și modelează sunetele. *Plămâni* păsărilor au aspect spongios. *Bronhiile* ce intră în plămâni formează o rețea de tuburi, cu diametrul din ce în ce mai mic, ce comunică între ele. Printre tuburile fine se găsește o bogată rețea de capilare sangvine. Deci, plămâni păsărilor nu au alveole, ci tuburi deschise la ambele capete, prin care circulă continuu aerul.

**Fig. 282. Structura encefalului la păsări:**

1 – creier anterior; 2 – creier intermediar; 3 – creier mijlociu; 4 – cerebel; 5 – bulb rahidian.

**Fig. 283. Structura unei păsări (femelă):**

1 – nară; 2 – trahee; 3 – gușă; 4 – plămân; 5 – carenă; 6 – sac aerian; 7 – stomac musculos; 8 – ficat; 9 – radius; 10 – ulnă; 11 – coloană vertebrală; 12 – tibie; 13 – scurmuș; 14 – laba membrului posterior cu numerotația degetelor; 15 – ovar; 16 – rinichi; 17 – glandă coccigiană; 18 – intestin gros; 19 – oviduct; 20 – cloacă.

Pentru păsări este caracteristică prezența în cavitatea corpului a două perechi de *saci aerieni* care comunică cu plămâni. Ei participă la *respirația dublă* (specifică păsărilor), contribuie la reducerea greutateii specifice a corpului și la reglarea temperaturii corpului. Sacii aerieni joacă un rol important,

îndeosebi în timpul zborului. În momentul ridicării aripilor, sacii aerieni se dilată și aerul din plămâni trece în ei. În sacii aerieni nu are loc schimbul de gaze, deoarece nu conțin multe capilare sangvine. La deplasarea aripilor în jos, aerul din sacii aerieni este expulzat în plămâni și de acolo, în exterior. Prin urmare, aerul trece de două ori prin plămâni, îmbogățind mult sângele cu oxigen. Acest fenomen se numește *respirație dublă*.

*Aparatul circulator* este mai evoluat decât la reptile. Circulația sângelui este dublă și completă (sângele oxigenat nu se amestecă cu cel neoxigenat). Inima are un volum mare și este alcătuită din patru camere: două atrii și două ventricule. Partea stângă a inimii conține sânge arterial, iar cea dreaptă, sânge venos. Pentru păsări este caracteristică reducerea arcului stâng al aortei. Din ventriculul stâng pornește arcul aortic drept, care ocolește inima și continuă cu aorta dorsală. De la arcul aortic descind arterele care alimentează cu sânge capul și aripile. De la aorta dorsală pleacă numeroase artere care conduc sângele spre restul organelor.

Artera pulmonară pornește din ventriculul drept și transportă sângele venos la plămâni. Sângele venos este adus la inimă de venele cave care se deschid în atrium drept. Sângele arterial de la plămâni este transportat prin venele pulmonare ce se deschid în atrium stâng.

*Aparatul excretor*. Rinichii păsărilor sunt de tip *metanefros*, au dimensiuni relativ mari și sunt așezați pe ambele părți ale osului sacral. Principalul produs al metabolismului proteic este, ca și la reptile, *acidul uric*. La păsările zburătoare acidul uric se precipită și este eliminat cu materiile fecale. Numai la păsările terestre nezburătoare urina este lichidă. Urina formată în rinichi trece repede în *uretere* și se elimină în *cloacă*. La păsări lipsește vezica urinară.

Păsările marine elimină surplusul de sare prin *glandele sării* așezate deasupra ochilor.

*Înmulțirea*. Păsările sunt animale unisexuate, ovipare. La majoritatea femelelor se dezvoltă numai un singur ovar (stângul). Fecundația este internă. Partea posterioară a oviductului prezintă niște glande care secretă în jurul oului coaja calcaroasă. Păsările depun ouăle în cuib, le clocesc și au grijă de pui până la dezvoltarea lor completă.

Majoritatea păsărilor formează perechi în perioada nupțială. Ele își construiesc cuiburi pe ramuri, în scorburi, pe stânci. Ouăle sunt clocite de femelă, dar la unele specii participă și masculul.

**Fig. 284. Plămâni și sacii aerieni la păsări:**

1 – trahee; 2 – plămân; 3 – saci aerieni.

**Fig. 285. Aparatul circulator la păsări:**

1 – atrium stâng; 2 – atrium drept; 3 – ventriculul stâng; 4 – ventriculul drept; 5 – artera pulmonară; 6 – capilare din plămâni; 7 – vena pulmonară; 8 – aortă; 9 – capilare din toate organele; 10 – venă cavă

**Fig. 286. Aparatul excretor și genital la păsări:**

A – la mascul; B – la femelă.

1 – testicul; 2 – rinichi; 3 – uretere; 4 – spermeducte; 5 – cloacă; 6 – ovar; 7 – oviduct.

Istoria păsărilor începe acum 180 milioane de ani, când unele reptile bipede s-au desprins de la trunchiul reptilelor, adaptându-se la viața arboricolă și de planare. O formă intermediară între reptile și păsările actuale este *Archeopteryxul*, care a trăit acum 140 milioane de ani și avea dimensiunile unui porumbel. Analiza amprentei scheletului de *Archeopteryx* ne arată descendența păsărilor din reptile.

*Diversitatea*. Păsările actuale sunt grupate în mai multe ordine.

*Ordinul Struțiforme* include o singură specie – *struțul african*, care populează regiunile semidesertice din Africa. Struții sunt păsări nezburătoare și trăiesc în grupuri formate din trei, cinci femele și un mascul.

*Ordinul Anseriforme* cuprinde păsări înotătoare cu gâtul lung și picioare scurte. Degetele anterioare ale picioarelor sunt unite cu o membrană înotătoare. Ciocul este lat, iar glanda coccigiană este bine dezvoltată. Reprezentanți: *Rața, gâsca, lebăda*.

*Ordinul Falconiforme* include păsări răpitoare cu gheare puternice și ascuțite, ciocul încovoiat în jos. *Șoimii, ulii, vulturii, șoricarii*.

*Ordinul Galiforme*. Sunt păsări adaptate la viața terestră și arboricolă. Labele sunt puternice, iar degetele au gheare groase care ajută la scurmatul solului. *Prepelița, potârnichea, fazanul, găina-bankivă* (strămoșul găinilor domestice).

*Ordinul Strigiforme* cuprinde păsări răpitoare adaptate la viața nocturnă. Au penele moi și dese, auzul foarte fin, ochii mari și capul foarte mobil. *Buha, ciuful-de-pădure, cucuveaua, huhurezul-de-pădure*.

*Ordinul Paseriforme* include aproape jumătate din păsările actuale. Aspectul exterior și dimensiunile corpului sunt foarte variate. *Vrabia-de-casă, cioara, corbul, rândunica, graurul, privighetoarea.*

**Importanța.** Păsările reprezintă o verigă importantă în lanțurile trofice și contribuie la reglarea numărului organismelor din ecosistem. Ele răspândesc semințele multor plante, polenizează unele flori, nimicesc insectele și rozătoarele dăunătoare. Unele păsări au fost domesticite și sunt crescute pentru carne, ouă, pene. Toate păsările sunt folositoare și trebuie ocrotite.

**Fig. 288. Principalele ordine de păsări:**

1 – Struțiforme (struț african); 2 – Anseriforme (gâscă); 3 – Falconiforme (acvilă); 4 – Galiforme (găină bankivă); 5 – Strigiforme (huhurez); 6 – Paseriforme (ciocârlie).

### **Lucrare practică**

**Tema:** Studiarea structurii unei păsări și alcătuirea unor pene.

**Materiale:** O pasăre, câteva pene, o lupă.

**Mod de lucru:** Priviți pasărea și analizați organele situate în regiunea capului. Analizați aripile și membrele inferioare și observați deosebiriile dintre ele. Despre ce ne vorbește prezența solzilor pe membrele inferioare? Examinați o pană de contur. Găsiți axul, baza (calamus) și steagurile. Cu ajutorul lupei, cercetați structura steagului și găsiți barbele și barbulele (cu și fără cârlige). Examinați o pană de puf. Prin ce se deosebește ea de o pană de contur? Formulați concluzii și scrieți-le în caiet.

**Fig. 289. Structura unei pene:**

1 – calamus; 2 – rahis; 3 – steag; 4 – bar-bă; 5 – barbula; 6 – cârligele.

## **14.4. Clasa Mamifere (Mammalia)**

**Mamiferele** sunt cele mai evolute animale de pe Terra. Caracterul distinctiv al mamiferelor este nașterea puilor vii și hrănirea lor cu lapte în prima perioadă a vieții.

**Alcătuirea corpului.** Câinele (*Canis familiaris*) are corpul alcătuit din cap, gât, trunchi și membre. Capul este prevăzut cu un bot alungit. Trunchiul este mlădios și se termină cu o coadă. Membrele sunt situate sub corp, au degete prevăzute cu gheare puternice neretractile.

**Tegumentul.** Corpul este acoperit cu blană. Pielea mamiferelor este relativ groasă și produce numeroase formațiuni cornoase în funcție de specii: păr, solzi, copite, coarne, gheare. Pielea mamiferelor este bogată în glande sudoripare a căror secreție ajută la răcirea corpului, glande sebacee și odorante. Femelele au glande mamare, considerate a fi niște modificări ale glandelor sudoripare. Ele sunt situate pe partea ventrală a corpului și asigură alăptarea puilor în primele luni de viață.

**Scheletul** mamiferelor este alcătuit din oase masive, pline cu măduvă. **Craniul** este format dintr-un număr redus de oase. Coloana vertebrală cuprinde de asemenea cinci regiuni caracteristice reptilelor și păsărilor. Regiunea cervicală are șapte vertebre. De vertebrele toracale se articulează coastele, care împreună cu sternul alcătuiesc cutia toracică. Numărul de vertebre și mobilitatea coloanei vertebrale depind de modul de trai al mamiferelor.

Scheletul membrilor este alcătuit după tipul general al animalelor tetrapode. Forma și structura unor regiuni ale membrilor se modifică în funcție de mediul de viață și modul de deplasare al animalului. În funcție de structura labei se deosebesc mamifere plantigrade (se sprijină pe toată suprafața labei), digitigrade (corpul se sprijină pe degete) și unguigrade sau copitate (se sprijină în vârful degetelor).

**Fig. 290. Scheletul iepurelui:**

1 – craniu; 2 – vertebre cervicale; 3 – vertebre toracice; 4 – vertebre lombare; 5 – osul sacru; 6 – vertebre codale; 7 – scapula; 8 – humerus; 9 – radius și ulna; 10 – oasele labei; 11 – centura pelviană; 12 – femur; 13 – tibia și fibula; 14 – coaste; 15 – stern.

**Sistemul muscular** este bine diferențiat și cu un grad mare de perfecționare. Cei mai mari mușchi sunt localizați în regiunea trunchiului, gâtului și membrilor. În regiunea capului sunt dezvoltati mușchii masticatori. Caracteristic pentru mamifere este mușchiul diafragmei, mușchii subcutanați.

**Sistemul nervos.** Mamiferele au sistemul nervos foarte bine dezvoltat. Creierul anterior reprezintă cea mai voluminoasă și mai importantă regiune a encefalului. **Emisferele cerebrale** ating cel mai înalt grad de dezvoltare. La mamiferele inferioare, suprafața emisferelor este netedă, iar la cele superioare prezintă *circumvoluțiuni*. **Scoarța cerebrală** este formată din mai multe straturi de celule nervoase și constituie segmentul superior de integrare a organismului. Aici ajung informațiile

de la toate organele și tot de aici pornesc comenzile pentru activitatea motoră. Creierul mijlociu prezintă patru *caliculi* (cvadrigemeni). Cerebelul este voluminos și prezintă emisferele cerebeloase legate ventral prin *puntea Varolio*, care apare pentru prima oară la mamifere.

*Organele de simț.* Simțul tactil este bine dezvoltat. Receptorii sunt localizați în piele, la rădăcina părului.

*Simțul mirosului* este asigurat de mucoasa olfactivă din cavitatea nazală. Mamiferele cu simțul mirosului bine dezvoltat sunt marsupialele, carnivorele. Lipsite de miros sunt cetaceele.

*Mugurii gustativi* sunt localizați în papilele gustative așezate de regulă în cavitatea bucală pe limbă.

*Organul auzului* este bine dezvoltat la majoritatea mamiferelor și este alcătuit din urechea internă, medie și externă. În urechea medie se găsește un lanț din trei oscioare (ciocănaș, nicovală și scărița). În urechea internă se formează melcul membranos.

*Organul văzului* la mamifere are o importanță mai redusă și depinde de modul de viață. Ochii au formă și structură specifică vertebratelor. Se presupune că vederea cromatică este întâlnită la primate.

*Aparatul digestiv* este alcătuit din tubul digestiv cu regiuni bine diferențiate și glande digestive anexe. Tubul digestiv începe cu o cavitate prebucală situată între buze și maxilare. În *cavitatea bucală* se găsește limba și se deschid glandele salivare. Dinții sunt diferențiați în incisivi, canini, premolari și molari. Fiecare dinte este fixat în alveola dentară din maxilar. Numărul dinților, forma și funcția lor sunt caracteristice fiecărei grupe de mamifere. Există mamifere fără dinți sau cu dinți atrofiați.

Tubul digestiv continuă cu *faringele*, *esofagul* și *stomacul*. Forma, volumul și structura stomacului depind de specificul hranei. Stomacul carnivorelor poate depozita o cantitate mare de hrană. La erbivorele rumegătoare, stomacul prezintă patru camere (ciur, ierbar, foios și cheag). Digestia are loc în stomacul glandular (cheag). În intestinul subțire se realizează etapa finală a digestiei și absorbția nutrimenților. Sucurile ficatului și pancreasului se varsă în duoden. *Intestinul gros* constă din două regiuni: *cecum* (intestinul orb) și *colon*. În intestinul orb și colon se găsesc numeroase bacterii care ajută la prelucrarea suplimentară a hranei, producerea unor vitamine etc. *Intestinul rect* se deschide la exterior prin anus.

*Aparatul respirator* este alcătuit din căile respiratorii (cavitatea nazală, faringe, laringe, trahee și bronhii) și plămâni. Caracteristic mamiferelor este prezența coardelor vocale și epiglotei în structura laringelui. Plămânii au aspect buretos, iar bronhiile pulmonare sunt ramificate, formând arborele bronșic. Plămânii mamiferelor prezintă numeroase alveole pulmonare, la nivelul cărora are loc schimbul de gaze. La respirație participă mușchii intercostali și diafragma (prezentă numai la mamifere).

**Fig. 291. Structura encefalului unui mamifer:**

1 – creier anterior; 2 – creier intermediar; 3 – creier mijlociu; 4 – cerebel; 5 – bulb rahidian; 6 – puntea lui Varolio; 7 – corpi striați; 8 – bulbul olfactiv.

**Fig. 292. Structura labei la mamifere:**

1 – plantigrade (pavian); 2 – digitigrade (câine); 3 – unguigrade (lamă).

**Fig. 293. Shema structurii plămânului la mamifere:**

1 – alveolă; 2 – bronhie; 3 – arteră pulmonară; 4 – venă pulmonară.

*Aparatul circulator* al mamiferelor este asemănător cu cel al păsărilor. La mamifere se reduce arcul drept și se dezvoltă doar arcul stâng al aortei, care pornește din ventriculul stâng și, după ce ocolește inima, continuă cu aorta dorsală. Mamiferele, ca și păsările, sunt animale *homeoterme* (cu temperatura internă a corpului constantă). Cu toate acestea, unele mamifere, în condiții aspre, hibernează.

*Aparatul excretor.* Rinichii de tip metanefros sunt așezați de o parte și de alta a coloanei vertebrale lombare și continuă cu două uretere care se deschid în vezica urinară. Urina acumulată în vezica urinară este eliminată prin uretră. La femele, uretra se deschide în exterior prin orificiul excretor iar la masculi aceasta se unește cu spermeductele, formând canalul urogenital. Spre deosebire de reptile și păsări, la mamifere produsul principal al metabolismului proteic este ureea. Pentru eliminarea ei mamiferele cheltuiesc o mare cantitate de apă.

*Înmulțirea.* Mamiferele sunt animale unisexuate, în majoritate vivipare. La toate mamiferele fecundația este internă. Pentru mamifere (cu excepția monotremelor) este caracteristică dezvoltarea



embrionului în uter, prezența placentei, care asigură legătura dintre organismul mamei și embrion. După naștere toate mamiferele își hrănesc puii cu lapte. Durata sarcinii depinde de specie.

**Diversitatea.** Mamiferele au evoluat din reptilele teriodonte acum 200 mln de ani și s-au diversificat în trei linii principale: *monotreme*, *marsupiale* și *placentare*.

**Ordinul Monotreme.** *Monotremele* sunt unicele mamifere care depun ouă și le clocesc. Din ouă ies pui care se hrănesc cu lapte. Din monotremele actuale fac parte *ornitorincul* și *echidna*. Ornitorincul are capul prevăzut cu un cioc cornos. Trăiește în bazinele acvatice liniștite din Australia și Tasmania. Echidna este răspândită în Australia, Tasmania și Noua Guinee, în locurile împădurite din munți.

**Fig. 294. Structura unui mamifer:**

1 – nară; 2 – gură; 3 – faringe; 4 – esofag; 5 – stomac; 6 – intestin subțire; 7 – intestin orb; 8 – intestin gros; 9 – rect; 10 – ficat; 11 – trahee; 12 – plămân; 13 – inimă; 14 – rinichi; 15 – vezica urinară; 16 – testicul; 17 – penis; 18 – craniu; 19 – coloana vertebrală; 20 – stern; 21 – encefal; 22 – măduva spinării; 23 – diafragmă; 24 – aorta dorsală.

**Ordinul Marsupiale.** La mamiferele *marsupiale*, dezvoltarea intrauterină este de scurtă durată. Puii nou-născuți sunt incomplet dezvoltați și de aceea sunt purtați în marsupiu (o pungă abdominală), în care se găsesc mameloanele glandelor mamare. Marsupialele sunt răspândite în Australia, Tasmania și Noua Guinee. Unele specii se întâlnesc și în America de Sud. Cangurii au membrele posterioare bine dezvoltate. *Cangurul-mare* și *cangurul-roșu* trăiesc în regiunile de câmpie ale Australiei. Tot în Australia se întâlnește *ursul-marsupial* (coala), *veverița-marsupială*, *lupul-marsupial*. *Oposumul-mare* trăiește în Brazilia.

Mamiferele *placentare* sunt mai evolute și se caracterizează prin dezvoltarea embrionului în uterul mamei. Hrănirea embrionilor se realizează prin intermediul *placentei*, iar puii se nasc complet dezvoltați. Spre deosebire de monotreme și marsupiale, mamiferele placentare includ numeroase specii care sunt grupate în mai multe ordine.

**Ordinul Insectivore** cuprinde cele mai vechi mamifere placentare. La majoritatea speciilor, botul este alungit, iar dinții sunt diferențiați slab. *Chițcanul*, *cârțița*, *ariciul*.

**Ordinul Chiroptere** este unica grupă de mamifere adaptate la zbor. Sternul prezintă o carenă mică de care se fixează mușchii pectorali. În calitate de aripi servesc membranele pielose care unesc patru degete foarte lungi ale membrilor anterioare, părțile laterale ale corpului, membrele posterioare și coada. Liliicii sunt animale nocturne sau de amurg. Ei au mirosul, auzul și pipăitul bine dezvoltate. În timpul zborului, liliicii emit ultrasunete (produse de laringe), cu ajutorul cărora vânează și se orientează. *Liliacul-urecheat*, *liliacul-roșcat*.

**Ordinul Rozătoare** include mamiferele cu cea mai largă răspândire pe toate continentele. Incisivii sunt bine dezvoltați, iar caninii lipsesc. Majoritatea rozătoarelor sunt animale erbivore. *Veverița*, *șistarul*, *șobolanul*, *șoarecii*, *ondatra*, *burunducul*.

**Ordinul Carnivore** cuprinde animale adaptate la nutriția cu hrană animală. Incisivii sunt mici, iar caninii bine dezvoltați. Molarii au apofize ascuțite, mai ales dinții carnasieri. Claviculele sunt rudimentare sau lipsesc. Ordinul Carnivore este reprezentat prin câteva familii.

*Familia Canide* – *lupul*, *vulpea*, *căinele*, *șacalul*.

*Familia Mustelide* – *dihorul*, *nevăstuica*, *vidra*, *bursucul*.

*Familia Urside* – *ursul brun*, *ursul alb*, *ursul-negru*.

*Familia Felide* – *tigrul*, *râsul*, *pisica-sălbatică*, *leopardul*, *leul*.

**Ordinul Pinipede** include mamifere adaptate la înot. Au corpul fusiform și membrele transformate în palete înotătoare. *Morsa*, *foca*, *leul-de-mare*, *ursul-de-mare*.

**Fig. 296. Principalele ordine de mamifere:**

1 – Marsupiale (cangurul); 2 – Insectivore (cârțița); 3 – Chiroptere (liliacul); 4 – Rozătoare (șoarecele); 5 – Carnivore (lupul).

**Ordinul Cetacee.** Cetaceele sunt mamifere strict acvatice, cu corpul mare fusiform, care se termină cu o înotătoare codală orizontală. Membrele anterioare s-au modificat în palete înotătoare, iar cele posterioare lipsesc. *Delfinul*, *narvalul*, *cașalotul*, *balenaalbastră*, *balena-cu-cocoașă*.

**Ordinul Paricopitate** include mamifere terestre de talie mare ce se nutresc cu hrană vegetală. Fiind adaptate la alergare rapidă, au picioare lungi terminate cu câte două degete groase învelite la vârf cu copite. Din paricopitate nerumegătoare fac parte *mistrețul*, *hipopotamul*.

Paricopitatele rumegătoare sunt reprezentate de: *cerb*, *căprioară*, *zimbru*, *antilopă*, *girafă*, *cămilă*.

*Ordinul Imparicopitate* cuprinde mamifere de talie mare, cu patru membre lungi puternice, care se termină cu câte un deget învelit în copită. *Tapirul, rinocerul, calul, zebra, măgarul.*

*Ordinul Primate.* Din acest ordin fac parte mamifere adaptate la viața arboricolă. Membrele sunt pentadactile și, de regulă, degetul mare este opus celorlalte. Degetele sunt prevăzute cu unghii. Cutia craniană este relativ mare. La primate sunt prezente toate tipurile de dinți. Se întâlnesc în tropicele din *Asia, Africa și America.*

Din maimuțele urlătoare fac parte *babuinul, macacul-rezus.*

Maimuțele antropoide sunt *gibonul, orangutanul, cimpanzeul, gorila.*

*Importanța.* Mamiferele joacă un rol important în ecosistemele naturale. Ele contribuie la răspândirea fructelor și semințelor, reglează numărul de animale și plante din ecosistem. Multe specii de mamifere sunt vâdate pentru carne, blană, grăsime. Mamiferele domestice sunt crescute pentru lapte, carne, lână, piele etc. Multe mamifere aduc daune omului, deoarece atacă turmele de animale domestice, transmit boli periculoase, distrug plantele de cultură și roada din hambare.

**Fig. 297. Principalele ordine de mamifere:**

1 – Pinipede (morsa); 2 – Cetacee (balena); 3 – Paricopitate (girafa, cerbul); 4 – Imparicopitate (calul); 5 – Primate (babuinul).

### **Lucrare practică**

**Tema 1:** Analiza comparativă a structurii externe a animalelor tetrapode.

**Materiale necesare:** Mulaje, desene cu amfibieni, reptile, păsări, mamifere.

**Mod de lucru:** Examinează corpul animalelor tetrapode.

Observă forma corpului. Identifică caracterele specifice ale principalelor regiuni ale corpului.

Studiază tegumentul și observă colorația, prezența formațiunilor tegumentare. Ce corelație există între structura tegumentului și modul de viață? Scrie datele observațiilor în tabel.

Formulează concluzii cu privire la schimbările evolutive a structurii externe a tetrapodelor.

**Tema 2:** Studiarea comparată a scheletului la animalele tetrapode.

**Materiale necesare:** Mulaje ale scheletului de broască, șopârlă, porumbel și iepure.

**Mod de lucru:** Studiază scheletul la animalele tetrapode. Analizează imaginile din manual cu scheletul tetrapodelor. Găsește pe mulaje principalele regiuni ale scheletului. Compară numărul, forma, dimensiunile oaselor fiecărei regiuni. Observă caracterele specifice ale scheletului capului, trunchiului și membrilor. Observă cum se fixează craniul de coloana vertebrală. Studiază craniul și găsește oasele cutiei craniene și oasele craniului visceral. Examinează coloana vertebrală și identifică principalele regiuni. Studiază structura unei vertebre și găsește componentele principale.

Analizează scheletul membrilor anterioare și posterioare. Găsește regiunile și oasele corespunzătoare. Observă caracterele specifice ale membrilor și corelația dintre structura acestora și modul de viață a animalului. Colorează pe desene în aceeași culoare structurile omoloage ale scheletului tetrapodelor.

Scrie în tabel datele cu privire la structura comparativă a scheletului la animalele tetrapode. Formulați și scrieți în caiet concluziile despre schimbările evolutive ale scheletului la tetrapode.

**Tema 3:** Studiarea comparată a structurii interne a tetrapodelor.

**Materiale necesare:** Preparate umede cu animale tetrapode, o lupă.

**Mod de lucru:** Analizează cu ajutorul lupei preparatele umede din laborator. Folosindu-te de figurile din manual găsește localizarea organelor interne. Compară structura sistemelor de organe. Formulează concluzii cu privire la schimbările evolutive ale sistemului nervos, digestiv, respirator, circulator, excretor și reproducător la animale tetrapode. Colorează pe desene în aceeași culoare structurile omoloage ale sistemelor studiate.

Completează tabelul cu observațiile despre anatomia comparată a tetrapodelor.

## Interesant și util

### Scurt istoric al dezvoltării biologiei (pentru lectură particulară)

Una din condițiile esențiale a existenței umane este nevoia de cunoaștere. Acumularea de cunoștințe a început odată cu zorile omenirii. De-a lungul veacurilor activitatea științifică a progresat mereu. Cele mai dezvoltate și prospere state din Asia, Europa și America, au fost pe rând principalele centre ale științei. Procesul îndelungat și anevoios de cercetare continuă mai mult de zece mii de ani. Descoperirile științifice importante au fost realizate grație eforturilor colosale și a luptei neobosite, uneori cu sacrificii, a numeroase generații de gânditori, filozofi, naturaliști, pedagogi, oameni de rând.

Cele mai vechi documente conținând cunoștințe biologice precise provin din **Egiptul antic**. Dezvoltarea economică și socială a acestei țări a impus dezvoltarea cunoștințelor din mai multe domenii: astronomie (legate de periodicitatea revărsării Nilului), de navigație etc. În Egipt a fost alcătuit primul calendar în care anul era împărțit în 12 luni a câte 30 de zile fiecare; au fost întocmite hărți ale cerului.

Valea și Delta Nilului ofereau terenuri bogate de vânătoare și pescuit. Reprezentările antice ale scenelor de vânătoare și pescuit ne arată cunoașterea precisă a multor plante și animale din acele timpuri îndepărtate.

Medicina a cunoscut o înflorire deosebită, iar în legătură cu ea este aprofundată cunoașterea plantelor, a unor animale și minerale care constituiau surse de medicamente. Din Egipt se cunoaște cel mai vechi document medical din istorie. Un papirus care constituie un adevărat tratat de medicină chirurgicală, terapeutică și anatomie. El conține o descriere a structurii corpului omenesc, se indică diagnosticul și tratamentul unor boli. În unele morminte egiptene, datând cu peste 2 mii de ani î.Hr., au fost găsite adevărate farmacii portative.

În **Grecia antică** se atestă o dezvoltare rapidă a științelor în secolele VI - IV î.Hr., când acest stat cunoaște un important avânt economic. Științele erau contopite cu filozofia, iar filozofii erau totodată și cercetători ai naturii.

În această perioadă în Grecia au activat mari gânditori ai antichității: **Heraclit** (sec.V î.Hr.), **Anaxagora** (500-428 î.Hr.), **Socrate** (469-399 î.Hr.), **Democrit** (460-370 î.Hr.), **Platon**, **Hipocrat**, **Aristotel**.

**Platon** (427-370 î.Hr.) a fost unul dintre cei mai mari gânditori ai antichității; discipol al lui Socrate, fondator al primei școli filozofice, numită Academie (c. 387 î.Hr.), care își ținea întrunirile în grădina lui Akademos, situată la porțile Atenei.

Platon a elaborat teoria idealismului obiectiv. Dialogurile sale, în care protagonist este Socrate, caută răspunsuri la întrebări esențiale privind condiția umană. Ele au rămas și până astăzi covârșitoare ca importanță. Conform sistemului filozofic dezvoltat de Platon, adevărata realitate o constituie Ideile sau Formele care există în sine, în afara spațiului și timpului (de exemplu, Ideea de Frumos, Ideea de Dreptate, de Omenie). Lucrurile percepute prin simțuri nu sunt decât „umbre”, copii degradate ale Ideilor și nu au realitate decât în măsura în care participă la cunoașterea lor. Platon este adeptul doctrinei despre nemurirea și transmigrațiunea sufletelor. El susținea că omul cunoaște Ideile datorită faptului că sufletul lui le-ar fi contemplat cândva într-o existență anterioară. Cunoașterea ar fi deci o „reamintire”.

Metoda cunoașterii pentru Platon era dialectica, adică mișcarea gândirii de la noțiuni particulare la cele generale și invers. Platon a încercat să formuleze legile gândirii logice, pregătind terenul pentru constituirea logicii ca știință de către elevul său Aristotel. După închiderea Academiei, Platon a dezvoltat neoplatonismul care a dominat întreg evul mediu, influențând evoluția ulterioară a idealismului.

**Hipocrat** (460-377 î.Hr.), considerat părintele medicinei științifice și cel mai mare medic al antichității, s-a născut pe insula Cos. La fel ca și tatăl său a ales profesia de medic. Umbla din sat în sat și vindeca oamenii săraci. Operele sale, dintre care câteva au fost identificate ca aparținându-i incontestabil, se găsesc reunite în lucrarea cunoscută sub numele „Culegere hipocratică”. Ea reprezenta o sinteză a cunoștințelor de medicină, embriologie vegetală și

animală, anatomie și fiziologie, adunate timp de două secole de Hipocrat și de elevii școlii sale. Principalele teze ale operei lui Hipocrat sunt că știința, inclusive medicina trebuie să se bazeze pe date empirice, experimentale. El atribuia naturii un rol important în vindecarea bolilor, susținând că medicului îi revine sarcina de a ajuta natura. Tratamentul trebuie să fie strict individual, în funcție de particularitățile organismului. Hipocrat acordă o mare atenție igienei, calității mediului de viață, regimului alimentar.

Unul dintre cei mai mari biologi a fost genialul filozof **Aristotel** (38-322 î.Hr.). S-a născut în Tracia, în colonia grecească Stagira. Tatăl său era medic la curtea regelui Macedoniei. În anul 367 Aristotel se stabilește la Atena. Aici el devine elevul lui Platon, cu care lucrează timp de aproape 20 de ani. Este bine cunoscută expresia lui devenită clasică: „Prieten îmi este Platon, dar mai mare prieten îmi este adevărul”.

Timp de câțiva ani a fost învățătorul și îndrumătorul lui Alexandru cel Mare (Macedon). În această perioadă de timp întemeiază la Atena o școală filozofică proprie (așa numita școală peripatetică).

Aristotel a lăsat lucrări de filozofie, de logică, istorie, politică, biologie. În domeniul filozofiei, Aristotel nu a urmat linia idealistă a învățătorului său Platon, dar nu a devenit nici materialist consecvent. El recunoaște că materia este veșnică și se află în continuă mișcare. Însă materia este privită de Aristotel ca reprezentând numai potențialitatea. Forma (sufletul) este principiul activ care actualizează materia, îi imprimă mișcare. „Sufletul organizează și pune în acțiune organismul, el reprezintă entelechia fără de care nu poate exista viața”.

Pe lângă școala peripatetică, Aristotel a creat o grădină botanică unde făcea cercetări și își ținea lecțiile de botanică. El a lăsat posterității mai multe lucrări în domeniul biologiei dintre care sunt cunoscute doar trei: de embriologie, de anatomie și zoologie sistematică.

În lucrarea de embriologie este descrisă dezvoltarea embrionară la animale, în special a găinii. Aristotel face observații spărgând zilnic câte un ou luat de sub cloșcă. În urma observațiilor ajunge la concluzia că organele puiului nu se găsesc preformate în ou, dar se diferențiază treptat dintr-o materie la început omogenă din regiunea gălbenușului.

În lucrarea de anatomie este prezentată o caracteristică amănunțită a structurii organelor la animalele superioare și inferioare.

Lucrarea a treia se numește „Zoologie sistematică” și include descrierea a 500 de specii de animale. Aristotel încearcă să facă o clasificare a regnului animal. El împarte animalele în 2 grupe:

*Animale cu sânge*

1. Om și patrupede vivipare
2. Păsări
3. Patrupede ovipare
4. Cetacee
5. Pești

*Animale fără sânge*

1. Cefalopode
2. Crustacee
3. Moluștele bivalve și gasteropode
4. Insecte, arahnide, viermi
5. Spongieri, celenterate, stele de mare.

Aristotel este considerat fondatorul zoologiei, grație lucrărilor în domeniul morfologiei, anatomiei, sistematicii și embriologiei animalelor.

Cel mai mare cunoscător al plantelor din Grecia antică, considerat părintele botanicii a fost **Teofrast** (370-283 î. Hr.). Din tinerețe este preocupat de filozofie și vine la Atena unde ajunge elev la școala lui Aristotel. După moartea învățătorului său, Teofrast conduce școala peripatetică timp de 34 de ani. De la Aristotel a moștenit biblioteca, grădina botanică și manuscrisele lucrărilor proprii, care, în mare parte, au fost editate pentru prima oară sub îngrijirea lui Teofrast.

Lucrările de botanică constituie partea cea mai importantă din întreaga sa operă. Sunt cunoscute două lucrări de botanică: „Cauzele plantelor” și „Istoria plantelor”. Ultima lucrare cuprinde nouă cărți în care este descrisă morfologia, anatomia, sistematica și ecologia plantelor. Teofrast descrie peste 500 de specii de plante, clasificându-le în patru categorii: arbori, arbuști, semiarbuști și ierburi. Despre înmulțirea plantelor Teofrast scrie: „Unele plante dau fructe, altele nu. Există în general ierburi la care dezvoltarea se termină prin apariția fructelor, la altele există tulpină și floare, dar nu există fructe”.

Teofrast, asemenea învățătorului său, susține teoria generației spontane care era recunoscută în antichitate.

După marile realizări înregistrate în antichitate în dezvoltarea științelor naturii, urmează o perioadă de stagnare de mai mult de un mileniu. Cauzele au fost determinate de condițiile istorice ale orânduirii feudale, rolul bisericii în economia și politica statelor europene.

Începând cu secolul al XV-lea încep marile descoperiri geografice: Vasco da Gama ajunge în India, Columb descoperă America. Imense bogății se scurg spre Europa întărind puterea economică și politică a unor state. Pentru sporirea productivității muncii statul avea nevoie de o mai bună cunoaștere a naturii, a chimiei, a mecanicii, biologiei. Europa parcurge o perioadă de multiple transformări și înnoiri socio-culturale, acea epocă remarcabilă din istoria omenirii denumită **Renășterea** (sec. XV-XVII). Cercetarea naturii se desfășoară în toate direcțiile. Se acumulează multe date științifice în domeniul botanicii, geologiei, fiziologiei, sistematicii, medicinei. Ca rezultat s-au creat condiții pentru realizarea unor descoperiri epocale: elaborarea teoriei evoluționiste, perfecționarea sistematicii organismelor, dezvoltarea medicinei.

Inventarea microscopului a reprezentat un salt calitativ în dezvoltarea biologiei, oferind posibilitatea cercetătorilor de a pătrunde în lumea microorganismelor, de a cunoaște mai bine organizarea și funcționarea celulelor. Unul dintre primele microscopuri a fost construit de olandezul Iansen (1590).

În anul 1665, fizicianul și microscopistul englez **Robert Hooke** publică lucrarea sa „Micrografia” în care, pe lângă alcătuirea microscopului, face o descriere însoțită de numeroase desene a obiectelor studiate la microscop pe care și le-a construit. Una din marile realizări ale sale este descoperirea celulei care este de importanță istorică. Studiind la microscop secțiuni din scoarța stejarului de plută el a văzut niște formațiuni asemănătoare cu fagurele de albine, numindu-le celule. Hooke considera că partea importantă a celulei vegetale este membrana.

La început obiectele erau examinate la microscop prin lumina reflectată, iar mai târziu spre sfârșitul sec. al XVII-lea s-a trecut la cercetarea obiectelor prin transparență.

Unul din cei mai cunoscuți naturaliști ai sec. al XVII-lea a fost italianul **Marcello Malpighi** (1628-1694). Lucrările sale în domeniul anatomiei și fiziologiei plantelor și animalelor erau recunoscute ca cele mai importante, constituind o bază serioasă pentru progresul acestor științe. Malpighi cercetează la microscop structura organelor și țesuturilor la plante, animale și om. Descoperă capilarele sangvine, încearcă să explice rolul ficatului în producerea bilei etc. Malpighi rămâne în istoria biologiei ca întemeietorul anatomiei plantelor și animalelor. Multe organe au păstrat până astăzi numele marelui biolog: tuburile lui Malpighi la insecte, glomerulul lui Malpighi din rinichi.

Olandezul **Antony van Leeuwenhoek** (1632-1723) face parte din pleiada marilor microscopiști ai sec. al XVII-lea. Construiește câteva microscopuri și cercetează cu ajutorul lor corpurile înconjurătoare. Lucrarea sa principală este „Tainele naturii descoperite cu ajutorul microscopului”. Ea cuprinde numeroase observații printre care găsim descrierea granulelor de amidon din celule, globulele roșii din sânge, diferite organe la purici, păduchi, țânțari. Leeuwenhoek este primul naturalist care a studiat amănunțit bacteriile punând bazele microbiologiei. A descris multe specii de protoctiste (infuzori, alge monocelulare, flagelate). De asemenea a cercetat spermatozoizii la om apoi la o serie de animale, numindu-le animalcule. Această descoperire a constituit începutul unei dispute, împărțind naturaliștii în animalculiști și oviști. Animalculiștii susțineau că animalul adult există preformat în spermatozoid, iar ovulul are rolul de adăpostire și de hrănire a spermatozoidului.

Un rol important în dezvoltarea anatomiei fiziologiei și embriologiei animalelor l-a avut medicul englez **William Harvey** (1578-1657) care pe bună dreptate este considerat întemeietorul fiziologiei comparate a circulației sangvine la animale. Harvey nu cunoștea aparatele de mărit, de aceea cercetările le făcea fără ajutorul microscopului. El studiază circulația sângelui la diferite grupe de animale vertebrate și nevertebrate și scoate în evidență tipurile de circulație sangvină. În anul 1628 Harvey publică lucrarea sa de bază „Cercetarea anatomică despre mișcarea inimii și a sângelui la animale” în care prezintă rezultatele investigațiilor circulației sangvine la animale. El explică argumentat mecanismul circulației sangvine, rolul inimii și al vaselor, importanța valvulelor atrioventriculare și venoase.

O altă lucrare importantă este intitulată „Cercetări despre dezvoltarea animalelor” și ține de domeniul embriologiei. În această lucrare, publicată în anul 1651, savantul descrie succesiunea apariției și diferențierii țesuturilor și organelor în procesul dezvoltării embrionare la animale. Harvey concluzionează că organele absolut necesare vieții animalelor se dezvoltă primele, iar cele cu rol de apărare se diferențiază la urmă. El încearcă să explice legătura dintre ontogeneza (dezvoltarea individuală) și filogeneza (dezvoltarea istorică) organismelor vii. Cercetările lui Harvey au pus bazele unei etape noi în dezvoltarea embriologiei.

Cel mai bun cunoscător al plantelor și cel mai important sistematician botanist din sec. al XVIII-lea a fost suedezul **Charles Linne**. Din copilărie el manifesta o înclinație neobișnuită pentru studiul plantelor. În anul 1735 susține teza de doctorat și publică în același an lucrarea „Sistemul naturii”, care îi aduce o faimă mondială. Cartea cuprinde doar 12 pagini în care cele trei regnuri (mineral, vegetal și animal) sunt dispuse în grupe sistematice subordonate. În anul 1745 întemeiază Muzeul de Istorie Naturală. În jurul lui Linne se ridică numeroși elevi care participă la munca de cercetare colectând plante și animale din Europa și de pe alte continente. Lecțiile lui Linne erau deosebite deoarece preda cursul bazându-se pe experiența personală, pe materialul adunat și studiat de el. Marele naturalist suedez a fost profesor universitar, fondator și președinte al Academiei din Stockholm.

Ch. Linne a fost adeptul teoriei creaționiste. În lucrările sale el scrie că tot ce vedem, minerale, plante, animale natura întregă este opera creatorului atotputernic. Scopul istoriei naturale este de investigare și clasificare a organismelor și mineralelor. El consideră că specia este fixă și invariabilă. Ch. Linne clasifică lumea vegetală în 24 de clase: 23 de clase includ plante cu flori și o clasă-plante fără flori. La clasificarea plantelor el utilizează unități taxonomice subordonate: clasă, ordin, gen, specie, varietate. Principalul criteriu al clasificării plantelor era structura florii.

Inițial, clasificarea animalelor a fost făcută după caracterele externe, iar mai târziu și după structura internă (culoarea sângelui, alcătuirea inimii). Lumea animală o clasifică în 6 clase: mamifere, păsări, reptile și amfibieni, pești, insecte și viermi. Ch. Linne (alături de alți savanți) a introdus în denumirea speciilor nomenclatura binară. El a dat nume la multe specii de plante și animale. Linne era conștient de imperfecțiunile sistematicii propuse de el și spera că următoarele generații de cercetători vor depista și vor înlătura neajunsurile.

Secolul al XVIII-lea a fost plin de realizări în ramurile biologiei și a pregătit terenul pentru apariția concepției despre evoluția organismelor vii, considerată etapă revoluționară în dezvoltarea biologiei și care a constituit rezultatul muncii de secole a multor generații de naturaliști.

**Jean-Baptiste Lamarck** (1744-1829) a fost un mare naturalist francez, colaborator la „Enciclopedia franceză”, membru al Academiei de Științe din Paris. El a formulat prima concepție științifică despre mecanismul evoluției și a pus bazele evoluționismului clasic.

De tânăr devine militar urmând exemplul fraților săi. Însă peste câțiva ani abandonează cariera militară și, în scurt timp, găsește o nouă preocupare-botanica. Mai mulți ani studiază plantele și adună materiale pentru o lucrare fundamentală „Flora Franței”, care vede lumina tiparului în anul 1778. Ulterior publică „Enciclopedia botanică” și „Ilustrarea genurilor”, lucrării în care a inițiat metoda cheilor dicotomice a determinatoarelor.

La vârsta de 49 de ani, în lipsa unui loc de muncă în calitate de botanist, Lamarck este nevoit să accepte funcția de șef al secției de nevertebrate al Muzeului de Istorie Naturală din Paris. Studiază cu pasiune și răbdare colecția bogată și personal face munca grea și migăloasă de determinare și clasificare a animalelor nevertebrate. În urma acestei activități Lamarck, care până atunci era înclinat spre fixism, ajunge la generalizări importante, devenind evoluționist. În anul 1809 apare lucrarea principală a lui Lamarck „Filozofia zoologiei” în care este expusă pe larg concepția sa evoluționistă și care reprezintă momentul de întemeiere a evoluționismului în biologie. Lamarck admite generația spontană a viețuitoarelor cu organizare simplă și susține transformarea unor specii în altele.

El a observat că speciile de plante din regiunile nordice, pe măsura deplasării lor spre sud se schimbă treptat căpătând însușiri specifice plantelor sudice. Aceasta i-a sugerat ideea variabilității speciilor. Savantul credea că factorii de mediu, prin acțiune direct, pot schimba sau produce în organismele vegetale noi caractere. La animale, caracterele noi apar în urma dobândirii de noi obiceiuri în procesul adaptării la mediu, iar caracterele noi sunt întărite prin effort continuu.

Lamarck a alcătuit un sistem al animalelor în care a încercat să le grupeze după gradul de rudenie. El clasifică animalele în 14 clase în ordine crescândă a nivelului de organizare:

*Animale nevertebrate:*

Infuzori, polipi, radiari, viermi, insecte, arahnide, crustacei, anelide, ciripede, moluște.

*Animale vertebrate:*

Pești, reptile și amfibieni, păsări, mamifere.

Ideile ce țin de mecanismul evoluției organismelor sunt sintetizate de Lamarck în două legi.

1. *Legea exersării sau neexersării organelor.* Organele noi apar ca răspuns la acțiunea factorilor de mediu, iar dimensiunile lor sunt proporționale cu folosirea sau nefolosirea acestora.
2. *Legea moștenirii caracterelor dobândite.* Caracterele necesare, (organe, părți ale corpului) dobândite de organism, se păstrează pe calea înmulțirii la noii indivizi (se moștenesc). Cercetările ulterioare au demonstrate că se moștenesc doar caracterele întărite ereditare.

Lamarck ilustrează aceste legi cu mai multe exemple: atrofierea ochilor la cârțiță, lipsa picioarelor la șerpi, gâtul lung la girafă, limba lungă la ciocănitoare.

El încearcă să explice că exersarea poate determina și apariția treptată a unor organe cu totul noi, de exemplu, dezvoltarea coarnelor la animalele cornute.

Ideile savantului conform cărora evoluția organismelor are loc datorită unei „tendințe interne a perfecționării”, spre un anumit scop, proprie tuturor ființelor vii, a fost respinsă atât de Darwin, cât și de biologia modernă.

O etapă revoluționară în dezvoltarea biologiei a constituit apariția lucrărilor marelui naturalist englez **Charles Darwin** (1809-1882). El a reușit să creeze și să argumenteze o teorie științifică numită darwinismul.

Ch. Darwin s-a născut în anul 1809 în familia unui medic. Studiile primare și le-a făcut într-un pension particular. În anul 1825 începe studiile la facultatea de medicină a Universității din Edenburg împreună cu fratele mai mare. Dar visul familiei nu avea să se realizeze. Aproape toate cursurile îl plictiseau, iar operațiile chirurgicale făcute fără anestezie, pur și simplu îl îngrozeau. Tatăl s-a văzut nevoit să-și transfere fiul la facultatea de teologie a Universității Cambridge. Deși nu era pe placul lui, Charles a reușit totuși să termine facultatea în anul 1831. În timpul studiilor a citit câteva cărți care i-au produs o impresie deosebită. În el s-a aprins o vie dorință de a contribui cu forțele sale la înălțarea marelui edificiu al științei. Era pasionat de geologie, botanică, zoologie, călătorii, vânătoare.

În anul 1831 tânărul Darwin este înrolat în calitate de naturalist pe vasul Beagle, care se pregătea pentru o călătorie în jurul lumii.

Proaspăt absolvent al facultății de teologie, Darwin a plecat în călătorie fiind adept al fixismului, considerând speciile invariabile. Dar el avea câteva calități deosebite, de a nu fi subjugat de idei preconcepute, de a fi cinstit cu alții și cu sine însuși.

Pe durata călătoriei Darwin a efectuat numeroase observații în domeniul geologiei, geografiei, paleontologiei, biologiei. Acumulează informații utile care ulterior i-au cristalizat diferite idei, ipoteze ce au constituit piatra de temelie a teoriei evoluționiste.

Încă la începutul expediției, făcând numeroase observații geologice, el s-a convins de veridicitatea teoriei formării lente a scoarței terestre, renunțând la teoria catastrofelor.

Ulterior, studiind resturile fosile din America de Sud, Darwin ajunge la concluzia, că atât animalele fosile, cât și cele contemporane au origine comună, sunt înrudite deoarece prezintă multe însușiri comune. Pe insulele arhipelagului Galapagos el a găsit numeroase specii de păsări, broaște țestoase, șopârle care nu se întâlnesc nicăieri în altă parte. Aceste animale se aseamănă mult cu speciile întâlnite pe continentul sud-american. Concluzia tânărului cercetător a fost următoarea: deoarece insulele sunt de origine vulcanică, speciile de animale au ajuns aici venind de pe continent și, probabil, s-au schimbat treptat datorită condițiilor noi de viață.

În Australia Darwin a studiat mamiferele marsupiale și monotreme care în alte locuri dispăruse demult. El încearcă să explice acest fenomen înaintând ipoteza cu privire la rolul izolării geografice în dezvoltarea independentă a viețuitoarelor și supraviețuirea acestora.

Cu scopul verificării ipotezelor, Darwin realizează observații și acumulează date geografice care i-au permis să releve legitățile răspândirii organismelor după zonele geografice. Efectele izolării geografice și consecințele introducerii de către om a unor specii noi pe continentul american au făcut să încolțească ideea transformistă. Încă în timpul expediției, Darwin a făcut primele note despre originea speciilor. Începând cu această perioadă, scopul principal al activității sale științifice a devenit acumularea dovezilor pentru a explica mecanismul originii noilor specii în natură.

După 5 ani de călătorie, Darwin s-a întors în țară, aducând câteva colecții bogate de plante, animale, minerale. În scurt timp după întoarcere, în anul 1842, prezintă o scurtă schiță referitoare la teoria selecției naturale pe care o argumentează prin dovezi convingătoare.

Urmează aproape 20 de ani de cercetări științifice, de analiză minuțioasă a colecțiilor acumulate în expediție, de studiere a literaturii de specialitate. Darwin analizează și însușește metodele utilizate de cultivatorii de plante și crescătorii de animale, studiază minuțios rezultatele obținute de ei. O mare influență asupra savantului au avut principalele descoperiri ale timpului: elaborarea teoriei celulare, sistematica organismelor, dezvoltarea agriculturii, crearea de noi soiuri de plante și rase de animale.

În anul 1859 publică lucrarea fundamentală a vieții sale „Originea speciilor” în care expune esența teoriei evoluționiste. La temelia teoriei evoluționiste, Darwin a pus câțiva factori hotărâtori care constituie forțele motrice ale evoluției: *variabilitatea, ereditatea și suprapopulația*, care duc la *lupta pentru existență și selecția naturală*.

Ulterior, apare lucrarea „Variația animalelor domestice și a plantelor de cultură” (1869) în care autorul descrie legitățile evoluției raselor de animale domestice și a soiurilor de plante de cultură. În lucrarea „Originea omului și selecția sexuală” (1871) Darwin a dezvoltat ideile evoluționiste și a aplicat teoria evoluției pentru a explica originea animală a omului.

Darwin a murit în anul 1882 și a fost înmormântat la panteonul englez din abația Westminster alături de I. Newton. Teoria evoluționistă creată de Darwin a jucat un rol esențial în dezvoltarea ulterioară a biologiei.

După publicarea lucrării „Originea speciilor” părerile savanților s-au împărțit. Existau opinii favorabile, dar multe erau împotriva, unele chiar dușmănoase.

Unul dintre susținătorii teoriei evoluționiste a fost biologul german **Ernst Haeckel** (1834-1919). În anul 1862 publică lucrarea „Monografia radiolarilor” în care aplică pentru prima dată teoria evoluționistă la studiul unui grup de organisme, construind un prim arbore filogenetic al radiolarilor. El demonstrează prin experiența personală că sistematica bazată pe teoria evoluționistă a pornit pe un drum nou, devenind filogenetică.



În anul 1866 apare următoarea lucrare „Morfologia generală a organismelor” în care Haeckel demonstrează unitatea planului de organizare a animalelor, iar variabilitatea organismelor o explică prin influența condițiilor de mediu. Tot aici el descrie desfășurarea procesului evoluției animalelor de la formele inferioare către cele superioare.

Studiind filogenia, anatomia și embriologia animalelor și plantelor, Haeckel formulează în 1866 *legea biogenetică* fundamentală, conform căreia **dezvoltarea individuală a organismelor (ontogeneza) reproduce etapele principale ale dezvoltării speciei (filogeneza)**. Cu toate că această lege avea un caracter pur morfologic și mecanicist, ea a jucat un rol pozitiv în dezvoltarea embriologiei și a sistematicii filogenetice.

Haeckel a introdus în biologie câțiva termeni noi: monera, ecologie, pitecantrop.

La începutul sec. al XIX-lea sunt atestate mai multe descoperiri în biologie grație progreselor tehnicii microscopice, ale chimiei, care au permis pătrunderea tot mai adânc în lumea microorganismelor. Apar lucrări importante de algologie în care se descrie structura și înmulțirea algelor. Microbiologia devine o știință modernă datorită lucrărilor chimistului și biologului **Louis Pasteur** (1822-1895). Mulți ani savantul a activat în calitate de profesor la Universitatea din Strasbourg, apoi din Lille și din Paris. A fost membru al Academiei Franceze.

Grație muncii insistente, a curajului și perseverenței, Pasteur a învins scepticismul colegilor și a demonstrat că procesele de fermentație și de putrefacție se datorează activității vitale ale unor microorganisme, infirmând teoria generației spontane.

Cunoștințele din microbiologie l-au ajutat să descopere natura infecțioasă a unor boli ale omului și animalelor (pesta aviară, antraxul), iar ulterior și elaborarea principiilor imunologice prin vaccinare. El a obținut vaccinul împotriva holerei găinilor și vaccinul antirabic (1885).

La sfârșitul sec. XIX-lea se dezvoltă morfologia evoluționistă bazată pe concepțiile darwiniste datorită lucrărilor biologului rus **Alexei Severțov** (1866-1936). El a creat o adevărată școală de morfologie pe principii darwiniste, iar lucrările lui capătă o faimă internațională. Una dintre cele mai importante lucrări publicată de Severțov este „Legile morfologice ale evoluției” (1931). În operele sale Severțov afirmă, pe bună dreptate, că rezultatul evoluției este progresul biologic.

În această perioadă unii savanți ruși au aplicat darwinismul în domeniul fiziologiei. Bunăoară, în fiziologia animalelor acest lucru l-a făcut **Ivan Secenov** (1829-1905), iar în fiziologia plantelor, **Kliment Timireazev** (1843-1920).

Savant cu renume mondial a fost **Ilia Meciniov** (1845-1916), biolog rus, descendent al familiei spătarului Nicolae Mănescu. La vârsta de 18 ani scrie prima sa lucrare, cuprinzând o serie de observații asupra infuzorilor. Cu timpul, aria cercetărilor se extinde cuprinzând și alte ramuri ale biologiei. El studiază anatomia și dezvoltarea embrionară a numeroase animale marine și terestre. Este unul dintre fondatorii embriologiei evoluționiste.

Meciniov a descoperit fenomenul fagocitozei (1883) la care ajunsese după cercetarea dezvoltării individuale a unor spongieri și celenterate. Punctul de pornire în formularea acestei teorii a fost constatarea faptului că la spongieri există digestia intracelulară, care se realizează la nivelul celulelor amiboidale (amibocite) din mezaglee. Ulterior, el descoperă digestia intracelulară și la alte nevertebrate. În baza acestor cercetări Meciniov a dezvoltat teoria fagocitară a imunității.

În anul 1888, la invitația lui L. Pasteur, Meciniov pleacă în Franța unde rămâne până la sfârșitul vieții. El se dedică cercetărilor în domeniul microbiologiei, imunologiei și gerontologiei. Meciniov a fost un adept fidel al darwinismului. Este laureat al premiului Nobel în anul 1908.

Cel mai de seamă biolog român a fost **Emil Racoviță** (1868-1947). Studiile primare și le-a făcut în școala din Păcurari-Iași unde l-a avut ca învățător pe Ion Creangă. După absolvirea școlii primare își face studiile la liceul “Principatele Unite” din Iași. În anul 1886 este trimis la Paris pentru a studia dreptul. Pasiunea pentru științele naturii îl face să frecventeze paralel și cursurile facultății de științe de la Sorbona, precum și Școala de antropologie.

După ce a luat licența în științele naturii în 1891, E. Racoviță lucrează în laboratoarele de biologie marină unde îi cunoaște pe biologii ruși Covalevski și Meciniov. La vârsta de 25 de

ani devine membru al Societății de Zoologie din Franța. În anul 1896 susține teze de doctorat cu lucrarea de morfologie a animalelor consacrată studiului anelidelor polichete.

În anul 1897 pleacă în expediție pe doi ani în Antarctica în calitate de naturalist unde a adunat un bogat material științific botanic și zoologic. Paralel a făcut cercetări importante asupra modului de viață al balenelor.

Din anul 1904 începe să studieze organismele vii din mediul subteran (peșteri și pânzele freatice de apă). E. Racoviță este considerat unul din creatorii biospeologiei. În anul 1920 revine în România și este numit profesor de biologie generală la Universitatea din Cluj. În același an împreună cu zoologul francez R. Jeannel înființează primul Institut de speologie din lume. Împreună cu colaboratorii Institutului exploarează numeroase peșteri din România și din alte țări.

A realizat cercetări asupra sistematicii, ecologiei și evoluției organismelor subterane. Despre teoria evoluționistă E. Racoviță scrie: "Evoluția biologică este un fapt-rămân în discuție căile pe care se realizează ea".

E. Racoviță a fondat Societatea de științe din Cluj. A fost ales rector al Universității din Cluj, membru și apoi președinte al Academiei Române (1927-1929). E. Racoviță a fost unul din inițiatorii ocrotirii monumentelor naturii din România.

Cea mai mare peșteră din R. Moldova, situată în extremitatea nord-vestică, lângă satul Criva, raionul Briceni, poartă numele marelui savant român.

Etapa modernă în dezvoltarea biologiei începe odată cu descoperirea de către biochimistul englez **Francis Crick** (1916-2004) și biologul american **James Watson** (1928), în anul 1953, a structurii spațiale a acidului dezoxiribonucleic (ADN). Ei au demonstrat rolul ADN în păstrarea și transmiterea caracterelor ereditare ale organismelor. Această descoperire a impulsat activitatea științifică a savanților biologi. În scurt timp au fost realizate descoperiri în multe ramuri ale biologiei: genetică, selecție, biologie moleculară, inginerie genetică etc.

**George Emil Palade** (1912-2008) a fost medic și biolog american de origine română, singurul profesor român laureat al Premiului Nobel. S-a născut în anul 1912 la Iași, într-o familie de pedagogi. Între anii 1930-1940 este student la facultatea de medicină a Universității din București. În anul 1946 pleacă în Statele Unite unde lucrează în calitate de cercetător științific și profesor la câteva Universități prestigioase din New York, Yale și San Diego. G. Palade studiază mecanismul celular al biosintezei proteinelor, descoperind ribozomii sau corpusculii lui Palade, organite la nivelul cărora se realizează acest proces biochimic.

A fost ales membru al Academiei de Științe a SUA în 1961. În anul 1974 G. Palade devine laureat al Premiului Nobel pentru „descoperiri privind organizarea funcțională a celulei și dezvoltarea biologiei celulare moderne”.

# Biologia omului

„Omul, în esență, este conștiință”



# Capitolul 1 Sistemul nervos

## Tema 1. Evoluția sistemului nervos

### 1.1 Structura și funcțiile sistemului nervos la nevertebrate

Majoritatea animalelor sunt organisme active și au însușirea de a reacționa rapid la schimbarea factorilor de mediu. Viteza de reacție a animalelor este determinată de gradul de evoluție a sistemului nervos și a aparatului locomotor. Sistemul nervos dirijează și coordonează activitatea tuturor sistemelor de organe, realizează echilibru dinamic dintre organism și mediul de viață.

Să examinăm câteva etape importante ale evoluției sistemului nervos la principalele grupe de animale.

*Spongierii*, cele mai primitive animale, nu au sistem nervos, iar reacția de răspuns a organismului este lentă deoarece majoritatea celulelor nervoase sunt slab diferențiate. La *celenterate* apare pentru prima dată un sistem nervos cu organizare primitivă, numit de tip *difuz*. El este alcătuit din numeroși neuroni senzitivi, intercalari și motori uniți în rețea. Neuronii senzitivi sunt conectați cu celulele senzoriale, iar cei motori, cu celulele epitelio-musculare. La meduze observăm un început de concentrare a celulelor nervoase sub forma unor inele pe marginea umbrelor, iar celulele urzicătoare și musculare, organele de echilibru și fotoreceptorii sunt bine inervate.

La *viermi* continuă procesul evolutiv de concentrare a celulelor nervoase în regiunea capului (numită cefalizare) și în alte regiuni ale corpului. Începând cu viermii plăți apare un nou tip de sistem nervos, numit *ganglionar*, care este prezent și la moluște și artropode, având diferite niveluri de organizare.

La *viermii plăți* sistemul nervos constă dintr-o pereche de ganglioni nervoși cefalici de la care pornesc două cordoane nervoase longitudinale cu ramificații transversale.

La *viermii cilindrici* sistemul nervos este alcătuit din inelul nervos situat în regiunea faringelui și cordoane nervoase cu ramificații spre organe.

*Viermii inelați* au un sistem nervos mai evoluat, numit ganglionar scalariform. El constă dintr-o pereche de ganglioni cerebroizi uniți în inelul periesofagian, care continuă cu lanțul nervos ventral, având în fiecare segment al corpului câte o pereche de ganglioni legați între ei prin ramificații nervoase.

La *moluște* există sistem nervos de tip ganglionar dispers format din 3-5 perechi de ganglioni nervoși localizați în diferite regiuni ale corpului (cap, trunchi, picior, manta) și uniți între ei prin ramificații nervoase.

*Artropodele* au sistem nervos de tip ganglionar scalariform și este alcătuit din ganglionii cerebroizi care continuă cu lanțul nervos ventral. Dintre ganglionii nervoși mai voluminoși sunt cei din regiunea capului și a toracelui.

La animalele *cordate* sistemul nervos este de tip *tubular*, are o structură complexă și reprezintă treapta superioară în evoluția sistemului nervos. Tubul nervos este situat în partea dorsală a corpului.

La *urocordate*, tubul nervos este prezent doar la larvă și se reduce la organismul adult la un singur ganglion nervos cerebroid. Sistemul nervos la *acraniate* este alcătuit din tubul nervos, situat deasupra coardei, de la care pornesc perechi de nervi senzitivi și motori.

La *vertebrate*, sistemul nervos este cel mai evoluat și constă din două regiuni diferențiate structural și funcțional: sistemul nervos central și sistemul nervos periferic. Sistemul nervos central include encefalul și măduva spinării, iar cel periferic, nervii și ganglionii nervoși. Encefalul este alcătuit din 5 componente: *telencefal*, *diencefal*, *mezencefal*, *cerebel* și *bulbul*

*rahidian*. Atât de la encefal, cât și de la măduva spinării pornesc nervi spre toate organele corpului.

## **1.2 Structura și funcțiile sistemului nervos central la vertebrate**

### ***Clasa Pești osoși***

Encefalul este relativ mic și nu ocupă întreaga cavitate craniană.

*Telencefalul* cuprinde emisferele cerebrale care la pești nu sunt definitiv separate. De la telencefal pornesc nervii olfactivi. Cea mai mare parte a emisferelor cerebrale o ocupă corpii striați. La pești telencefalul îndeplinește funcția de centru olfactiv și motor.

*Diencefalul* include epifiza, talamusul și hipotalamusul. Hipotalamusul este mai dezvoltat și joacă un rol important în comportamentul alimentar, reglarea presiunii sângelui. Din hipotalamus face parte glanda hipofiza.

*Mezencefalul* prezintă dorsal doi lobi optici voluminoși cu rol de recepționare a excitațiilor vizuale, auditive și de la linia laterală. Are funcții vizuale și acustice, dirijează mobilitatea înotătoarelor.

*Cerebelul*, relativ voluminos, este situat în urma creierului mijlociu. Joacă un rol important la controlul echilibrului și locomoției.

*Bulbul rahidian* este voluminos și continuă posterior cu măduva spinării. În bulbul rahidian se găsesc centri care dirijează mișcarea corpului, reglează circulația sangvină și respirația. De la encefal pornesc 10 perechi de nervi cranieni.

*Măduva spinării* este localizată în canalul vertebral. De la măduva spinării pornesc nervi spinali micști. Encefalul și măduva spinării îndeplinesc două funcții: reflexă și de conducere.

### ***Clasa Amfibieni.***

Sistemul nervos la amfibieni este puțin mai evoluat decât la pești.

*Telencefalul*. Emisferele cerebrale sunt mai mari și sunt separate prin fisura interemisferică. La amfibieni începe diferențierea celulelor nervoase care vor constitui baza scoarței cerebrale. Din partea anterioară a emisferelor cerebrale pornesc nervii olfactivi. Telencefalul este un centru olfactiv și motor.

*Diencefalul* este puțin mai dezvoltat. Fibrele optice trec prin diencefal și ajung la emisferele cerebrale. Hipotalamusul este coordonator al funcțiilor vegetative.

*Mezencefalul* recepționează excitațiile vizuale, auditive și statice. Are funcții complexe de coordonare a mișcărilor.

*Cerebelul* este mai redus ca urmare a mișcărilor mai simple ale amfibienilor.

*Bulbul rahidian* este asemănător cu cel de la pești. Ca urmare a reducerii liniei laterale, la amfibieni se dezvoltă nucleii vestibulari cu rol de echilibru. Tot aici se dezvoltă nucleul nervului acustic.

### ***Clasa Reptile***

Sistemul nervos la reptile este evident mai evoluat decât la amfibieni.

*Telencefalul*. Emisferele cerebrale sunt mai dezvoltate, acoperind parțial diencefalul. Pentru prima dată în seria animală apare *scoarța cerebrală* formată din două straturi de neuroni (superficial - cu rol senzitiv și profund - cu rol motor). *Corpii striați* sunt bine dezvoltați îndeplinind atât funcții senzitive cât și motorii.

*Diencefalul* este mai evoluat. Epifiza recepționează excitații luminoase. Talamusul reprezintă stații de releu pentru fibrele senzitive vizuale și acustice, care ajung ulterior la telencefal. Hipotalamusul este mai dezvoltat și reprezintă un important centru al metabolismului și al funcțiilor vegetative.

*Mezencefalul* este bine dezvoltat. Lobii optici îndeplinesc aceleași funcții ca și la amfibieni. Apare nucleul roșu, care controlează tonusul muscular.

*Cerebelul* este mai dezvoltat la crocodili. În structura cerebelului pentru prima dată apar nucleii intracerebeloși. Funcțiile principale ale cerebelului sunt controlul echilibrului, a tonusului muscular și coordonarea mișcărilor.

*Bulbul rahidian* nu se deosebește esențial de cel al amfibienilor.

De la encefalul reptilelor pornesc 12 perechi de nervi cranieni.

### ***Clasa Păsări.***

Encefalul la păsări este mult mai voluminos și cu o structură mai complexă decât la reptile.

*Telencefalul.* Emisferele cerebrale sunt mai dezvoltate. Se observă o reducere a lobilor olfactivi și totodată se evidențiază o dezvoltare a corpiilor striati. Scoarța cerebrală este slab dezvoltată.

*Diencefalul.* Epifiza are rol de glandă endocrină. Talamusul și hipotalamusul sunt bine dezvoltate. Hipotalamusul are funcții vegetative.

*Mezencefalul* prezintă doi lobi optici voluminoși. Caracteristic păsărilor este prezența nucleului spiriform cu rol în coordonarea mișcărilor oculare și somatice. Nucleul roșu este mai dezvoltat și reglează tonusul muscular.

*Cerebelul* este foarte dezvoltat și îndeplinește funcții importante în coordonarea mișcărilor și menținerii echilibrului.

*Bulbul rahidian* se remarcă prin prezența olivelor bulbare bine dezvoltate în legătură cu adaptarea la zbor.

### ***Clasa Mamifere.***

Mamiferele au cel mai evoluat sistem nervos.

*Telencefalul.* Emisferele cerebrale ating cel mai înalt grad de dezvoltare. La mamiferele superioare, suprafața emisferelor cerebrale prezintă circumvoluțiuni. Scoarța cerebrală nouă (neocortex) este formată din mai multe straturi de celule. În scoarță se diferențiază zonele senzitive, motorii și de asociație.

*Diencefalul* este alcătuit din epitalamus, talamus, metatalamus și hipotalamus. Talamusul este o stație de releu a căilor senzitive (vizuale și acustice), care ajung la scoarța cerebrală. Hipotalamusul conține centrele reglării temperaturii, a funcțiilor vegetative.

*Mezencefalul* conține caliculi cvadrigemeni și nucleul roșu. Apare pentru prima dată la animale substanța neagră.

*Cerebelul* prezintă două emisfere cerebeloase legate ventral prin puntea Varolio (prezentă doar la mamifere). Pe lângă funcțiile cunoscute, cerebelul conține centrele reflexelor de orientare.

*Bulbul rahidian* controlează următoarele reflexe: de deglutiție, salivar, circulator, respirator, locomotor.

## **Tema 2. Structura și funcțiile sistemului nervos la om**

### **2.1 Ontogeneza sistemului nervos**

Cunoașteți din temele anterioare, că sistemul nervos ia naștere din ectoderm. În dezvoltarea embrionară la om, ca și la animalele cordate, în regiunea dorsală pe linia mediană a discului embrionar se formează placa neurală care ulterior se dezvoltă în canalul neural. Prin proliferarea și contopirea marginilor canalului neural, rezultă tubul neural. Acest stadiu embrionar se numește neurulă. El reprezintă următorul stadiu după gastrulă.

Partea anterioară a tubului neural este mai dilatată și se numește viziculă cerebrală primitivă. Din ea se dezvoltă encefalul, iar restul tubului neural dă naștere la măduva spinării. Celulele tubului neural proliferază, generând neuroni și celule gliale. Cavitatea tubului neural din regiunea măduvei spinării devine canalul ependimar, iar la nivelul encefalului formează ventriculele cerebrale.

Concomitent se dezvoltă și sistemul nervos periferic. Marginile ectodermei situate pe laturile plăcii neurale, se desprind și formează două lame care vor da naștere creștelor ganglionare din care se va dezvolta sistemul nervos periferic (ganglionii și nervii).

### **Formarea sistemului nervos central**

**Encefalul** se formează din vezicula cerebrală primitivă. Inițial, ea se împarte prin strangulări în trei vezicule: *anterioară* (proencefal), *mijlocie* (mezencefal) și *posterioară*

(rombencefal). Ulterior, veziculele anterioară și posterioară se divid din nou: prozencefalul în telencefal și diencefal, iar rombencefalul în metencefal și mielencefal. În urma acestui proces se formează cinci vezicule care treptat se dezvoltă în componentele și structurile cerebrale.

**Măduva spinării** se dezvoltă din restul tubului nervos al cărui perete se îngroașă treptat prin proliferarea celulelor. Ulterior are loc diferențierea substanței albe și substanței cenușii, dezvoltarea structurilor centrale și periferice.

### **Formarea sistemului nervos periferic**

Sistemul nervos periferic se formează din crestele ganglionare care se fragmentează generând muguri ganglionari primari. Aceștea sunt dispuși metamerice pe laturile tubului neural. Ulterior, din ei se desprind mase ganglionice mici care migrează în diferite regiuni ale corpului, dând naștere la ganglionii nervoși. Din neuronii sistemului nervos central precum și din neuronii ganglionari, cresc fibre ce formează nervii spinali și cranieni.

### **2.2 Țesutul nervos. Neuronul**

În structura sistemului nervos predomină țesutul nervos care este alcătuit din celule nervoase, numite *neuroni* și din *celule gliale*. Celulele gliale (celule Schwann, astrocite) au formă variată și sunt amplasate printre neuroni în substanța albă și cenușie a țesutului nervos. Ele joacă un rol important în susținerea și nutriția celulelor nervoase și fagocitarea celulelor bătrâne. Spre deosebire de neuroni, celulele gliale se pot divide prin mitoză.

*Neuronul* este unitatea structurală și funcțională a sistemului nervos. Ea este o celulă profund modificată. Un neuron tipic este alcătuit din *corp celular*, *dendrite* și *axon*. Corpul celulei conține nucleu și organite citoplasmice. Caracteristic pentru neuron este prezența corpusculilor Nissl, neurofibrilelor și neurotubulilor. Dendritele sunt prelungiri scurte ale corpului celular. Axonul este unica prelungire a corpului celular, subțire și, de regulă, mai lungă. Unii axoni pot atinge 1,5 m lungime. La suprafață, axonul este acoperit cu membrană plasmatică, iar citoplasma conține *microtubuli*, *neurofilamente*, *mitochondri* și *lizozomi*. Axonii lungi formează fibrele nervoase care alcătuiesc componentul principal al *nervilor*. Fibra axonică este acoperită cu câteva teci:

-*teaca Schwann* alcătuită din celule gliale cu rol de nutriție și secreție a mielinei;

-*teaca mielinică* (lipoproteică) de culoare albă, care se formează prin răsucirea în jurul axonului a membranei secretate de celulele gliale, numite celule Schwann. Teaca mielinică are rol de izolator electric. În lungul axonului se observă zone lipsite de teacă, numite strangulările Ranvier, care contribuie la propagarea saltatorie a impulsului nervos. Fibrele mielinice formează substanța albă a țesutului nervos (fascicule nervoase și nervi), iar dendritele și corpii celulari alcătuiesc substanța cenușie (nuclee nervoase și ganglionii nervoși). Majoritatea axonilor prezintă o teacă mielinică. La fibrele nervoase amielinice, stratul de mielină este foarte subțire.

-*teaca Henle* este o membrană continuă fină cu rol protector și trofic.

În funcție de structură, neuronii se împart în multipolari, bipolari și pseudounipolari.

La neuronii *multipolari*, de la corpul celular pornesc numeroase dendrite și un axon, iar la neuronii *bipolari*, dendronul și axonul pornesc din puncte opuse ale corpului celular. În cazul neuronilor *pseudounipolari*, axonul și dendronul pornesc de la o prelungire scurtă a corpului celular

După funcții neuronii sunt grupați în senzitivi, motori și de asociație. Neuronii *senzitivi* recepționează excitațiile din mediu sau de la celulele senzoriale și le transmit la sistemul nervos central. Neuronii *motori* conduc impulsul nervos de la sistemul nervos central la organul efector, iar neuronii *de asociație* asigură legătura dintre neuronii senzitivi și motori.

*Nervii* sunt alcătuiți din fibre nervoase (axoni și dendrite lungi) protejate de lame de țesut conjunctiv. În structura unui nerv se găsesc vase sangvine și fibre nervoase vegetative.

După funcții, nervii pot fi *senzitivi* (aferenți), *motori* (eferenți) sau *micști*.

Ganglionii nervoși reprezintă aglomerări de corpi celulari, dendrite și celule gliale. Există ganglionii nervoși senzitivi și motori.

### **2.3 Proprietățile și funcțiile neuronilor**

Neuronul prezintă 2 proprietăți principale: *excitabilitate* și *conductibilitate*.

*Excitabilitatea* este proprietatea celulei de a răspunde la acțiunea unui stimul (fizic, chimic) prin apariția unui potențial de acțiune. Să urmărim mecanismul apariției și propagării impulsului nervos. Un neuron în stare de repaus are membrană polarizată, adică posedă *potențial membranar de repaus*. Diferența de potențial este de circa -70 mV. Această stare este determinată de repartizarea la nivelul membranei neuronului, în principal a ionilor de sodiu, potasiu, clor și a moleculelor organice mari care posedă sarcină. Pe suprafața externă a membranei neuronului predomină ioni de sodiu și de clor, iar pe suprafața internă – ioni de potasiu și molecule de substanțe organice încărcate negativ. Repartiția inegală a cationilor de  $K^+$  și  $Na^+$  și menținerea potențialului de repaus se datorează activității pompei ionice (sodiu – potasiu), care transportă activ ioni de sodiu pe suprafața externă a membranei plasmatică și ioni de potasiu în interiorul celulei. În același timp ionii de potasiu, fiind mai mobili, traversează membrana plasmatică de la interior spre exterior prin canale speciale, spre deosebire de ionii de sodiu care practic nu pot difuza. În consecință, pe suprafața externă a membranei plasmatică predomină ionii cu sarcinile pozitive, iar pe suprafața internă, cei cu sarcinile negative.

La acțiunea unui stimul de o anumită intensitate, numită de prag, crește brusc permeabilitatea membranei neuronului pentru ionii de sodiu. Ca rezultat are loc *depolarizarea* membranei plasmatică (potențialul pe fața internă se modifică de la -70mV până la +40mV) și se declanșează *potențialul de acțiune*. Această schimbare a sarcinilor durează o fracțiune de secundă și se propagă rapid de-a lungul membranei neuronului. După un scurt timp canalele de sodiu se închid și se deschid canalele pentru potasiu. Eliminarea rapidă a ionilor de potasiu provoacă repolarizarea membranei neuronului și restabilirea potențialului de repaus. Ulterior, cu ajutorul pompei ionice (sodiu - potasiu) sunt transportați ionii de sodiu pe suprafața externă, iar cei de potasiu pe suprafața internă a membranei neuronului.

*Conductibilitatea* este proprietatea de autopropagare a impulsului nervos prin fibrele nervoase. Din regiunea excitată, sarcinile pozitive pătrunse în neuron se răspândesc de-a lungul membranei plasmatică. Ca rezultat, în regiunile învecinate crește numărul sarcinilor pozitive ce determină apariția unui potențial de acțiune. La nivelul neuronului conducerea impulsului nervos este unidirecțională: *dendrite – corp celular – axon*. Direcția impulsului nervos este determinată de funcționarea sinapselor. Propagarea impulsului nervos poate fi continuă (caracteristică fibrelor amielinice) și saltatorie (specifică fibrelor mielinice). La fibrele nervoase mielinice, depolarizarea membranei plasmatică și apariția potențialului de acțiune are loc numai în regiunea strangulațiilor Ranvier. Astfel propagarea potențialului de acțiune are loc saltator de la o strangulație la alta, iar viteza crește atingând 60 - 120m/s în comparație cu 1-2m/s la fibrele amielinice. Conductibilitatea nervoasă necesită multă energie, care se eliberează la oxidarea glucozei. De aceea neuronii au nevoie de un influx permanent de glucoză și oxigen.

#### **2.4 Transmiterea impulsului nervos la nivelul sinapsei chimice**

Impulsul nervos este transmis de la un neuron la altul prin *sinapsă* (gr. *sinapsis*-legătură). Sinapsa este zona de contact care face legătura dintre doi neuroni adiacenți sau dintre un neuron și o celulă musculară sau glandulară. O sinapsă este alcătuită din membrană presinaptică, fantă sinaptică și membrană postsinaptică. În butonul sinaptic se găsesc vezicule cu mediatori. Ajuns la nivelul butonului sinaptic, impulsul nervos, în prezența ionilor de calciu, declanșează procesul de eliberare a *neuromediatorilor* din vezicule în spațiul sinaptic. Mediatorii se leagă cu *receptorii* din membrana postsinaptică, modificând permeabilitatea ei. Ca rezultat are loc depolarizarea locală a membranei postsinaptice și producerea unui potențial sinaptic excitator. După apariția potențialului de acțiune în membrana postsinaptică, impulsul nervos se propagă mai departe prin neuron, iar neuromediatorii sunt inactivați de enzime speciale din fanta sinaptică sau sunt transportați activ în butonul sinaptic. În cazul sinapselor inhibitorii, impulsul nervos nu este transmis neuronului postsinaptic. În neuroni se sintetizează mai multe tipuri de neuromedatori ce se deosebesc prin structura moleculei și efectele cauzate. De exemplu, adrenalina, noradrenalina, dopamina, acetilcolina.



### ***Excitația, inhibiția, inducția reciprocă***

Celula nervoasă se poate afla în două stări: de *excitație* și de *inhibiție*. Se numește excitație acea stare a neuronului (sau a centrului nervos) care lasă să treacă prin el impulsul nervos. Inhibiția este o stare a neuronului (sau a centrului nervos), care împiedică trecerea impulsului nervos prin el. Activitatea neuronilor cât și a centrilor nervoși este determinată de interacțiunea stării de excitație și inhibiție, numită *inducție reciprocă*. Acestea două stări sunt interdependente și se găsesc în continuă mișcare în organism, inclusiv în scoarța cerebrală. Interacțiunea dintre excitație și inhibiție, determină starea organismului și activitatea centrilor nervoși. De exemplu, realizarea reflexului bicipital include contracția mușchiului biceps și relaxarea mușchiului triceps.

## **Tema 3. Sistemul nervos central. Măduva spinării**

Sistemul nervos la om este alcătuit din sistemul nervos central și sistemul nervos periferic. Sistemul nervos central include *encefalul* și *măduva spinării*, iar cel periferic, *ganglionii nervoși* și *nervii*. Din punct de vedere funcțional, sistemul nervos se divizează în *sistemul nervos somatic* și *sistemul nervos vegetativ*. Sistemul nervos somatic răspunde de recepționarea stimulilor externi și de mișcările voluntare ale corpului. El include centrii nervoși din măduva spinării și encefal, precum și nervii aferenți și eferenți somatici. Sistemul nervos vegetativ dirijează și coordonează funcțiile organelor interne.

### **3.1 Localizarea și configurația externă a măduvei spinării**

*Măduva spinării* este localizată în canalul vertebral începând de la nivelul orificiului occipital până la vertebra a doua lombară, de unde continuă cu firul terminal. Are aspect de cordon și este protejată de 3 meninge (dura mater, arahnoida și pia mater) cu rol de protecție și de nutriție. Dura mater este o membrană fibroasă, separată de peretele canalului vertebral prin țesut adipos. Între arahnoidă și pia mater se găsește lichidul cefalorahidian cu rol de nutriție și amortizare. Pia mater aderă la măduva spinării și reprezintă o membrană conjunctivo-vasculară cu rol nutritiv.

La suprafața măduvei spinării se disting bine șanțurile median anterior și median posterior care împarte măduva în două jumătăți simetrice.

### **3.2 Structura măduvei spinării**

Studiind o secțiune transversală a măduvei spinării, observăm ca este formată din 2 regiuni de țesut nervos: una cenușie de forma unui fluture, situată în mijloc și una albă, localizată la periferie. *Substanța cenușie* este alcătuită din corpi celulari, dendrite și fibre nervoase amielinice. Prelungirile substanței cenușii formează 3 perechi de coarne: *posterioare*, ce conțin neuroni somatosenzitivi; *mijlocii*, care includ neuroni vegetativi (senzitivi și motori) și *anterioare*, care conțin neuroni somatomotori.

*Substanța albă* conține fibre nervoase, de regulă, mielinice, care sunt grupate în fascicule conducătoare ascendente (sensibilității) și descendente (motricității). Ele fac legătura între diferite nivele ale măduvei spinării sau între măduva spinării și creier.

### **Nervii spinali**

Măduva spinării este formată din 31 de segmente grupate în 5 regiuni: *cervicală* (8), *toracală* (12), *lombară* (5) și *sacrală* (5) și *coccigiană* (1). De pe laturile fiecărui segment al măduvei spinării pornesc câte o pereche de nervi spinali. Un nerv spinal are o *rădăcină* posterioară și una anterioară, *trunchi* și *ramuri*. Rădăcina posterioară este alcătuită din axonii neuronilor senzitivi (somatici și vegetativi). Corpii celulari ai acestor neuroni se găsesc în ganglionii spinali situați pe rădăcina posterioară. Rădăcina anterioară este formată din axonii neuronilor motori (somatici și vegetativi). Corpii celulari ai neuronilor motori somatici se găsesc în coarnele anterioare, iar ai neuronilor motori vegetativi-în coarnele laterale a substanței cenușii din măduvă. Trunchiul nervilor spinali se formează prin unirea rădăcinii anterioare și posterioare. Ramurile nervilor spinali conțin neuroni senzitivi sau motori care ajung la organele corpului.

Ganglionii laterovertebrali și previscerali conțin neuroni vegetativi motori prin care excitația este transmisă de la sistemul nervos central spre organele interne.

### **3.3 Funcțiile măduvei spinării**

Măduva spinării îndeplinește 2 funcții principale: *reflexă* și *de conducere*.

#### **Funcția reflexă**

*Noțiune de reflex și arc reflex.*

Funcțiile sistemului nervos se realizează prin actul reflex. *Reflexul* este reacția de răspuns a organismului la un excitant care se realizează cu participarea sistemului nervos.

Calea parcursă de impulsul nervos de la locul excitat până la organul efector reprezintă *arcul reflex*. Un arc reflex include 5 componente: *receptor* (celule senzoriale din organ care recepționează stimulii); *calea senzitivă* (neuron senzitiv); *centrul nervos* (substanța cenușie din măduva spinării sau encefal unde se analizează informația); *calea motorie* (neuron motor); *organul efector* (mușchi sau glande).

*Funcția reflexă* a măduvei spinării stă la baza activității organismului. În substanța cenușie a măduvei spinării se află centrii multor *reflexe somatice* (rotulian, ahilean, bicipital) și *reflexe vegetative* (sudorației, pilomotor, micțiunii, defecației, sexuale). Reflexele somatic medulare pot fi monosinaptice (cuprind doi neuroni) și polisinpactice. Datorită reflexelor modulare se realizează controlul asupra sistemelor de organe, precum și legătura dintre organism și mediul de viață.

#### **Funcția de conducere**

*Funcția de conducere* este realizată de fibrele nervoase din substanța albă care alcătuiesc căile ascendente (senzitivă) și descendente (motorii).

**Căile ascendente** iau naștere din ramurile neuronilor somatosenzitivi și viscerosenzitivi care pătrund în măduva spinării prin rădăcinile posterioare. Unele ramuri ale acestor neuroni alcătuiesc arcul reflex medular somatic și vegetativ, iar altele se grupează formând căile ascendente. Astfel informația de la diferiți receptori este transmisă arcului reflex medular și, în același timp, la diferite regiuni ale encefalului prin căile ascendente. Există o specializare a fasciculelor, fiecare conducând un anumit fel de excitație. Sensibilitatea exteroreceptivă (tactilă, termică, dureroasă) și proprioreceptivă (mioartrochinetică) este condusă prin căi specifice, iar sensibilitatea interoreceptivă, prin căi nespecifice.

Căile ascendente specifice sunt proprii fiecărui tip de sensibilitate, adică ele conduc impulsurile de pe un anumit câmp receptor și le proiectează într-o zonă corticală limitată. O cale ascendentă este alcătuită din trei neuroni senzitivi. Primul neuron este situat în ganglionul de pe rădăcina posterioară a nervului spinal, iar al treilea neuron se găsește în talamus, cu axonul proiectat în scoarță.

#### ***Sensibilitatea exteroreceptivă termică, dureroasă și tactilă.***

*primul neuron* este situat în ganglionul spinal, având dendritele conectate cu receptorii din piele;

*al doilea neuron* se află în cornul posterior al măduvei spinării; axonul acestuia trece în cordonul lateral de pe partea opusă, formând fasciculul spinotalamic lateral (termic, dureros), sau în cordonul anterior tot de pe partea opusă, formând fasciculul spinotalamic anterior (tactil);

*al treilea neuron* este situat în talamus, iar axonul lui se proiectează în scoarță.

#### ***Sensibilitatea tactilă fină***

*primul neuron* se află în ganglionul spinal; axonul ajunge în cordonul posterior, formând fasciculul spinobulbar și face sinapsă cu deutoneuronul;

*al doilea neuron* este situat în bulb;

*al treilea neuron* se găsește în talamus.

#### ***Sensibilitatea proprioreceptivă inconștientă***

*primul neuron* este situat în ganglionul spinal; dendritele formează proprioreceptorii din mușchi, oase și articulații;

*al doilea neuron* face sinapsa cu primul în cornul posterior al măduvei, iar axonul ajunge în cordoanele laterale și formează fasciculele spinocerebeloase: direct (excitațiile ce vin din partea inferioară a corpului) și încrucișat (cele care vin din partea superioară);

*al treilea neuron* este situat în talamus.

#### ***Sensibilitatea proprioceptivă conștientă***

*primul neuron* se află în ganglionul spinal; axonii intră direct în cordonul posterior, formând fasciculele spinobulbare;

*al doilea neuron* este localizat în bulb;

*al treilea neuron* – în talamus.

**Căile descendente** sunt grupate în: căile mișcărilor voluntare și căile mișcărilor involuntare. Motilitatea voluntară este declanșată de centrii motori din scoarță pe căi piramidale, iar cea involuntară, din centri motori corticali și subcorticali, pe căile extrapiramidale. O cale descendentă include, de regulă, 2 neuroni motori.

#### ***Căile piramidale (corticospinale)***

*primul neuron* este situat în scoarță; axonul lui formează fasciculul piramidal direct (situat în cordoanele anterioare) care se încrucișează la nivelul măduvei; fasciculul piramidal încrucișat (situat în cordoanele laterale) care se încrucișează în bulb;

*al doilea neuron* este localizat în coarnele anterioare ale măduvei spinării, iar axonul lui ajunge la musculatura scheletică.

O parte din fibrele nervoase ale căilor piramidale se opresc în trunchiul cerebral, la centrii motori ai nervilor cranieni.

#### ***Căile extrapiramidale***

Majoritatea căilor extrapiramidale au originea în diferiți nuclei subcorticali din trunchiul cerebral. În funcție de localizarea primului neuron se deosebesc următoarele fascicule:

*tectospinal*, pornește din mezencefal, *rubrospinal*-din pedunculii cerebrali, *olivospinal*, *vestibulospinal*-din bulb, *reticulospinal*-din substanța reticulată a trunchiului cerebral.

Întrucât fibrele căilor descendente, de asemenea se încrucișează, impulsurile nervoase pornite dintr-o parte a encefalului, ajung la organele efectoare din jumătatea opusă a corpului.

Funcțiile măduvei spinării sunt subordonate centrilor nervoși superiori din encefal.

## **Tema 4. Encefalul. Trunchiul cerebral**

### **4.1 Alcătuirea encefalului**

*Encefalul* este localizat în cutia craniană și protejat tot de 3 meninge care sunt o continuare a celor medulare și lichidul cefalorahidian. În structura encefalului distingem mai multe structuri nervoase care pot fi grupate în 4 regiuni: *trunchiul cerebral*, *cerebelul*, *diencefalul* și *telencefalul*.

### **4.2 Structura și funcțiile trunchiului cerebral**

*Trunchiul cerebral* este format din *bulbul rahidian*, *puntea Varolio* și *mezencefalul*. *Bulbul rahidian* este situat la baza creierului în continuarea măduvei spinării. Are o lungime de circa 3 cm și prezintă aproape aceeași configurație exterioară ca a măduvei spinării. Se observă șanțul median anterior și posterior, și șanțurile laterale. Cordoanele anterioare formează *piramidele bulbare*, iar cele laterale - *olivele bulbare*. Pe fața posterioară se observă *pedunculii cerebeloși inferiori* care leagă bulbul de cerebel. Substanța albă este situată la suprafața bulbului rahidian. Substanța cenușie este localizată în interior și fragmentată în numeroși nuclei.

Funcția reflexă a bulbului rahidian este realizată de nucleii bulbari, unde se găsesc centrii multor reflexe vegetative importante: respirator, cardiatici, vasomotor, deglutiției, salivar, vomei, tusei, strănutului, clipitului.

Funcția de conducere este realizată de căile ascendente și descendente care trec prin bulbul rahidian. Lor li se adaugă fibrele de asociație, care fac legătură între nucleii la nivelul trunchiului cerebral. Ele permit trecerea impulsului nervos de la o parte a corpului la alta.

*Puntea Varolio* are aspectul unei benzi dispuse transversal, anterior față de bulbul rahidian. Substanța cenușie formează nucleii pontici în care se află centrii reflexelor: salivar, lacrimal, masticator, contractibilității mușchilor faciali.

*Mezencefalul* este situat între bulbul rahidian și diencefal. Este legat de cerebel prin pedunculii cerebeloși superiori. În partea anterioară prezintă pedunculii cerebrali (cordoane de substanță albă), iar posterior caliculii cvadrigemeni (2 superiori și 2 inferiori). Nucleii mezencefalici sunt situați în mijloc și înconjurați de substanța albă. În structura mezencefalului se mai găsește nucleul roșu.

Mezencefalul conține centrii următoarelor reflexe: de reglare a tonusului muscular (nucleul roșu), de orientare (mișcarea ochilor și a capului spre sursa de lumină și sonoră), de redresare (readucerea corpului în poziție verticală), de acomodare pupilar la distanța și la intensitatea luminii.

Din structura trunchiului cerebral și diencefalul face parte formațiunea reticulată, care reprezintă aglomerări de neuron ce formează o rețea deasă. Principala funcție a F.R este de a spori activitatea scoarței cerebrale și de a menține starea de veghe.

În trunchiul cerebral își au originea majoritatea nervilor cranieni (III - XII).

## **Tema 5. Cerebelul**

### **5.1 Alcătuirea și structura**

*Cerebelul* este situat în etajul inferior al cutiei craniene, posterior de trunchiul cerebral. Este alcătuit din 2 emisfere cerebeloase unite printr-o structura numită vermis. Este legat de bulb, punte și mezencefal prin trei perechi de pedunculi cerebeloși care conțin fibre aferente și eferente. Emisferele cerebeloase prezintă la suprafață circumvoluțiuni înguste. Substanța cenușie este repartizată la suprafața cerebelului formând scoarța cerebeloasă. Substanța albă este localizată în centru și include fibre senzitive, motorii și de asociație. Cerebelul este conectat în serie la principalele căi ascendente și descendente. În substanța albă se conțin nucleii cerebeloși.

### **5.2 Funcțiile cerebelului**

În cerebel sunt localizate centrele reflexelor legate de: menținerea echilibrului, reglarea mișcărilor fine, reglarea tonusului muscular, mersul și coordonarea mișcărilor. Impulsurile nervoase ce vin de la centrii corticali sunt modelate de cerebel așa încât contracțiile musculare să fie fine pentru menținerea echilibrului sau pentru deplasarea organismului. Totodată cerebelul primește excitații și de la aparatul vestibular.

## **Tema 6. Diencefalul**

### **6.1 Structura și funcțiile diencefalului**

*Diencefalul* se află sub emisferele cerebrale și include câteva structuri: *talamusul*, *epitalamusul*, *metatalamusul* și *hipotalamusul*.

*Talamusul* este cel mai voluminos, are forma ovoidă și este format preponderent din substanță cenușie. El constituie o verigă importantă în manifestarea sensibilității organismului. Nucleii talamici reprezintă o stație de releu, deoarece prin ei trec toate căile ascendente (sensibilităților specifice: tactile, termice etc.), care ajung la scoarță. Excepție fac fibrele analizatorului olfactiv. Lezarea acestor nucleu conduce la pierderea sensibilității.

*Metatalamusul* conține corpii geniculați (2 laterali și 2 mediali), care reprezintă stații de releu ale căilor vizuale și respectiv acustice.

*Hipotalamusul* include nucleii hipotalamici, glanda hipofiza și alte structuri. Este un centru de coordonare a funcțiilor organelor interne, a metabolismului și activității psihice. Acțiunea lui asupra organismului se realizează pe cale nervoasă și umorală. În hipotalamus se găsesc centrii care coordonează reacțiile complexe de adaptare a organismului la anumite condiții ale mediului.

***Principalele funcții ale hipotalamusului:***

dirijează motilitatea tractului digestiv;

reglează secreția hormonilor gonadotropi și dezvoltarea caracterilor sexuale primare și secundare;

este centrul unor reflexe complexe comportamentale și emoționale (plăcere, melancolie, frică, depresie, euforie);

în hipotalamus se află centrul foamei;

prin intermediul hormonilor hipofizei asigură echilibrul hidro-electrolitic, metabolismului proteinelor, glucidelor, lipidelor;

intervine în termoreglarea organismului, protejându-l de supraîncălzire și răcire;

menține starea de veghe-somn. Excitațiile senzoriale ce vin de la analizatori, cele senzitive (exteroceptive, proprioceptive), precum și cele ce vin de la sistemul reticulat activator ascendent, întrețin tonusul scoarței cerebrale. Lezarea acestor centre provoacă starea de somn continuu;

prin legătura directă cu glanda hipofiza, realizează controlul asupra activității glandelor endocrine.

## **Tema 7. Telencefalul**

### **7.1 Alcătuirea și structura**

*Telencefalul* reprezintă cea mai voluminoasă regiune a encefalului. Este alcătuit din 2 emisfere cerebrale separate parțial de fisura interemisferică și unite la bază prin corpul calos. Suprafața emisferelor cerebrale este de aproximativ 2200 cm<sup>2</sup> datorită numeroaselor șanțuri și cute (circumvoluțiuni). Șanțurile mai profunde delimitează lobi: *frontal, parietal, temporal* și *occipital*.

La suprafața emisferelor cerebrale se găsește *scoarța cerebrală* formată din substanță cenușie. Scoarța cerebrală prezintă două porțiuni: una veche (paleocortex) cu o suprafață mică localizată în jurul corpului calos și una recentă (neocortex) cu o dezvoltare mult mai mare și cu o structură complexă. Sub scoarță este situată substanța albă în care sunt amplasați nucleii bazali din substanță cenușie. Nucleii bazali au funcția de a modela excitațiile pornite de la scoarță spre diferiți mușchi. Totodată ei coordonează mișcările involuntare, moștenite (mișcarea corpului, mimica feței în procesul vorbirii).

În scoarța cerebrală se disting 4 tipuri de zone funcționale: *senzitive, senzoriale, motorii* și *asociative*.

*Zonele senzitive* sunt situate în lobul parietal, posterior de șanțul central. Ele recepționează excitațiile tactile, termice, a durerii și le proiectează în anumite regiuni precise. Fiecare regiune a corpului are o anumită proiecție corticală.

*Zonele senzoriale* sunt localizate în diferite regiuni ale scoarței și recepționează excitațiile vizuale, auditive, gustative și olfactive.

*Zonele motorii*, în mare parte, sunt localizate în lobul frontal, anterior de șanțul central. Din aceste zone pornesc căile piramidale care asigură mișcările voluntare ale corpului.

*Zonele asociative* sunt filogenetic mai tinere și stabilesc legături între diferiți centri senzitivi și motori. Datorită acestor conexiuni, scoarța cerebrală se prezintă ca o unitate funcțională de integrare a organismului. Se cunosc 3 zone asociative: *prefrontală, temporală* și *parietooccipitală*. Cu ajutorul zonelor asociative se realizează funcții psihice importante.

### **7.2 Funcțiile scoarței cerebrale**

Scoarța cerebrală îndeplinește mai multe funcții: senzitivă, senzorială și motorie.

*Funcția senzitivă*. La nivelul zonelor corticale senzitive sunt recepționate excitațiile tactile, termice, a durerii, mioartrokinetice. Ele sunt analizate și transformate în senzații. Proiecția corticală senzitivă reprezintă un om în miniatură (homunculus senzitiv) răsturnat și mult deformat.

*Funcția senzorială*. Excitațiile care vin de la organele de simț sunt analizate în zonele corticale respective și transformate în senzații: olfactive, gustative, vizuale, tactile, auditive.

*Funcția motorie*. Centrii motori din scoarță dirijează și coordonează activitatea voluntară a mușchilor scheletici din partea opusă a corpului (de exemplu în timpul mersului). Excitațiile

din aceste zone sunt transmise prin axonii căilor motorii piramidale, asigurând mișcările voluntare ale corpului. Proiecția corticală motorie, de asemenea, reprezintă un om în miniatură (homunculus motor).

*Funcțiile psihice* se realizează la nivelul zonelor asociative și se datorează stabilirii unor conexiuni dintre diferite zone corticale. Din funcțiile psihice fac parte: vorbirea, învățarea, comportamentul, gândirea, scrisul.

#### *Zonele asociative senzoriale*

Zona asociativă a înțelegerii cuvintelor vorbite este situată în lobul temporal. Dacă este lezată această zonă omul nu poate înțelege cuvintele auzite, ele fiind percepute ca niște vuiete.

Zona asociativă a înțelegerii cuvintelor scrise este localizată în lobul parietal. Lezarea acestei zone duce la imposibilitatea de a înțelege cuvintele scrise.

#### *Zonele asociative motorii*

Zona asociativă a vorbirii este situată în lobul frontal și dirijează mișcările de pronunțare și articulare a cuvintelor în vorbire. Dacă zona este lezată apare starea numită afazie, când omul înțelege cuvintele, dar nu poate vorbi.

Zona asociativă a scrisului este localizată în lobul temporal și coordonează exprimarea ideilor în scris. Lezarea acestei zone duce la tulburări în executarea și evoluția scrisului (stare de agrafie).

#### ***Fenomenul dominanței cerebrale***

Rolul scoarței cerebrale în activitatea nervoasă superioară depinde de emisfera dominantă. S-a constatat, că există o specializare complementară a emisferelor cerebrale. La oamenii dreptaci, care constituie majoritatea, emisfera stângă o domină pe cea dreaptă.

#### *Principalele funcții predominante ale emisferelor cerebrale:*

##### **emisfera stângă**

limbaj verbal  
calcul matematic  
gândire logică  
limbaj citit sau scris  
analiza fenomenelor

##### **emisfera dreaptă**

auz muzical  
recepție spațială  
intuiție  
perceperea culorilor  
imaginație creativă

### **7.3 Procesele corticale fundamentale.**

*Vorbirea.* Omul, spre deosebire de animale, posedă gândire abstractă și poate folosi ca semn universal cuvântul. Prin urmare, omul este capabil să recepționeze nu numai semnale venite de la corpuri (copac, piatră), dar și cuvântul și sensul lui. Cuvântul, la început vorbit, iar mai apoi scris, reprezintă excitantul care provoacă aceeași acțiune pe care la început o provoca numai excitantul concret. De exemplu, cuvintele floare, leu, profesorul de biologie, directorul școlii etc. Aceste cuvinte înlocuiesc excitantul din mediu și provoacă o anumită reacție a organismului. Cu ajutorul cuvintelor omul în primul rând poate să comunice, să descrie și să generalizeze sau să prevadă desfășurarea ulterioară a unor fenomene. Dezvoltarea vorbirii are loc până la vârsta de 5-6 ani. În procesul de vorbire sunt implicate atât zonele senzoriale, cât și zonele motorii. De exemplu, vorbirea orală se formează cu participarea zonei senzoriale din lobul temporal și zona motorie din lobul frontal.

*Învățarea* este un proces de acumulare, prelucrare și valorificare a informației din mediul înconjurător. Rolul principal în procesul de învățare îl joacă scoarța cerebrală. La baza învățării stau procesele de acumulare a informației, formarea deprinderilor și utilizarea lor. Prin învățare și repetare se pune baza cunoașterii care, la rândul ei, determină inteligența omului.

Se deosebesc câteva forme ale învățării: prin observații și imitații, în urma formării reflexelor condiționate, învățarea conștientă.

*Memoria* este un proces de acumulare, stocare și reproducere a cunoștințelor despre mediul înconjurător, trăirile psihice etc. Există memorie de scurtă durată și memorie de lungă durată. Memoria de scurtă durată are la bază circuite închise de neuroni din diferite zone ale

creierului prin care se mișcă impulsul nervos. Totodată impulsul nervos induce sinteza unor substanțe responsabile de memorie.

Prin repetare se poate facilita trecerea la memoria de lungă durată.

Memoria de lungă durată se bazează pe sinteza substanțelor organice macromoleculare (acizi nucleici și proteine) în care se depozitează informația. Diminuarea cu vârsta a memoriei se explică prin scăderea capacității organismului de a sintetiza aceste substanțe. Pierderea parțială sau totală a memoriei se numește amnezie.

## **Tema 8. Scoarța cerebrală și activitatea nervoasă superioară**

Din cele studiate până acum cunoașteți că la baza activității sistemului nervos se afla actul reflex. Activitatea nervoasă inferioară este caracteristică animalelor inferioare și include totalitatea reflexelor necondiționate (înnăscute). Cu ajutorul reflexelor are loc dirijarea și coordonarea activității tuturor organelor corpului. Activitatea nervoasă superioară este caracteristică animalelor superioare. Ea are la bază activitatea etajelor superioare ale sistemului nervos, prin care se realizează adaptarea complexă și dinamică la mediu a organismului animal și uman. Aceste organisme au capacitatea de a selecta și a prelucra datele din mediu și a elabora răspunsuri adecvate noilor condiții. Activitatea nervoasă superioară se realizează cu ajutorul reflexelor necondiționate (înnăscute) și condiționate (dobândite).

### **8.1 Reflexele necondiționate și condiționate**

Savantul rus Pavlov a cercetat reflexele condiționate și a explicat mecanismul formării lor. El a folosit un câine căruia i s-a implantat o fistulă salivară pentru a colecta și măsura cantitatea de salivă secretată. Atunci când se dădea hrană, câinele saliva, adică se producea reflexul salivar. Pavlov a numit acest reflex necondiționat, deoarece nu a fost nevoie de nici o condiție suplimentară. Hrana, care este un excitant necondiționat, a declanșat un reflex salivar înnăscut.

În următoarea experiență Pavlov a introdus o condiție și anume înainte cu câteva secunde de ai da câinelui hrană, în fața lui se aprindea un bec. Repetând experimentul de mai multe ori, savantul a observat că animalul salivează la aprinderea becului, chiar dacă hrana nu era servită. La câine s-a format un reflex condiționat în urma asocierii unui excitant necondiționat (hrana), cu un excitant condiționat (becul aprins).

La formarea reflexului condiționat participă scoarța cerebrală. În cazul reflexului salivar necondiționat, se excită centru salivar din bulb și centru alimentar din scoarță care sunt în legătură. Atunci când se aprinde becul și se dă hrană animalului, ambele centre din scoarță (vizual și alimentar) sunt în stare de excitație. Dacă experimentul se repetă, între aceste două centre din scoarță se stabilește o legătură temporară. Aprinzând becul fără a i se da hrană are loc declanșarea reflexului salivar condiționat. Arcul acestui reflex este următorul: receptorul vizual – calea senzorială - centrul vizual din scoarța cerebrală - centru alimentar din scoarță-centru salivar din bulb - calea motorie-glanda salivară.

Formarea reflexului condiționat are la bază stabilirea legăturilor temporare dintre centrii nervoși corticali în stare de excitație.

Reflexele condiționate ajută animalelor să se adapteze la condițiile mereu în schimbare ale mediului înconjurător. Procesul de educație și instruire a omului să realizează în urma formării numeroaselor reflexe condiționate.

Principalele deosebiri dintre reflexele necondiționate și condiționate

Reflexe necondiționate	Reflexe condiționate
Sunt înnăscute	Se formează în anumite condiții
Arcul reflexelor este preformat și se închide la nivelul etajelor inferioare ale creierului	Arcul reflex se formează în timpul învățării și se închide la nivelul scoarței cerebrale
Se moștenesc	Nu se moștenesc
Se păstrează pe tot parcursul vieții	Este temporar
Există la toți reprezentanții speciei	Se formează la un individ

## Tema 9. Sistemul nervos vegetativ

### 9.1 Structura sistemului nervos vegetativ

Sistemul nervos vegetativ dirijează și coordonează funcțiile organelor interne. Activitatea lui este involuntară și se desfășoară atât în stare de veghe, cât și în timpul somnului. În structura sistemului nervos vegetativ distingem porțiunea centrală și periferică. Porțiunea centrală include centrii nervoși vegetativi din măduva spinării și trunchiul cerebral, iar segmentul periferic cuprinde ganglionii nervoși vegetativi și fibrele nervoase vegetative.

După unele particularități morfofuncționale sistemul nervos vegetativ poate fi divizat în sistemul nervos simpatic și parasimpatic. Majoritatea organelor interne sunt inervate de fibre simpatice și parasimpatice.

### Structura comparativă a sistemului nervos simpatic și parasimpatic

Sistemul nervos simpatic	Sistemul nervos parasimpatic
Centrii nervoși sunt situați în coarnele laterale ale măduvei spinării, regiunea toracolumbară.	Centrii nervoși sunt situați în nucleii din trunchiul cerebral și regiunea sacrală a măduvei spinării
Neuronul preganglionar este mai scurt și formează sinapsă în ganglionii laterali.	Neuronul preganglionar este mai lung și formează sinapsă în ganglionii previscerali
Intervine în situații de stres	Este activ în condiții obișnuite de viață.

### 9.2 Funcțiile sistemului nervos vegetativ

Activitatea SNV, la fel ca și SNS, are la bază mecanismul reflex. Cele două componente vegetative acționează complimentar, adică stimularea unui segment vegetativ este însoțit de diminuarea activității celuilalt.

Organul inervat	Sistemul nervos simpatic	Sistemul nervos parasimpatic
mușchiul radiar al irisului	contractie -- mărirea pupilei	-----
mușchiul circular al irisului	-----	contractie—micșorarea pupilei
căile respiratorii	relaxarea mușchilor bronhiilor	contractia mușchilor bronhiilor
inima	acelerează frecvența cardiacă	scade frecvența cardiacă
vasele inimii	relaxarea mușchilor netezi	contractia mușchilor netezi
tractul digestiv	scade tonusul și motilitatea	crește tonusul și motilitatea
ficatul	eliberează glucoză în sânge	-----
pancreasul	-----	crește secreția
glandele suprarenale	crește secreția adrenalinei	-----
tiroida	crește secreția	-----
vezica urinară	relaxarea mușchilor netezi	contractia mușchilor netezi
neuromediatorii	adrenalina, noradrenalina, serotonină	acetil colina

## Tema 10 Igiena, disfuncții și maladii ale sistemului nervos

### 10.1 Noțiuni de igienă

Buna funcționare a organismului uman este determinată de activitatea sistemului nervos. El joacă rolul principal în stabilirea echilibrului dintre organism și mediul de viață. Omul trebuie să cunoască particularitățile de funcționare a organismului său pentru a valorifica factorii benefici și de a reduce consecințele factorilor distructivi externi și interni.

**Igiena** (gr. hygieina-sănătate) este o ramură a medicinei care elaborează normele de apărare a sănătății și formele de aplicare a lor. Principalii factori care pot afecta dezvoltarea și



funcționarea sistemului nervos sunt: starea sănătății mamei, traumatismele, stresul, unele preparate medicamentoase, alcoolul, nicotina, drogurile etc.

Printre obiectivele de bază ale educației în familie și în școală trebuie să fie formarea deprinderilor la copii de a respecta normele igienico-sanitare, regulile de conviețuire în comunitate etc. Cunoașterea și reducerea factorilor distructivi contribuie la creșterea capacității de muncă și ameliorarea sănătății. Dimpotrivă, activitatea intelectuală intensă, acțiunea unor factori nocivi pot provoca multe maladii ale sistemului nervos.

### **10.2 Maladii ale sistemului nervos**

**Meningita** constă în inflamarea meningelor și se manifestă prin dureri de cap, gâtul înțepenit, vomă, somnolență. Poate fi de origine bacteriană, virotică, micotică etc. Foarte periculoasă este meningita bacteriană care poate duce la lezarea creierului, pierderea auzului etc.

**Turbarea** (rabia) este o maladie virală care atacă sistemul nervos central. Virusul turbării, prezent în saliva animalelor bolnave, este transmis omului prin mușcături. Simptomele bolii sunt febră, vomă, dureri abdominale, amețeli. Tratamentul modern este vaccinul antirabic și imunoglobulina care trebuie aplicată nu mai târziu de două săptămâni de la momentul infectării.

**Mielita** este o inflamație a măduvei spinării sau a unor nervi mielinizați, provocată de virusul neurotropic. Această maladie poate fi și o consecință a gripei, variolei, scarlatinei. Boala se manifestă prin dureri de cap, somnolență, febră, dureri musculare, vomă. Tratamentul mielitei se efectuează în condiții de spital.

#### **Bolile psihice**

**Nevrozele** sunt provocate de tulburarea dinamicii proceselor nervoase în urma unor solicitări psihice excesive. Principalele forme de nevroze sunt: neurostenia, isteria, psihoastenia. Simptomele nevrozei astenice sunt durerile de cap, insomnia etc.

**Oboseala intelectuală** și surmenajul sunt stări de oboseală ce apar după eforturi fizice și intelectuale îndelungate. Ele nu dispar după o perioadă de odihnă, de aceea sunt necesare tratamente mai îndelungate.

**Psihozele** constituie un grup de maladii psihice care se manifestă prin tulburări de comportament. Bolnavul se află des în stare de depresie și neliniște, este incapabil de a se încadra în mediul familiei și al comunității.

Prevenirea bolilor sistemului nervos se poate face prin evitarea surmenajului nervos, prin respectarea unui regim de muncă echilibrat. Odihna trebuie să fie activă, în medii curate și cât mai variate.

#### **Lucrare practică 1**

**Tema:** Analiza microscopică a țesutului nervos.

**Materiale necesare:** Micropreparate cu țesut nervos, un microscop.

**Mod de lucru:** Examinează la microscop preparate cu țesut nervos. Observă componentele țesutului. Identifică neuronii. Studiază forma, dimensiunile celulei și părțile ei componente. Compară imaginile de la microscop cu desenele din manual. Formulează concluzii despre caracterele specifice de structură a neuronului.

Desenează un neuron și indică părțile componente.

#### **Lucrare practică 2**

**Tema:** Studiarea reflexului patelian și a reflexului bicipital.

**Materiale necesare:** un ciocănaș, un scaun.

**Mod de lucru:** *Experiența 1.* Așază-te pe scaun în poziția picior peste picior. Lovește cu ciocănașul zona de sub patelă în dreptul tendonului cvadriceps. Observă contracția mușchiului și mișcarea gambei. Analizează imaginile din manual. Reprezintă schematic arcul reflexului patelian. Explică rolul fiecărui segment al arcului reflex.

*Experiența 2.* Ține mâna colegului, conform imaginii din manual și lovește cu ciocănașul tendonul mușchiului biceps. Observă flexiunea antebrațului. Explică mecanismul reflexului. Analizează imaginile din manual. Identifică componentele arcului reflex. Formulează concluzii cu privire la rolul reflexelor patelian și bicipital în medicină.

#### **Lucrare practică 3**

**Tema:** Rolul cerebelului și altor componente cerebrale în menținerea poziției verticale și a echilibrului corpului.

**Mod de lucru:** Încearcă să-ți menții echilibrul: a) cu ochii deschiși și închiși; b) stând în două picioare și într-un picior; c) aranjând picioarele unul în fața celuilalt. Analizează imaginile din manual. Identifică pe desene componentele encefalului care asigură menținerea poziției verticale a corpului. Reprezintă schematic mecanismele de menținere a echilibrului. Formulează concluzii despre rolul componentelor SNC și a musculaturii scheletice în mișcarea corpului, menținerea poziției verticale și păstrarea echilibrului.

## Capitolul 2 Recepția senzorială

## Capitolul 3 Reglarea umorală

## Capitolul 4 Locomoția

## Capitolul 5 Respirația

## Capitolul 6 Nutriția

## Capitolul 7 Circulația substanțelor în organism

## Capitolul 8 Excreția

## Capitolul 9 Reproducerea și dezvoltarea

## Capitolul 10 Genetica omului

### Tema 1 Metodele de cercetare în genetica umană

Moștenirea caracterelor la om, a unor maladii și malformații ereditare au fost studiate și descrise încă în antichitate (Hipocraț, Aristotel). În secolul al XIX-lea era cunoscut că una din cauzele bolilor ereditare este încrucișarea apropiată (consangvinizarea sau căsătoria între rudele apropiate). În prezent este studiat modul de transmitere a mii de caractere normale și patologice la om.

**Genetica umană** reprezintă o ramură a geneticii generale. Ea a început să se dezvolte în secolul al XIX-lea odată cu descoperirea legilor de bază ale eredității. Deoarece în cercetarea eredității umane era dificil, uneori imposibil de aplicat metodele tradiționale, au fost elaborate metode speciale.

**Metoda genealogică** (sau pedigriului) constă în studierea modului de transmitere ereditară a caracterelor normale sau patologice pe parcursul generațiilor. Această metodă este utilizată în scopuri științifice, de diagnostic și prognozarea diferitor maladii în succesiunea de generații.

**Metoda studiului gemenilor monoziгоți** permite determinarea rolului eredității și a factorilor de mediu în manifestarea anumitor caractere la gemenii univitelini, care sunt genetic identici. De exemplu, determinarea normei de reacție a unor caractere la gemenii univitelini.

Metoda citogenetică este complexă și reprezintă cercetarea celulelor în diviziune (în metafază și telefaza timpurie) cu scopul determinării structurii și numărului de cromozomi.

**Metoda studiului familiilor consangvine și a izolatelor** se aplică pentru studierea caracterelor determinate de genele recesive care se pot manifesta fenotipic în stare homozigotă. Consangvinizarea se produce în comunitățile umane izolate (pe insule, în munți etc.), iar probabilitatea apariției unor maladii cauzate de genele recesive este foarte mare.

**Metoda diagnosticului prenatal** constă în studierea lichidului amniotic prelevat prin amniocenteză. Ea permite depistarea unor maladii cromozomiale și metabolice în timpul sarcinii care se pot manifesta și la nou-născuți.

**Metoda statistică** se folosește pentru determinarea frecvenței unor gene în populațiile umane.

Metoda ecografică permite determinarea unor malformații congenitale majore (de exemplu hidrocefalia etc.).

### Tema 2 Moștenirea caracterelor la om

#### 2.1 Cariotipul uman

Cunoașteți, că celulele somatice ale omului conțin 46 de cromozomi sau 23 de perechi care constituie cariotipul speciei ( $2n=46$ ). Dintre aceștea 44 au fost numiți autozomi, iar o pereche –heterozomi sau cromozomi ai sexului. Utilizând metode moderne de cercetare (colorări diferențiate etc.), savanții au întocmit idiograma cariotipului uman. În funcție de particularitățile

morfologice, inclusiv poziția centromerului, cromozomii au fost clasificați în 7 grupe. Analizând imaginile veți observa că cromozomii X se aseamănă cu cei din grupa a 6-a, iar cromozomii Y, cu cei din perechea a 22-a. Fig. Idiograma cariotipului uman.

### 2.2 Moștenirea caracterelor autozomiale

Moștenirea caracterelor la om poate fi monogenică sau poligenică. Moștenirea monogenică este determinată de o pereche de gene alele. Acestea pot fi autozomiale sau heterozomiale, dominante sau recesive.

Caractere monogenice autozomale

Dominante	Recesive
ochi căprui nas mare prezența pistruilor păr castaniu păr ondulat	ochi albaștri nas mic lipsa pistruilor păr deschis păr drept

Cunoașteți de la lecțiile anterioare că, moștenirea poligenică este determinată de câteva perechi de gene care pot interacționa între ele. Gradul de expresie a caracterului depinde de numărul de alele dominante ale genelor prezente.

### Caracterele poligenice autozomiale

Tipurile de interacțiuni ale genelor	Caracterele
dominanța incompletă codominanța polimeria	anemia cu hematii falciforme grupa de sânge AB ( $I^A I^B$ ) pigmentația pielii presiunea sangvină etc.

### 2.3 Determinismul cromozomial al sexelor la om

Ați studiat anterior, că la majoritatea organismelor, inclusiv la om, sexul se determină în momentul fecundării și depinde de tipul de gameți care participă la acest proces.

$$\begin{array}{l}
 P \quad \text{♀ } 44A + XX \quad \cdot \quad \text{♂ } 44A + XY \\
 G \quad 22A + X \quad \quad \quad 22A + X; 22A + Y
 \end{array}$$

F<sub>1</sub>

♀	♂	22A + X	22A + Y
22A + X		44A + XX	44 + XY

Există câteva etape în diferențierea sexelor la om:

*genetică* – odată cu formarea zigotului

*gonadică* – include procesul de formare a glandelor sexuale;

*hormonală* – perioada de constituire anatomică și fiziologică a glandelor sexuale;

*pubertatea* – între 12-14 ani la fete și 13-16 ani la băieți când are loc maturarea funcțiilor sexuale și apariția caracterelor sexuale secundare.

### 2.4 Moștenirea caracterelor cuplate cu sexul

La om, de asemenea există caractere ce sunt determinate de gene localizate în heterozomi (Xși Y). De exemplu, chelia este caracter determinat de o genă dominantă. La bărbați acest



- radiații ionizante;
- unele medicamente și anticoncepționale, unele pesticide etc.;
- boli virotice;
- tulburări endocrine;
- vârsta înaintată etc.

### 3.3 Profilaxia bolilor ereditare

1. Diminuarea impactului factorilor mutageni.
2. Protejarea sarcinii de factorii externi și interni (stres, radiații, viroze etc.)
3. Depistarea purtătorilor de gene recesive
4. Diagnosticul prenatal

## Capitolul 11 Evoluția omului

### Tema 1 Dovezile originii animale a omului

Conform teoriei evoluționiste, omul a apărut în urma unui proces natural îndelungat sub acțiunea factorilor biologici și sociali, numite *forțe motrice ale antropogenezei*. Există numeroase dovezi ale originii animale a omului, oferite de studiul comparat al morfologiei, anatomiei, fiziologiei, biochimiei, geneticii, embriologiei, paleontologiei, etologiei etc.

În sistemul filogenetic al organismelor vii, omul ocupă următoarea poziție sistematică:

**Domaniul** Eucariota

**Regnul** Animale

**Filum** Cordate

**Subfilumul** Vertebrate

**Supraclasa** Tetrapode

**Clasa** Mamifere

**Ordinul** Primate

**Familia** Hominide

**Genul** Homo

**Specia** Homo sapiens (omul înțelept)

Omul este un mamifer, întrucât posedă toate însușirile caracteristice acestei clase: trei categorii de dinți, diafragma, glandele mamare etc. Prezența rudimentelor (coccisul, apedincele vermicular) și apariția la unii indivizi a atavismelor (coadă, mamiloane), asemănările în dezvoltarea embrionară, a particularităților fiziologice și genetice, confirmă originea animală a omului.

Din animalele contemporane, cele mai asemănătoare cu omul sunt maimuțele antropoide. Totodată, omul se deosebește de acestea, având următoarele caractere specifice:

- a) mersul biped;
- b) membrele superioare bine dezvoltate și care pot îndeplini mai multe funcții;
- c) vederea binoculară (stereoscopică);
- d) limbajul articulat.

Așadar, maimuțele antropoide contemporane nu sunt strămoșii apropiați ai omului. Se presupune că atât omul cât și maimuțele antropoide ar avea un strămoș comun.

### Tema 2 Principalele etape ale evoluției omului

Pe baza datelor acumulate în urma studiului resturilor fosile ale maimuțelor antropoide și ale oamenilor străvechi, au fost reconstruite principalele trepte ale evoluției omului. Se presupune că procesul de antropogeneză a început de la *driopiteci*, maimuțe antropoide primitive care populau pădurile tropicale din Africa, Asia și Europa acum 30 mln de ani și au dispărut de 8 mln de ani. Acestea trăiau în copaci, se hrăneau cu fructe și aveau membrele anterioare bine dezvoltate. Ca urmare a instalării unei clime uscate și reducerii suprafețelor cu păduri, acum circa 15 mln de ani, driopitecii s-au separat în două ramuri care ulterior au dat naștere la două

familii: pangide sau maimuțe antropoide (gorila, urangutanul, cimpanzeul) și hominide (strămoșii omului). Pongidele au rămas la modul de viață arboricol, iar hominidele treptat au cucerit spațiile deschise. Ulterior, în unele populații de hominide au apărut strămoșii omului – australopitecii, care au trăit cu 5-25 mln de ani în urmă. Mulți savanți consideră australopitecii ca o formă de trecere de la maimuțele antropoide la oamenii străvechi.

Există mai multe ipoteze cu privire la evoluția australopitecilor. Savanții presupun că una din primele specii de oameni străvechi a fost **Homo habilis** (omul îndemânat). Acesta a apărut acum 2-3 mln de ani ca o ramură progresivă a australopitecilor și constituie prima treaptă pe scara evoluției genului Homo. Homo habilis a trăit în regiunile de est și de sud ale Africii și Asiei unde au fost găsite resturi fosile.

De la omul îndemânat Homo habilis a provenit, probabil omul îndemânat cu poziție verticală **Homo erectus**. Apariția acestei specii a constituit o treaptă superioară în evoluția **genului Homo**. Se presupune că Homo erectus a apărut în Africa de unde s-a răspândit în Europa și Asia.

Caracteristicile	Driopiteci	Australopiteci	Homo habilis	Homo erectus
Înălțimea				
Greutatea				
Alcătuirea craniului				
Volumul creierului				
Poziția corpului și modul de deplasare				
Modul de viață				
Utilizarea obiectelor				
Comunicarea				
Vârsta				

Evoluția ulterioară a genului Homo s-a desfășurat în trei etape: *oameni străvechi* (pitecantropi și sinantropi); *oameni vechi* (omul de Neandertal); *oamenii contemporani-cromagnonii*.

**Oamenii străvechi** (arheantropii) au apărut cu 500-800 mii de ani în urmă. În baza studiului resturilor fosile au fost identificate 2 forme de oameni străvechi: pitecantropul și sinantropul. Ei sunt considerați reprezentanți ai speciei Homo erectus datorită asemănărilor în morfologia și structura organelor, a poziției verticale și mersului biped. Resturile fosile ale pitecantropilor au fost găsite pe insula Iava, iar a sinantropilor, într-o peșteră din apropierea Beijingului.

**Oamenii vechi** sau fosili (paleoantropii) au trăit cu 80-40 mii de ani în urmă. Rămășițele lor au fost găsite pentru prima dată în Germania în grota din valea Neandertal, în bazinul râului Diissel, afluent al Rinului. Neanderthalii erau răspândiți în Europa, Africa și Asia.

Evoluția biologică, perfecționarea relațiilor de comunicare, dezvoltarea intelectului au determinat apariția unei noi specii Homo sapiens.

**Oamenii contemporani** (neoantropii) au apărut acum 40 mii de ani. Primele rămășițe ale oamenilor contemporani au fost găsite în peștera Cro-Magnon din Franța. Ulterior, schelete

asemănătoare au fost descoperite și în alte regiuni din Europa, nordul Africi și Asia (China). Savanții consideră că paleoantropii și neoantropii aparțin speciei *Homo sapiens*. În evoluția cromagnionilor, un rol important l-au jucat factorii sociali: instruirea, educația, comunicarea.

Caracteristicile	Arheantropi	Paleoantropi	Neoantropi
Înălțimea			
Greutatea			
Alcătuirea craniului			
Volumul creierului			
Poziția corpului și modul de deplasare			
Modul de viață			
Utilizarea obiectelor			
Modul de comunicare			
Vârsta			

Pentru a explica originea și răspândirea omului pe Pământ au fost elaborate 2 concepții: *monocentristă* și *policentristă*. Conform concepției monocentriste omul a apărut într-o singură regiune geografică. Concepția policentristă demonstrează că oamenii au apărut în diferite regiuni ale Terrei.

În concluzie, omul este o ființă biosocială. Apariția lui este rezultatul acțiunilor interdependente ale factorilor biologici și sociali. În prezent evoluția omului continuă. Ritmul evoluției biologice este redus în comparație cu evoluția socială, culturală, economică, grație nivelului său de inteligență și educație.

Viitorul omului va depinde în mare parte de capacitatea lui de a utiliza rezervele biologice determinate de genotip, precum și de a se adapta la noile condiții ale mediului de trai care sunt în permanentă schimbare.

### **Tema 3 Forțele motrice ale evoluției omului**

După cum cunoașteți, evoluția omului a avut loc sub acțiunea factorilor biologici și sociali. În primele etape ale procesului evolutiv au predominat factorii biologici. Treptat au intervenit și factorii sociali care, în ultimele etape ale evoluției au jucat un rol determinant.

Factori biologici	Factori sociali
ereditatea	capacitatea de a produce și utiliza unelte de muncă
variabilitatea	organizarea socială
izolarea și selecția naturală	vorbirea și comunicarea
lupta pentru existență	gândirea
selecția sexuală	conștiința



Evoluția socială a omului include dezvoltarea vorbirii, gândirii, artei, culturii, educației culminând cu revoluția tehnico-științifică, cucerirea spațiului cosmic, dezvoltarea medicinei moderne, mijloacelor de comunicare, inclusiv a internetului.

#### **Tema 4 Rasele umane**

Pe Pământ trăiește o singură specie umană *Homo sapiens sapiens*. Ea este o specie politipică, adică este constituită din mai multe rase. Conform antropologiei clasice, **rasa reprezintă un grup natural de oameni care posedă anumite caractere ereditare comune**. La moment sunt identificate trei rase mari: **europoidă, mongoloidă și negroidă**. În cadrul fiecărei rase mari există câteva rase mai mici. Indivizii diferitelor rase se deosebesc după mai multe caractere care s-au format în timp sub influența factorilor biologici, a condițiilor mediului de trai, izolării geografice etc.

##### ***Caracteristicile celor trei rase principale***

###### *Rasa europeidă*

Pielea de culoare deschisă, părul drept de culoare deschisă sau închisă, nasul drept cu septul nazal înalt, buzele de grosime medie, barba proeminentă.

###### *Rasa mongoloidă*

Pielea de culoare galbenă până la brun, părul drept de culoare închisă, pilozitatea feței la bărbați slab dezvoltată, nasul turtit și puțin proeminent.

###### *Rasa negroidă.*

Pielea de culoare neagră, părul negru creț, nasul turtit și larg, buzele groase.

# Ecologia și protecția naturii

## Capitolul 1 Noțiuni generale de ecologie

**Tema 1 Scurt istoric al dezvoltării ecologiei**

**Tema 2 Nivelurile de integrare și organizare a materiei vii**

**Tema 3 Rolul ecologiei în folosirea rațională a naturii**

**“Ocrotiți Natura, nesecat izvor al vieții și creației noastre”  
O.B.G.**



## **Tema 1 Scurt istoric al dezvoltării ecologiei**

**Ecologia** (gr.*oikos*-casă, loc de trai, *logos*-știință) este știința care studiază relațiile dintre organisme și mediul lor de viață. Obiectul de studiu al ecologiei îl constituie nivelurile supraindividuale de organizare a materiei vii, integrate în substratul abiotic. Termenul de *ecologie* a fost propus și definit de biologul german Ernst Haeckel în anul 1866 cu sensul “domeniul de cunoștințe privind gospodărirea naturii”. Ecologia ca știință s-a constituit în a doua jumătate a secolului al XIX-lea, grație acumulării și sistematizării cunoștințelor din domeniul biologiei, fiziologiei, agriculturii, biogeografiei, chimiei etc. Savanții au constatat că atât relațiile dintre organisme, cât și interacțiunea acestora cu mediul de trai, sunt determinate de anumite legături. Unul dintre primii savanți care a evidențiat interacțiunile complexe existente în lumea vie a fost Ch. Darwin. El a descris un raționament prin care a explicat cum recolta de trifoi depinde de numărul și activitatea pisicilor. Trifoiul este polenizat de bondari, iar numărul populațiilor de bondari depinde de efectivul de șoareci, deoarece ei le distrug cuiburile. În fine, numărul de șoareci depinde de numărul de pisici.

În secolul al XX-lea ecologia s-a dezvoltat foarte repede, metodele de cercetare s-au îmbunătățit, iar mijloacele de investigație s-au perfecționat. Deja la începutul secolului se elaborează metode noi de cercetare, sunt definite noțiunile: biocenoză (comunitate), habitat etc. Unul dintre primii savanți din lume care a aplicat principiile ecologiei în studiile sale hidrobiologice a fost biologul român Grigore Antipa (1867-1944), elev al lui E. Haeckel, fondator al Muzeului de Istorie Naturală din București.

Un rol important în dezvoltarea ecologiei l-a jucat zoologul britanic Charles Elton, care a pus bazele ecologiei trofice. El a demonstrat că biocenozele se structurează în funcție de relațiile de nutriție (trofice). Baza teoretică și practică a cercetărilor în ecologia modernă o constituie teoria organizării sistemice a materiei vii.

*Ecologia generală* include mai multe ramuri, grupate în câteva domenii. Astfel, în funcție de nivelul de organizare a materiei vii deosebim ecologia organismelor, ecologia populațiilor, ecologia biocenozelor. Există ecologia tuturor grupelor de organisme: ecologia bacteriilor, plantelor, animalelor. Se dezvoltă ecologia marină, ecologia industrială etc. În ultimele decenii, o atenție deosebită este acordată *ecologiei umane* care studiază relațiile dintre oameni și mediul lor de trai, inclusiv cel social.

Cercetări de ecologie marină și ecologia apelor dulci din lunca inundabilă a Dunării au realizatologii români Mihai Băcescu și Nicolae Botnariuc. Ecosistemele subterane din România și Europa au fost studiate de biologul român Emil Racoviță, fondatorul biospeologiei.

Ecologia este o știință interdisciplinară și în procesul de dezvoltare folosește realizările multor discipline: ale științelor naturii, științelor sociale etc. Fenomenele legate de necesitatea protejării mediului contribuie la promovarea ecologiei pe primul plan al interesului umanității, deoarece ea ridică probleme de care depinde însăși existența omenirii.

Cele mai importante domenii de aplicare a cunoștințelor ecologice sunt: agricultura, industria, protecția naturii etc. Ecologia servește drept bază teoretică pentru dezvoltarea diferitelor ramuri ale economiei naționale. Cunoașterea legilor din domeniul ecologiei ne ajută să reducem efectele negative ale activității umane asupra mediului și apariția dezechilibrelor naturale.

În concluzie, cunoștințele din domeniul ecologiei sunt necesare pentru fiecare cetățean, în orice domeniu de activitate.

## **Tema 2 Nivelurile de integrare și organizare a materiei vii**

Cunoașteți, că materia este organizată sub formă de sisteme care s-au constituit în spațiu și timp. Sistemele biologice sunt sisteme deschise, adică întrețin cu mediul un permanent schimb de substanțe și energie. Ecologia modernă delimitează câteva niveluri structural-funcționale de integrare și organizare a materiei vii.

**2.1 Nivelurile de integrare** includ atât sisteme nevii (particule elementare, atomi, molecule), cât și sisteme vii (celule, țesuturi, organe, sisteme de organe).

**Principalele niveluri de integrare a materiei vii:**

*nivelul molecular* este reprezentat prin totalitatea substanțelor din celulă (ADN, proteine, glucide, lipide);

*nivelul celular* cuprinde diferite tipuri de celule individuale sau unite în țesuturi;

*nivelul tisular* include țesuturile din structura organelor;

*nivelul de organe* reprezintă totalitatea organelor din cadrul unui organism.

În concluzie, nivelurile de integrare a materiei vii sunt sisteme nebiologice și biologice ierarhizate, cuprinse în nivelul individual (organism).

**2.2 Nivelurile de organizare** sunt proprii numai sistemelor biologice. Ele sunt sisteme ierarhizate în cadrul cărora se realizează însușirile vieții.

**Principalele niveluri de organizare a materiei vii:**

*nivelul individual* cuprinde indivizi biologici indiferent de gradul lor de organizare (unicelulare sau pluricelulare, procariot sau eucariot);

*nivelul populațional* (sau al speciei) este reprezentat prin populații sau prin alte forme de existență a speciei;

*nivelul biocenotic* este constituit din totalitatea organismelor unei biocenoze, legate prin multitudinea de relații intraspecifice și interspecifice;

*nivelul biosferic* reprezintă un sistem planetar ce include totalitatea organismelor vii de pe Terra.

### **Tema 3 Rolul ecologiei în folosirea rațională a naturii**

Omul există pe contul naturii, fiind în permanentă interacțiune cu mediul de trai. În ultimul secol influența omului asupra mediului a crescut foarte mult. Intențiile bune ale oamenilor nu au fost întotdeauna încununate de succes, ci dimpotrivă, datorită insuficienței cunoașterii a problemelor ecologice extrinsec de complexe. De exemplu, desecarea mlaștinilor în Republica Moldova a avut drept consecință salinizarea solurilor; emisia în atmosferă a gazelor cu efect de seră a cauzat încălzirea globală a climei, combaterea chimică a unor insecte dăunătoare a avut ca urmare distrugerea unor specii de păsări și alte animale, poluarea apei și solului etc.

Cunoașterea legilor din domeniul ecologiei și respectarea lor, ne va ajuta să prevenim eventualele dezechilibre în natură care se pot răsfrânge negativ și asupra vieții noastre. Așadar, omul trebuie să-și organizeze activitatea în așa fel încât să nu provoace daune naturii, inclusiv deteriorarea mediului de trai.

## Capitolul 2 Ecologia ecosistemelor

### Tema 1 Noțiune de ecosistem. Componentele ecosistemului

**Ecosistemul** (gr. *oikos* – casă, *sistema* – toți compușii) reprezintă un complex ecologic unitar rezultat din interacțiunea organismelor vii și a factorilor abiotici. Termenul de *ecosistem* a fost introdus de botanistul englez A. Tensley (1935). Ecosistemul constituie o unitate relativ stabilă, care există în anumit spațiu și timp. El poate fi caracterizat prin mărime, origine, structură, vârstă etc. Dimensiunile ecosistemului pot varia foarte mult. De exemplu, o plantă uscată reprezintă un *microecosistem*, o pădure sau un lac-*mezoecosistem*, un ocean – *macroecosistem*, iar ecosfera constituie cel mai mare ecosistem. Hotarele ecosistemelor sunt aproximative și se stabilesc, de regulă, după speciile de plante edificatoare. În funcție de origine, ecosistemele pot fi naturale, seminaturale și artificiale.

Totalitatea organismelor vii din ecosistem reprezintă *biocenoza*. *Biotopul* constituie componenta lipsită de viață, sau mediul abiotic al ecosistemului. Între biotop și biocenoză au loc permanent schimburi de substanțe, energie și informație.

#### 1.1 Biotopul

Componentele lipsite de viață ale ecosistemului exercită o acțiune directă sau indirectă asupra organismelor biocenozei, din care cauză ele se mai numesc *factori ecologici abiotici*. Principalii factori abiotici sunt: *lumina, temperatura, umiditatea, compoziția chimică a aerului, apei și solului, vântul, curenții acvatici, relieful, altitudinea ecosistemului* etc.

**Lumina** asigură realizarea fotosintezei în celulele organismelor fotosintetizante. Pentru animale lumina ajută la recunoașterea lumii înconjurătoare și la orientarea în spațiu. Pe parcursul evoluției au apărut grupe de plante și alte organisme iubitoare de lumină și iubitoare de umbră.

Modificările periodice a duratei zilei au determinat apariția unor reacții specifice a organismelor care, în ansamblu, constituie *fotoperiodismul*. De exemplu, la unele plante lumina determină înflorirea, la animale vânatul, împerecherea. În baza fotoperiodismului, la organisme s-au format bioritmuri diurne și anuale (sezoniere).

**Temperatura** este un factor determinant în activitatea vitală și răspândirea organismelor pe glob. În procesul evolutiv organismele și-au creat adaptări fiziologice și de comportament la temperaturi scăzute și ridicate.

Adaptări fiziologice și de comportament a organismelor la temperaturi scăzute și ridicate

Temperaturi scăzute	Temperaturi ridicate

#### 1.2 Biocenoza

Biocenoza este o comunitate de organisme constituită în timp care populează un anumit teritoriu. Fiecare biocenoză este alcătuită dintr-un anumit număr de specii care poate varia în funcție de factorii abiotici. Drept exemplu de biocenoză poate servi totalitatea organismelor dintr-o pădure, dintr-o baltă, de pe o luncă. Cunoașteți, că biocenoza reprezintă un nivel de organizare a materiei vii superior populației. Structura și stabilitatea biocenozei este determinată de varietatea de specii, a relațiilor de conviețuire a organismelor, precum și relațiile stabilite între acestea și mediul lor de trai.

##### **Structura unei biocenoze**

Indiferent de natură și dimensiuni, fiecare biocenoză are o organizare generală comună. Din biocenoză fac parte:

*organisme autotrofe* (fotoautotrofe și chemoautotrofe) – plante, alge, o parte din bacterii;  
*organisme heterotrofe* – animale, ciuperci și majoritatea bacteriilor.

Unitatea ecologică de bază a tuturor biocenzelor este *populația*. Ea reprezintă o structură complexă cu rol important în alcătuirea și funcționarea biocenozei. Așadar, în toate biocenozele speciile sunt reprezentate prin una sau mai multe populații. Principalele caracteristici ale unei

populații sunt: efectivul, densitatea, distribuția în spațiu a indivizilor, structura de sex, structura de vârstă a indivizilor etc. Populațiile care alcătuiesc o biocenoză sunt legate prin relații intraspecifice și interspecifice. Acestea pot fi relații de nutriție, de apărare, de reproducere.

### **Relațiile de nutriție**

În funcție de relațiile de nutriție dintre specii, biocenoza are următoarele componente structurale (numite și categorii trofice):

**producători** – organisme fotoautotrofe, de regulă plantele și algele fotosintetizante și organisme chemoautotrofe (unele grupe de bacterii). Ele sintetizează substanțele organice necesare pentru existența biocenozei;

**consumatori** – organisme care consumă substanțele organice și asigură transformarea succesivă a acestora. Se deosebesc *consumatori primari* – organisme fitofage (animale erbivore); *consumatori secundari* – organisme zoofage (animale carnivore); *consumatori terțiari* – organisme care se hrănesc cu consumatori secundari (animale răpitoare);

**descompunători (reducători)** – organisme care se hrănesc cu substanțe organice din organismele moarte (detritus). Ele descompun substanțele organice până la substanțe minerale. Rolul de reducători îl exercită bacteriile, ciupercile de mușcari, unele protozoare etc.

### **Lanțuri și rețele trofice**

Relațiile de nutriție dintre producători, consumatori și descompunători pot fi reprezentate sub formă de *lanțuri trofice* sau *rețele trofice*. Lanțul trofic reflectă fluxul de energie și circuitul materiei în ecosistem. Fiecare verigă a lanțului trofic constituie un nivel trofic. Numărul verigilor într-un lanț trofic este limitat și nu depășește 5-6 deoarece transferul de energie de la o verigă la alta nu se realizează în întregime, ci cu anumite „pierderi”.

În ecosistem se întâlnesc următoarele tipuri de lanțuri trofice:

**erbivor-carnivor**: plantă - animal fitofag - animal carnivor primar - animal carnivor secundar - animal carnivor terțiar;

**detritivor**: detritus - organism detritivor - animal zoofag;

**parazital**: organism gazdă-parazit.

Organismele din ecosisteme au mai multe surse de hrană și, ca rezultat, lanțurile trofice se încrucișează, formând *rețele trofice*. În nodurile rețelelor trofice se află animale omnivore sau animale carnivore care controlează mai multe lanțuri trofice. Prin urmare, stabilitatea rețelelor trofice depinde de numărul și de gradul de contact dintre lanțurile trofice constitutive.

Cu toate că majoritatea autorilor nu includ în lanțurile și rețelele trofice descompunătorii, ei trebuie luați în considerație deoarece joacă un rol important în fluxul de energie și circuitul materiei în ecosistem.

### **Piramidele trofice sau ecologice**

Structura și stabilitatea biocenozei depinde foarte mult de relațiile de nutriție existente între populații. Reprezentarea grafică a raporturilor cantitative dintre nivelurile trofice ale biocenozei a fost comparată de savantul britanic Ch.Elton cu o piramidă. El a numit-o piramidă trofică sau ecologică. La baza piramidei ecologice se află primul nivel trofic, format din producători, iar în vârf sunt consumatorii terțiari sau cuaternari.

În funcție de criteriul analizat, deosebim piramide trofice a *biomasei*, *energiei* și a *numărului de indivizi (numerice)*.

În cazul piramidei trofice energetice, cantitatea de energie descrește de la bază spre vârf. Piramida trofică numerică și a biomasei poate avea baza mai mare sau mai mică în funcție de tipul ecosistemului.

Cunoscând legile circuitului materiei și fluxul de energie în ecosistem, omul poate planifica activitatea de producere, evitând suprasolicitația și deteriorarea ecosistemelor naturale sau diminuarea productivității ecosistemelor artificiale.

### **Rolul relațiilor interspecifice în biocenoză**

În cadrul biocenozei, populațiile de organisme interacționează direct sau indirect, permanent sau temporar. Un rol important în existența biocenozei îl au interacțiunile directe între indivizi, care pot fi *pozitive*, *negative* sau *absente*. În funcție de rolul lor pentru indivizi, se deosebesc câteva tipuri de relații interspecifice: *neutralism*, *concurență*, *comensalism*, *simbioză*, *parazitism*, *prădătorism* etc.

Analizând relațiile interspecifice în biocenoză constatăm că acestea sunt întotdeauna avantajoase pentru populație. Datorită acestor relații sunt înlăturați indivizii bolnavi și bătrâni, rămânând cei tineri care transmit descendenților însușirile lor. Paraziții, prădătorii contribuie și ei la reglarea efectivelor celor două populații. În așa mod, cu prețul sacrificării unor indivizi, se asigură menținerea speciei.

## **Tema 2 Principalele tipuri de ecosisteme naturale**

În funcție de substratul abiotic se deosebesc ecosisteme naturale terestre și acvatice.

### **2.1 Ecosisteme terestre**

Din ecosistemele terestre fac parte *pădurile*, *stepetele* și *peșterile*.

**Ecosistemele de pădure** au o structură complexă datorită numărului mare de specii care le populează. La nivel planetar există păduri de conifere, păduri de foioase din zona temperată, păduri tropicale. În Republica Moldova se întâlnesc păduri de foioase de deal și câmpie. La momentul actual ele ocupă circa 8,2% din suprafața țării. În funcție de speciile de plante edificatoare se deosebesc păduri de stejar (dumbrăvi), păduri de carpen, păduri umede de luncă.

*Pădurile de stejar* formează masive mici sau crânguri printre terenurile agricole. Caracteristic pentru ele sunt speciile de plante lemnoase: *stejarul-comun*, *gorunul*, *stejarul-pufos*, *carpenul*, *arțarul*, *alunul*, *cireșul de pădure*, *frasinul*, *păducelul*, *teiul*, *sângerul*, *măceșul*.

Din plantele erboase cresc: *ghiocelul*, *grăușorul*, *toporașul*, *leurda*, *obsiga*, *ceapa ciorii*, *vioreaua*.

În țara noastră, *dumbrăvi de stâncă* mai pot fi întâlnite pe coastele abrupte ale Nistrului.

Caracteristic pentru Republica Moldova sunt *pădurile de carpen* care se întâlnesc preponderent în Codri. Din speciile edificatoare ale acestor păduri fac parte *carpenul*, *stejarul*. Arbuștii și plantele erboase sunt slab dezvoltate.

*Pădurile umede din luncile Prutului și Nistrului* au o biocenoză specifică adaptată la biotopul cu umiditate sporită. Din plantele lemnoase crește *salcia*, *plopul alb*, *plopul negru*, *stejarul pedunculat*, *ulmul*, *arțarul*, *alunul*, *crușinul*, *vița-de-vie sălbatică*, *murul*, *stângenelul*. Din plantele erboase se întâlnesc: *golomățul*, *lăcrămioara*, *piciorul caprei*.

#### **Ecosistemul de stepă.**

În țara noastră, majoritatea stepelor au fost cultivate. S-au păstrat mici suprafețe în Bugeac și în regiunea Bălțului, pe unele povârnișuri stâncoase și abrupte. Caracteristic pentru stepă este predominarea plantelor erboase xerofite (rezistente la uscăciune) din cauza insuficienței de umiditate. Plantele au rădăcini lungi, limbul frunzei redus. În general, flora și fauna este mai săracă în comparație cu celelalte ecosisteme terestre. În stepă cresc următoarele specii de plante: *dedițelul*, *lumânărica*, *pelinița*, *bărboasa*, *rușcuța de primăvară*, *negara*, *firuța*, *cimbru*, *coada șoarecelui*, *astragalul*, *caragana*.

Consumatorii primari sunt multe insecte fitofage: *greerii*, *lăcustele*, *cărăbușii*. Consumatori secundari sunt insectele prodătoare, *păianjenii*, *șopârlele*, *păsările insectivore*. Din consumatorii terțiari se întâlnește *uliul*.

#### **Peștera.**

Peșterile se formează prin dizolvarea rocilor calcaroase solubile de către apele de infiltrație. Biotopul peșterilor este specific: umiditate ridicată (95%), obscuritate, temperatură relativ constantă (10° C).

Biocenoza este constituită, de regulă, din organisme heterotrofe: bacterii, ciuperci, animale (viermi, melci, crustacee, păianjeni, insecte, pești, amfibieni, lilieci). În timpul ernii unele organisme se retrag în peșteri pentru ernat (artropode, mamifere). Sursa de hrană este detritusul organic adus de la suprafața de apele de infiltrație. În unele peșteri trăiesc bacterii

chemosintetizatoare care folosesc energia rezultată din oxidarea hidrogenului sulfurat etc. Condițiile de obscuritate din peșteri au determinat depigmentarea corpului animalelor, reducerea sau lipsa ochilor. Datorită condițiilor relativ constante, organismele din peșteri s-au menținut aproape neschimbate.

În republica Moldova există mai multe peșteri în roci de calcar și ghips. Cea mai mare este peștera Emil Racoviță, situată lângă satul Criva raionul Briceni.

## 2.2 Ecosistemele acvatice.

Ecosistemele acvatice pot fi împărțite în câteva categorii: de ape curgătoare (pârâuri, râuri, fluvii), de apă stătătoare (lacuri, bălți, mlaștini), mări și oceane.

Biotopul acestor ecosisteme prezintă trei zone: litoralul, masa de apă și fundul. Principalii factori abiotici sunt: grosimea stratului de apă, curenții de apă, transparența, temperatura, compoziția chimică a apei. În Republica Moldova există numeroase ecosisteme de ape curgătoare și stătătoare.

### *Ecosistemul lacul*

Biocenoza este alcătuită din organisme ce trăiesc în masa de apă (pelagice), pe fundul bazinului acvatic (bentonice) și în zona de litoral. Din plantele ce cresc în jurul unui lac fac parte: *broscărița, coada calului, cornaci, papura, stuful, săgeata apei, dentița, pătlagina, nufărul*. În masa apei producători sunt: *fitoplanctonul (alge)*, iar consumatorii constituie: *zooplanctonul, protozoare, viermi, moluștele, crustaceele, insectele, peștii, amfibienii, păsările de baltă*. Pe fundul apei trăiesc *viermi, larve de insecte, scoici, unii pești*.

## Tema 3 Funcțiile ecosistemelor

Ecosistemul îndeplinește trei funcții principale: cea *energetică*, de *circulație a materiei* și de *autoreglare*.

### 3.1 Funcția energetică

Cunoașteți, că una din condițiile existenței oricărui ecosistem este aflulxul permanent de energie din mediu. Principala sursă de energie pentru ecosistemele naturale este energia radiantă solară.

Activitatea energetică a ecosistemelor este determinată de două principii ale fizicii:

- principiul conservării energiei* conform căruia energia nu este nici creată, nici distrusă, ci transformată dintr-o formă în alta;
- principiul degradării energiei* care demonstrează că în procesele naturale energia nu este folosită în mod util, o parte de energia primară „se pierde”, fiind transformată ireversibil în căldură.

Energia solară care ajunge la nivelul pământului este absorbită ori reflectată de atmosferă în proporție de circa 50%. Restul energiei este absorbită de apă, sol și organismele vii ( $\approx 20\%$ ) sau reflectată de pe pământ în spațiu ( $\approx 80\%$ ).

Așadar, organismele fotoautotrofe captează doar o mică parte din energia solară și o fixează sub formă de compuși organici. Cantitatea de energie asimilată de producători (organisme autotrofe) sub formă de substanțe organice se numește **producție primară brută (PPB)**. Ea se exprimă în  $g/m^2/an$ ,  $mg/l/an$  sau  $kg/ha/an$  și reprezintă cantitatea de energie (sau substanțe organice) asimilată de producătorii din ecosistem într-o anumită perioadă de timp. O parte din PPB este folosită pentru procesele vitale, iar restul substanțelor organice sunt depozitate în organism și constituie **producția primară netă (PPN)**.

Pentru caracterizarea ecosistemelor se folosește și noțiunea de **biomasă**. Ea reprezintă masa tuturor indivizilor dintr-un ecosistem raportată la o suprafață determinată și se măsoară în  $g/m^2$ ,  $mg/l$  sau  $kg/ha$  de substanță vie sau uscată la temperatura de  $70^\circ C$ . Biomasă se poate exprima mai precis în cantitatea de energie inclusă în masa vie evaluată cu ajutorul bombei calorimetrice (în kcal).

Energia, astfel introdusă în ecosistem, trece datorită relațiilor trofice la consumatori. Substanțele organice asimilate de consumatorii primari constituie **producția secundară brută (PSB)**. O parte din PSB este folosită pentru procesele vitale, iar restul substanțelor organice



sunt depozitate în organism și constituie **producția secundară netă** (PPN). În așa mod energia traversează lanțul trofic, începând de la producători și finalizând la descompunători.

S-a constatat că energia consumată în procesele vitale este în descreștere, începând de la animalele zoofage spre organismele fitofage și autotrofe, iar eficiența asimilării hranei este mai mare la animale decât la plante.

În concluzie, prin ecosistem are loc un permanent flux de energie. Este un flux, dar nu circuit de energie, din cauza că energia degajată de organisme sub formă de căldură nu poate fi asimilată nici de producători, nici de consumatori. Iată de ce condiția primară a existenței oricărui ecosistem este aflusul permanent de energie din afară.

### **3.2 Funcția de circulație a materiei**

În ecosistem se realizează o permanentă circulație a materiei (a substanțelor) grație energiei solare și activității organismelor. Căile principale ale circuitelor biogeochimice sunt lanțurile trofice și învelișurile scoarței terestre sau biotopul. Populațiile de organisme din cadrul biocenozelor se pot modifica în spațiu și timp, influențând desfășurarea circuitelor biogeochimice.

Substanțele organice și anorganice care pătrund în organisme sunt transformate și utilizate la construcția propriilor structuri sau ca sursă de energie pentru desfășurarea proceselor vitale. Produsele catabolismului – dioxidul de carbon, apa, sărurile minerale, sunt folosite de organismele autotrofe, realizându-se astfel un circuit continuu al substanțelor în ecosistem. Există mai multe sisteme de circuite biogeochimice, începând de la cele mai simple, prezente în ecosisteme și terminând cu cele globale, la nivel de ecosferă.

Principalele cicluri biogeochimice sunt: *circuitul apei, circuitul carbonului, azotului, fosforului* etc.

### **3.3 Funcția de autocontrol**

Fiecare ecosistem are mecanisme proprii de autocontrol. În așa mod se menține o stare de echilibru între populații, se păstrează efectivele între anumite limite. Acest proces este realizat prin relațiile intraspecifice și interspecifice la nivel de biocenoză. Funcția de autocontrol are la bază principiul reacției inverse. Fiecare din verigile lanțului trofic este ținută sub control de către verigile adiacente.

În concluzie, cu cât structura biocenozei este mai complexă cu atât autocontrolul este mai eficient, iar stabilitatea ecosistemului este mai mare.

## **Tema 4 Dinamica ecosistemelor**

### **4.1 Succesiunea ecologică primară**

Cunoașteți, că ecosistemul constituie o unitate ecologică relativ stabilă în anumit spațiu și timp. Spre deosebire de sistemele nebiologice care evoluează în direcția creșterii entropiei, a dezorganizării echilibrului termodinamic, sistemele biologice posedă capacitatea de a compensa creșterea entropiei din contul surselor suplimentare de energie.

În funcție de însușirile mediului deosebit succesiune ecologică primară și secundară.

*Succesiune ecologică primară* (apariția unui nou ecosistem) se produce atunci când o biocenoză se instalează pe un teritoriu lipsit de viață, de exemplu, pe o insulă vulcanică apărută din ocean, pe o stâncă sau pe o dună de nisip în pustiu. Primele organisme care apar pe suprafețele complet lipsite de viață sunt cele mai primitive: bacterii, alge, ciuperci, licheni. Ulterior se instalează plantele și animalele. Evident, că toate organismele ajung în noul ecosistem din alte biocenoze, fie prin migrație pasivă (aduse de curenții marini sau de vânt), fie prin migrație activă.

Treptat ecosistemul tânăr este colonizat de noi specii care sunt incluse în lupta pentru existență și se adaptează la noile condiții, determinând structura și stabilitatea biocenozei.

Durata existenței unui ecosistem este de mii de ani și depinde de interacțiunea dintre factorii abiotici și biotici, de numărul și relațiile dintre populațiile biocenozei etc. La maturitate ajung doar o mică parte din ecosisteme, cele care dobândesc o stabilitate mai mare și își pot asigura un echilibru dinamic.

În cadrul ecosistemului se pot produce modificări regulate determinate de variațiile circadiene sau sezoniere.

*Variațiile circadiene* sunt modificări ritmice produse de alternanța zilelor și nopților. Modificarea factorilor abiotici (lumina, temperatura) determină schimbări în activitatea organismelor și funcționarea biocenozelor. Ca rezultat al evoluției au apărut organisme diurne, nocturne și crepusculare. În așa mod este asigurată o succesiune la sursele de hrană, fiind posibilă coexistența unui număr mare de specii pe același teritoriu.

*Variațiile sezoniere* sunt mai evidente în zonele climaterice temperate, unde are loc succesiunea a patru anotimpuri însoțită de variații mari a temperaturii, umidității, luminii etc. Factorii abiotici determină modificarea unor caractere fenotipice, fiziologice și comportamentale, apariția adaptărilor și supraviețuirea organismelor de-a lungul timpului.

### **Sucesiunea ecologică secundară**

Modificarea ecosistemului, determinată de interacțiunea organismelor între ele sau cu factorii abiotici, reprezintă *sucesiunea ecologică secundară*. Acest proces este continuu și se produce în mod natural sau este declanșat de către om. Cauzele succesiunii ecologice este circuitul biologic incomplet de substanțe, precum și schimbarea structurii și componenței biotopului produse în urma unor cataclisme naturale (incendii, vulcani, uragane etc.). Treptat sunt înlocuite speciile edificatoare cu organisme noi pentru care modificările biotopului sunt favorabile. Unele ecosisteme ating un stadiu final, numit *climax*, caracterizat printr-o stabilitate relativă a componentelor sale biotice și abiotice.

Exemplu de succesiune ecologică poate servi înmlăștinirea unui lac, apariția unei păduri pe terenul unei lunci etc.

Capacitatea de autoreglare și menținerea unui echilibru dinamic între biocenoză și biotop se perfecționează pe parcursul a milioane de ani. Este foarte important de a cunoaște evoluția normală și succesiunea ecosistemelor naturale pentru a elimina riscurile în cazul declanșării de către om a unor succesiuni ecologice. Cunoașteți, că pentru a-și mări stabilitatea ecosistemele naturale atrag noi surse de energie prin intermediul creșterii diversității organismelor. Intervenția omului în ecosisteme și exploatarea la maxim a resurselor naturale duce la dereglarea echilibrului ecologic și dispariția speciilor mai sensibile. De aceea, o parte din ecosistemele naturale mature trebuie conservate deoarece ele asigură stabilitatea mediului la nivel local și planetar.

## **Tema 5 Ecosisteme antropizate**

Ecosistemele antropizate sunt cele create de către om cu scopul obținerii de producție agricolă, ca zone de odihnă, de trai etc. În aceste ecosisteme predomină selecția artificială, iar varietatea speciilor din biocenoze este mică. Stabilitatea ecosistemelor antropizate este foarte redusă și din cauza, că o parte din producția biologică este colectată și folosită de către om. Pentru a nu se dereglă circuitul materiei și fluxul de energie în ecosistem, omul compensează deficitul de substanțe și energie, intervenind în lupta cu speciile considerate dăunătoare, ameliorarea solului etc.

Cele mai răspândite ecosisteme antropizate sunt: *agroecosistemele* și *ecosistemele așezărilor umane*.

*Agroecosistemele* sunt reprezentate de terenuri arabile cultivate, grădini de legume, vii, livezi, sere, parcuri, grădini publice, ferme de animale, crescătorii piscicole etc.

*Ecosistemele așezărilor umane* sunt de două categorii: rurale și urbane.

De-a lungul veacurilor suprafața ecosistemelor antropizate a crescut considerabil, ocupând în prezent mai mult de 10% din suprafața uscatului.

În cazul în care acțiunea omului asupra sistemelor antropizate încetează, ele se modifică treptat și se transformă în ecosisteme naturale.

# Capitolul 3 Ecosfera

## Tema 1 Noțiune de ecosferă. Componentele ecosferei

Ecosfera reprezintă totalitatea organismelor vii de pe pământ și substratul abiotic ce le adăpostește. Sub aspect ecologic, ecosfera constituie ansamblul ecosistemelor de pe Terra. Savantul român N.Botnariuc numește componenta vie a ecosferei **biosfera**, iar componenta nevie sau substratul abiotic al ecosferei-**toposfera**. Integralitatea și evoluția ecosferei este determinată de interacțiunea biosferei cu toposfera. Așadar, componentele principale ale ecosferei alcătuiesc diada biosferă-toposferă, care corespunde structurii unui ecosistem.

**1.1 Toposfera** include regiunile populate de organisme a celor trei geosfere terestre: *hidrosfera*, *litosfera* și *atmosfera*. De-a lungul veacurilor aceste trei medii abiotice au fost profund modificate de activitatea organismelor. Procesele de interacțiune biosferă-toposferă sunt de proporție, la nivel planetar, și includ circuitele biogeochimice, fluxul de energie și autocontrolul. De exemplu, în circuitele biochimice biosfera antrenează selectiv diferite elemente chimice din toposferă. Ca rezultat, elementele organogene sunt concentrate în cantități mari în materia vie. Unele din ele au fost scoase din circuit pentru lungi perioade de timp prin formarea de zăcăminte de cărbuni, petrol, calcar etc.

**Hidrosfera** este învelișul de apă sub formă lichidă și solidă care există pe Pământ. Apa este răspândită pretutindeni. Ea se găsește în mări și oceane (circa 97%), în râuri și lacuri, în aer și sol, în profunzimea scoarței terestre. Viața este prezentă în toată grosimea hidrosferei până la cele mai mari adâncimi (peste 11 km).

**Litosfera** reprezintă învelișul solid de la exteriorul pământului. Majoritatea organismelor pătrund în litosferă la adâncimi de până la câțiva metri. Limitele existenței vieții în litosferă sunt 3-15 km, unde temperatura ajunge până la 100°C. Bunăoară, au fost descoperite bacterii în zăcăminte petroliere la circa 3 km adâncime.

**Atmosfera** terestră este o pătură continuă gazoasă care înconjoară globul pe o grosime de circa 3000 km. În atmosferă viața este răspândită până la ecranul de ozon, situat până la înălțimea de 25-27 km. El protejează organismele vii de acțiunea nocivă a radiației ultraviolete.

Cele mai multe organisme sunt concentrate la hotarul dintre cele trei geosfere, în zonele unde există condiții optime pentru viață.

## Tema 2 Biosfera

### 2.1 Caracteristicile biosferei

**Biosfera** reprezintă totalitatea de organisme vii existente pe Terra. Cunoașteți, că biosfera ocupă treapta superioară în ierarhia nivelurilor de organizare a materiei vii. Ea joacă un rol important în menținerea integralității și evoluția ecosferei. Funcțiile biosferei sunt determinate de biomasa acesteea (numită și substanța vie a planetei) estimată la circa  $2,4 \cdot 10^{12}$ t, dintre care biomasa uscatului constituie 99,8%, iar cea a oceanului Planetar-0,2%.

Biosfera, la fel ca și biocenoză, se caracterizează prin biomasă, număr de specii etc. În ecosistemele terestre, atât biomasa cât și numărul de specii crește de la poli spre ecuator. Cele mai productive ecosisteme sunt pădurile tropicale, subtropicale și cele ale zonei temperate.

Biomasa biosferei are următoarele caracteristici esențiale:

- posedă o cantitate enormă de energie conservată în compușii organici;
- grație enzimelor, reacțiile geochimice decurg cu o viteză de mii și milioane de ori mai mare decât în materia nevie;
- compușii organici sunt stabili și activi numai în organismele vii;
- substanța vie posedă mobilitate pasivă și activă;
- este foarte variată;
- se găsește sub formă de corpuri disperse (organisme);
- organismele sunt reunite în biocenoză.

## 2.2 Funcțiile biosferei

În concluzie, substanța vie a biosferei este cea mai activă componentă și joacă un rol important în evoluția ecosferei. În procesele biogeochimice care se desfășoară la nivelul ecosferei, substanța vie a biosferei exercită următoarele funcții:

- a. *funcția energetică*-biomasa conține o cantitate enormă de energie;
- b. *funcția gazoasă*-asigură migrația substanțelor gazoase și menține relativ constantă compoziția aerului;
- c. *funcția de conservare* constă în extragerea și acumularea selectivă în organisme a unor elemente chimice;
- d. *funcția de oxidoreducere*-asigură transformarea chimică a substanțelor în organismele vii;
- e. *funcția biogeochimică*-asigură circuitele biogeochimice la nivel local și planetar.

## Tema 3 Circuitele biogeochimice

Circuitele biogeochimice reprezintă căile de migrație ale elementelor chimice la nivelul unui ecosistem sau a ecosferei. Ele se realizează prin intermediul substratului abiotic și a organismelor vii. Energia care pune în mișcare circuitele biogeochimice este energia solară. Să analizăm principalele circuite biogeochimice globale.

### 3.1 Circuitul carbonului

În ecosferă, carbonul se găsește sub formă de  $\text{CO}_2$  în aerul atmosferic, dizolvat în apă și sub formă de compuși organici în biomasă. Dioxidul de carbon este fixat de organismele autotrofe în procesele de foto-și chemosinteză și transformat în compuși organici care ulterior suferă multiple transformări în lanțurile trofice. Concomitent, în organismele vii au loc și procesele de respirație, în urma cărora se elimină  $\text{CO}_2$ . O cantitate mare de  $\text{CO}_2$  se elimină și în procesele de ardere, erupții vulcanice etc. Ca rezultat, concentrația dioxidului de carbon în atmosferă se menține relativ stabilă. O parte din carbonul organic se depozitează sub formă de cărbune, petrol sau calcare. Aceste pot suferi transformări chimice naturale sau sunt arse de om, iar carbonul sub formă de  $\text{CO}_2$  este reîntors în circuitul biogeochimic.

### 3.2 Circuitul azotului

Azotul se găsește în cantități mai în atmosferă ( $\text{N}_2$ ), în sol (azotați, nitrați) și în organismele vii (compuși organici). O parte din azotul atmosferic este fixat pe cale biologică de către unele bacterii (simbiotice sau libere). Pe această cale în sol nimereste circa 25kg  $\text{N}_2$  la hectar. Ulterior, sub formă de nitrați și săruri de amoniu, el este absorbit de plante și inclus în compoziția substanțelor organice. După moartea organismelor compușii organici sunt degradați de bacterii până la amoniac. Cea mai mare parte a amoniacului este supusă unor procese de oxidare sau de nitrificare, realizate de mai multe specii de bacterii. Nitrații și nitriții rezultați sunt absorbiți de plante.

O mică parte a amoniacului din sol este transformat biochimic de bacteriile denitrificatoare în azot molecular, care se întoarce în atmosferă.

### 3.3 Circuitul oxigenului

### 3.4 Circuitul apei

Prin activitatea sa omul introduce în circuitele biogeochimice noi elemente și substanțe, dereglând procesele din ecosferă constituite în timp. La momentul actual omenirea reprezintă o forță, care după puterea de acțiune asupra ecosferei, aproape se egalerază cu acțiunea tuturor celorlalte organisme din biosferă.

## Capitolul 4 Activitatea omului și ecosfera

### Tema 1 Deteriorarea mediului

De la începutul existenței sale omul intervenea în structura ecosistemelor luând cele necesare pentru viață: hrană, mijloace de muncă, combustibil, minerale. Folosirea resurselor naturale a evoluat odată cu progresul civilizației. Treptat s-a trecut de la culesul fructelor, vânat și pescuit, la cultivarea pământului, la creșterea animalelor domestice, dezvoltarea industriilor. Odată cu instalarea civilizației industriale, omul a produs în mediu modificări de amploare fără precedent. S-a constatat că fenomenele negative ale activității omului prezintă un pericol real pentru existența de mai departe a vieții. Acțiunile distructive ale omului asupra mediului se manifestă prin următoarele procese:

- transformarea ecosistemelor naturale în ecosisteme antropizate;
- supraexploatarea bogățiilor naturale;
- poluarea.

### Tema 2 Poluarea. Principalele tipuri de poluare

Poluarea este procesul de pătrundere în ecosisteme a unor substanțe, particule sau organisme care exercită un efect negativ asupra biocenozelor și biotopului. În funcție de originea poluanților, deosebim poluare naturală (emanații vulcanice, pulberi de praf sau nisip) și poluare artificială (determinată de om ca rezultat al activității gospodărești, agricole, industriale).

Poluarea poate fi chimică, fizică, biologică.

Principalele tipuri de poluare

Tipul și sursa de poluare	Poluanții
Poluare chimică	
Poluare fizică	
Poluare biologică	

### Tema 3 Protecția și conservarea mediului

Omul este un produs al naturii. Calitatea vieții noastre depinde în mare parte de relația om-natură. Între dezvoltarea societății și protecția mediului există o contradicție care devine din ce în ce mai accentuată.

Pentru depășirea pericolului real care amenință existența vieții se întreprind un șir de acțiuni. Problemele protecției naturii sunt în atenția organizațiilor internaționale: ONU, UNESCO, OMS. Periodic se organizează conferințe ecologice regionale și mondiale la care sunt dezbătute problemele de mediu. În anul 1972 la Stockholm a avut loc prima „Conferință Națiunilor Unite cu privire la mediu”.

La conferința mondială din anul 1992 de la Rio de Janeiro au fost semnate mai multe acorduri în vederea reducerii emisiilor de gaze de seră, folosirea rațională a resurselor naturale, utilizarea resurselor energetice nepoluante etc. A fost adoptată „Declarația de la Rio”, care include principiile dezvoltării durabile. În conformitate cu strategia Dezvoltării durabile a omenirii se evidențiază trei aspecte ale soluționării problemelor ce țin de protecția naturii la nivel global.

**Aspectul economic** prevede planificarea dezvoltării economice ținând cont de caracterul limitat al resurselor naturale.

**Aspectul ecologic** este legat de necesitatea păstrării echilibrului biologic dintre societate și natură, mediul de trai.

**Aspectul social** ține de educația cetățenilor și participarea conștientă a întregii societăți la protecția mediului.

La momentul actual se impune o schimbare de concepție, găsirea unor soluții pentru ca protecția naturii să fie obiectivul principal al dezvoltării societății. Indiferent de vârstă, naționalitate sau profesie, activitatea omului trebuie să aibă ca prim obiectiv protejarea și ameliorarea mediului.

### **3.2 Principalele forme și activități de ocrotire a naturii**

#### **Cercetare și educație**

Elaborarea unor programe de cercetare a ecosistemelor pentru a le cunoaște structura, integralitatea și echilibrul dinamic.

Monitorizarea permanentă a stării mediului și evaluarea impactului activității umane asupra ecosistemelor.

Elaborarea legilor ce țin de protecția naturii și aplicarea lor în practică.

Pregătirea specialiștilor competenți în domeniul ecologiei și protecției mediului.

Elaborarea și implementarea programelor complexe de educație ecologică.

Încadrarea specialiștilor din mass-media, cultură, sănătate în procesul de educație ecologică a populației.

#### **Folosirea rațională a resurselor naturale.**

Aplicarea tehnologiilor moderne în industrie, agricultură, transport etc., care prevăd utilizarea materiei prime într-un ciclu închis, fără eliminarea deșeurilor toxice.

Utilizarea surselor de energie ecologică pură.

Reducerea maximală a poluării mediului.

Folosirea metodelor biologice în combaterea dăunătorilor, utilizarea îngrășămintelor organice.

Prevenirea degradării solurilor (eroziunea, salinizarea, alunecările de teren, poluarea).

#### **Conservarea biodiversității.**

Crearea rezervațiilor naturale, parcurilor naționale, parcurilor dendrologice.

Ocrotirea monumentelor naturii, sectoarelor forestiere prețioase, arborilor seculari, izvoarelor, rezervațiilor peizagistice.

Introducerea în Cartea Roșie a speciilor rare sau amenințate cu dispariția pentru a le cunoaște și proteja.

### **Tema 4 Protecția naturii în Republica Moldova**

# Capitolul 1. Știința și biologia

## Tema 1. Biologia – știința despre viață

### Recapitulare-evaluare

#### 1.1. Principalele etape în dezvoltarea științei

#### 1.2. Scurt istoric al dezvoltării biologiei

1. Caracterizează principalele etape ale dezvoltării biologiei.
2. Enumeră 3–4 savanți care au contribuit la dezvoltarea biologiei.
3. Descrie principalele realizări ale savanților biologi din Republica Moldova
4. Scrie în caiet 7–8 ramuri ale biologiei
5. Ce ramuri noi ale biologiei contemporane mai cunoști?
6. Ce rol a jucat bionica în accelerarea progresului tehnico-științific?
7. Asociază noțiunile din coloana A cu explicațiile corespunzătoare din coloana B:
  - a. Sistematica B 1. Studiază structura internă a organismului.
  - b. Anatomia 2. Știința despre funcțiile vitale ale organismelor.
  - c. Fiziologia 3. Studiază structura și funcțiile celulelor.
  - d. Ecologia 4. Știința despre ereditatea și variabilitatea organismelor.
  - e. Citologia 5. Se ocupă cu clasificarea organismelor.
  - f. Genetica 6. Studiază relațiile dintre organisme și mediul lor de viață.

## Tema 2. Însușirile generale ale materiei vii.

### Recapitulare-evaluare

1. Definește noțiunea de Natură.
2. Analizează imaginea. Notează în tabel denumirile corpurilor vii și nevii.
3. Definește noțiunea de Viață.
4. Cum crezi, există viață pe alte corpuri cerești? Argumentează răspunsul.
5. Enumeră însușirile generale ale materiei vii. Caracterizează unitatea compoziției chimice și structurii organismelor vii.
6. Analizează *fig. 2* din manual și imaginea de mai jos. Completează legenda. Scrie în caiet trei asemănări și trei deosebiri dintre schimbul de substanțe și energie la plante și la animale.  
Asemănări:.....  
Deosebiri:.....
7. Citește textul din manual și definește noțiunile de *schimb de substanțe*, *metabolism*, *anabolism* și *catabolism*. Scrie în spațiile goale câte trei exemple de anabolism și catabolism.  
Anabolism: Catabolism:
8. Analizează tabelul de mai jos. Despre ce însușire a organismului omenesc îți vorbesc datele din tabel? Scrie definiția însușirii în caiet. Indicii fiziologici cantitativi ai organismului omenesc  
Conținutul de glucoză în sânge 4,4 - 6 mmol/l  
Cantitatea de sânge în organism 7% din masa corpului  
Cantitatea de apă în organism 70%  
Numărul de contracții ale inimii 78/min  
Presiunea sangvină 80 - 120 mm/Hg
9. Discută cu profesorul și colegii despre *autoconservare* și *autoreglare*. Ce corelație există între aceste două însușiri? Completează spațiile punctate din schema de mai sus. Numește două însușiri ale materiei vii redată în schemă .
10. Definește noțiunea de *iritabilitate*. Explică succint de ce această însușire este mai bine dezvoltată la animale.
11. Citește textul din manual despre *mișcarea* organismelor vii. Scrie în caiet deosebirea dintre mișcarea de cădere a unei pietre și deplasarea unui om.

12. Completează tabelul alăturat cu unele caracteristici ale înmulțirii asexuate și sexuate
13. Scrie în caiet numerele din *fig. 5* care indică etapele de:
  - a) creștere.....
  - b) dezvoltare.....
 ale fluturelui.
14. Analizează imaginile. Identifică desenele care reprezintă ereditatea, variabilitatea și evoluția organismelor.
15. Explică sintagma: metode științifice de cercetare. Elaborează un plan de cercetare a unui fenomen biologic utilizând 4 metode de investigație.

## **Capitolul 2. Organizarea celulară a organismelor vii**

### **Tema 1. Compoziția chimică a celulei**

#### **Recapitulare-evaluare**

##### **Elementele chimice**

1. Definește noțiunea de element chimic.
2. Amintește-ți și discută cu colegii despre elementele chimice. Câte din ele sunt naturale și câte au fost sintetizate de om? Completează tabelul alăturat cu denumirile a 7–8 elemente chimice naturale și artificiale.
3. Citește textul din manual și analizează tabelul alăturat. Scrie în spațiile punctate 4 elemente care predomină în: plante....., om..... și în scoarța terestră.....
4. Elementele chimice prezente în corpurile viețuitoarelor sunt regăsite și în scoarța terestră. Despre ce ne vorbește această constatare ?
5. Explică de ce în organismele vii și în materia nevie conținutul elementelor este diferit.
6. Scrie în caiet 10 compuși chimici ai macroelementelor .
7. Discută în clasă despre importanța *macroelementelor* și *microelementelor* în celulă și completează tabelul de mai jos.
8. Grupează următoarele elemente în macroelemente și microelemente: O – 62%, H – 9%, C – 19%, Ni – 0,0007%, N – 5%, Mn – 0,0003%.
9. Enumeră câteva boli generate de lipsa unor microelemente.

##### **Substanțele anorganice. Apa**

1. Analizează apa din pahar. Scrie în caiet 4 proprietăți fizice ale apei.....
2. Studiază *fig. 15* și explică polaritatea moleculei de apă și mecanismul de formare a legăturilor de hidrogen. Desenează în caiet 3 molecule de apă unite prin legături de hidrogen.
3. Pregătește o soluție de sare de bucătărie de 10%. Citește textul și analizează *fig. 16*. Explică schematic rolul solventului în procesul de dizolvare. Desenează în caiet 2 ioni hidratați.
4. Realizează lucrarea practică (pag. 17). Definește noțiunile: soluție, soluție adevărată, suspensie și emulsie.
5. Explică rolul apei în transportul substanțelor în organismele vii. Enumeră câteva substanțe transportate cu ajutorul apei. Care este rolul apei *libere* și apei *legate*?
6. Analizează *fig. 17* și descrie fenomenul capilarității. Explică din ce cauză viteza de ridicare a lichidului în vas este invers proporțională cu diametrul lui. Ce importanță are acest fenomen pentru organismele vii?
7. Scrie în caiet ecuația unei reacții cu participarea apei.
8. Explică în ce mod apa contribuie la termoreglare.
9. Alcătuieste un eseu cu subiectul « Apa – izvorul vieții pe Pământ »

##### **Sărurile minerale**

1. Scrie în caiet simbolurile a 5 cationi și 5 anioni prezenți în celulă.
2. Ce funcții îndeplinesc sărurile minerale în organismele vii?
3. Desenează în caiet schema unei celule și arată pe desen cum are loc polarizarea membranei celulare.



4. Analizează figura alăturată și explică din ce cauză apa pătrunde în celulă. Ce condiții trebuie schimbate, pentru ca apa să iasă din celulă?
5. Scrie în caiet cum va reacționa soluția-tampon în cazul în care plasma sangvină va avea reacție acidă.
6. Ce concentrație a sărurilor minerale are plasma sangvină?
7. Cum poți dovedi că cochilia unei moluște conține calcar?
8. Scrie formulele unor săruri solubile și insolubile din organismul omului

### **Substanțele organice din celulă**

#### **Recapitulare-evaluare**

#### **Proteinele**

1. Enumeră principalele grupe de compuși organici din celulă.
2. Citește textul, analizează *fig. 18* și reprezintă grafic în caiet tripeptidele ce se pot obține prin unirea a 3 aminoacizi (A, B și C)
3. Organismele vii conțin o mare diversitate de proteine. Scrie în spațiile goale de ce depinde diversitatea proteinelor:
  - a).....
  - b).....
  - c).....
4. Studiază imaginile alăturate care reprezintă structura proteinelor. Indică pe desen și scrie în spațiile punctate denumirea legăturilor chimice care determină structura:
  - a) primară.....
  - b) secundară.....
  - c) terțiară.....
  - d) cuaternară..... a proteinelor.
5. Completează tabelele de mai jos cu 2-3 exemple fiecare.
6. Descrie cinci funcții ale proteinelor.
7. Enumeră câteva alimente bogate în proteine.
8. Realizează un experiment prin care să demonstrezi denaturarea unor proteine.

#### **Enzimele**

1. Citește textul, analizează *fig. 21, 22* și explică rolul fermenților în celulă și mecanismul de acțiune al lor.
2. Există bacterii care produc fermentul ureaza. O singură moleculă de acest ferment poate descompune într-o secundă 30 mii de molecule de uree în  $\text{CO}_2$  și  $\text{NH}_3$ . În lipsa enzimei, această cantitate de uree s-ar descompune în 3 mln. de ani. Reprezintă schematic mecanismul de acțiune al enzimei ureaza.
3. Enumeră câteva enzime cunoscute.

#### **Acizii nucleici**

1. Citește textul, analizează *fig. 23* și explică localizarea și structura acizilor nucleici. Desenează în caiet un nucleotid și un fragment din molecula ADN.
2. Indică pe catena a doua nucleotidele complementare.
3. Explică rolul ADN în celulă.
4. Completează tabelul cu 5 deosebiri dintre ADN și ARN.
5. Scrie în spațiile punctate rolurile celor trei tipuri de ARN.
  - a) .....
  - b) .....
  - c) .....
6. Termină propoziția: ARN se formează.....
7. Rezolvă problema nr. 16 (pag. 18)
8. Explică importanța testului ADN.....

#### **Glucidele**

1. Citește textul, analizează *fig. 26* și descrie compoziția chimică, proprietățile și clasificarea glucidelor. Scrie în caiet denumirile a 4 monozaharide și 2 dizaharide.
2. Enumeră câteva alimente bogate în glucide simple și compuse
3. Completează tabelul cu unele caracteristici ale celor trei polizaharide.

#### **Lipidele**

1. Enumeră proprietățile fizice ale lipidelor.

2. Numește câteva alimente bogate în lipide.
3. Analizează *fig. 27* și identifică deosebirile dintre gliceride și fosfolipide. Reprezintă schematic molecula unei fosfolipide.
4. Termină enunțul : În funcție de structura moleculei lipidele se clasifică în ...
5. Enumeră 3 funcții ale lipidelor în organismele vii.
6. Grupați noțiunile de mai jos câte trei (scrieți doar cifrele): 1. lipide; 5. untură; 9. solubile în solvenți organici; 2. proteine; 6. amidon; 10. conține informație genetică; 3. glucide; 7. enzime; 11. biocatalizatori; 4. ADN; 8. glicogen; 12. două catene polinucleotidice.

#### ATP

1. Citește textul, examinează *fig. 28* și memorizează structura moleculei de ATP.
2. Desenează în caiet schema moleculei de ATP și indică localizarea legăturilor bogate în energie.
3. Scrie în caiet ecuațiile reacțiilor de scindare și de sinteză a ATP-ului.
4. Explică rolul ATP-ului în celulă. Completează spațiile punctate cu cuvintele potrivite. *Fosforilarea este... Acest proces se realizează... ATP constituie...*
5. Analizează diagramele alăturate. Ele reprezintă compoziția chimică a celulei vegetale și animale. Completează spațiile punctate cu denumirile celulelor corespunzătoare.

A ..... B .....

- 1 – apă și sare; 2 – proteine;
- 3 – lipide; 4 – glucide;
- 5 – alte substanțe organice.

### Tema 3. Metode și tehnici pentru studiul celulelor

#### Recapitulare-evaluare

1. Enumeră câteva din principalele descoperiri în citologie. Explică 3 postulate ale teoriei celulare.
2. Analizează *fig. 30* și microscopul din laborator și memorizează părțile componente. Amintește-ți despre modul de lucru la microscop. Enumeră tipurile aparatelor de mărit.
3. Realizează lucrarea practică. Compară imaginea de la microscop cu *fig. 60*. Observă nucleul, peretele celular, citoplasma. Desenează în caiet imaginea observată și completează legenda. Enumeră principalele deosebiri dintre celula procariotă și eucariotă.
4. Completează schema de mai jos: Componentele de bază ale celulei eucariote .
5. Examinează *fig. 32* și *33* și identifică componentele de bază ale celulei eucariote animale și vegetale.
6. Analizează *fig. 34* și amintește-ți de despre compoziția chimică și structura membranei plasmatică. Completează legenda la figura alăturată.
7. Citește în manual despre funcțiile membranei plasmatică. Realizează experiența reprezentată în *fig. 35*. Studiază *fig. 36* și explică deosebirea dintre *difuzia simplă* și cea *facilitată*.....
8. Citește textul despre fenomenul *osmozei*. Analizează *fig. 37* și memorează însușirile membranei semipermeabile. Care este cauza apariției presiunii osmotice? Studiază imaginea alăturată și dedu care soluție este mai concentrată: din pahar sau din osmometru.
9. Examinează *fig. 38* și memorizează noțiunile *turgescență*, *plasmoliză* și *deplasmoliză*. Efectuează lucrarea practică (p. 23-24) și formulează concluzii.
10. Asociați noțiunile din coloana A cu explicațiile corespunzătoare din coloana B:
  - a) osmoză 1. Presiunea osmotică mărită datorită pătrunderii apei în celulă.
  - b) turgescență 2. Ieșirea apei din celulă.
  - c) plasmoliză 3. Pătrunderea apei în celulă.
  - d) deplasmoliză 4. Mișcarea moleculelor de apă prin membrana plasmatică.
11. Selectați varianta de răspuns corect. În cazul în care concentrația sărurilor din plasma sangvină va crește, elementele figurate: a) își vor mări volumul și vor plesni; b) se vor zbărți; c) nu-și vor modifica volumul.
12. Documentează-te din manual despre *transportul activ*. Completează tabelul alăturat cu deosebirile esențiale dintre *transportul pasiv* și *activ*.
13. Studiază *fig. 40* și explică noțiunile: *citoză*, *endocitoză*, *exocitoză*, *pinocitoză* și *fagocitoză*. Numește un organism la care se pot observa aceste fenomene

14. Analizează desenele. Identifică principalele componente structurale ale peretelui celular și glicocalixului. Explică schematic funcțiile acestor structuri.

### **Citoplasma. Hialoplasma. Organitele**

#### **Recapitulare-evaluare**

1. Citește textul lecției. Memorizează componentele citoplasmei și completează schema alăturată:

2. Analizează *fig. 42–48*. Informează-te din manual despre organitele comune și completează tabelul cu însușirile acestor organite.

3. Citește textul, analizează *fig. 49–54* și numește organitele specifice. Realizează lucrarea practică (pag. 34). Compară imaginile de la microscop cu desenele din manual. Observă *organitele comune* și *specifice*. Completează tabelul de mai jos cu însușirile organelor specifice.

4. Studiază *figurile 32 și 33* imaginile de mai jos. Documentează-te din manual și din alte surse despre deosebirile esențiale dintre celula *vegetală* și cea *animală*. Formulează concluzii și completează tabelul ce urmează.

5. Explică schematic enunțul: “Membranele organelor celulare constituie un sistem integrat structural și funcțional, în continuă mișcare”.

6. Se presupune că mitocondriile și cloroplastele au provenit de la organisme procariotice. Argumentează această teorie.

7. Citește textul. Analizează *fig. 51* și identifică *incluziunile celulare*. Examinează la microscop celule de tuberculi de cartof și observă granulațiile de amidon. Compară imaginea de la microscop cu *fig. 55* din manual. Desenează imaginea în caiet și completează legenda. Completează spațiile libere din schema de mai jos.

în celule vegetale

în celule fungale

în celule animale

Incluziuni celulare

### **Nucleul**

#### **Recapitulare-evaluare**

1. Citește textul, analizează *fig. 56* și identifică componentele nucleului. Analizează la microscop preparate fixe cu celule. Observă dimensiunile și forma nucleului, precum și localizarea lui în celulă. Completează tabelul de mai jos cu unele caracteristici ale componentelor nucleului.

2. Citește din manual despre noțiunile de *cariotip* și *idiograma unei specii*. Studiază figura alăturată și observă numărul, dimensiunile și forma cromozomilor omului. Scrie concluziile în caiet.

3. Analizează *fig. 57* și citește despre compoziția chimică și structura unui cromozom. În figura de mai jos sunt reprezentate câteva trepte în organizarea unui cromozom. Scrie în caiet ce reprezintă fiecare treaptă .

4. Desenează în caiet o pereche de cromozomi omologi și notează pe cromatide câteva *gene alele*. Colorează genele nealele în diferite culori.

5. Enumeră funcțiile cromozomilor.

6. Asociați noțiunile din coloana A cu explicațiile corespunzătoare din coloana B: a. mitocondriile 1. Are loc biosinteza proteinelor. b. cloroplastele 2. Îndeplinesc funcțiile de secreție și digestie. c. lizozomii 3. Se autoreproduc prin dividere. d. Aparatul Golgi 4. Participă la formarea fusului de diviziune. e. RE granular 5. Are loc oxidarea substanțelor organice și sinteza ATP. f. centriolii 6. Participă la formarea peretelui celular. g. RE neted 7. Conține informația ereditară. h. nucleul 8. Are loc biosinteza lipidelor și glucidelor. i. vacuolele 9. Joacă un rol important la diviziunea celulei. j. ribozomii 10. Conțin clorofilă. k. peretele celular 11. Sunt lipsite de membrană. l. microtubulii 12. Reglează presiunea osmotică și depozitează substanțe. 13. Conferă tărie și rigiditate celulei.

7. Explicați noțiunile: cariotip, cromozom, cromatidă, garnitură de cromozomi haploidă și diploidă, gene, cromozomi omologi, centromer, centriol, locus, axonemă.

8. Alcătuiți propoziții cu noțiunile: nucleu, citoplasmă, ribozomi, cloroplaste, flagel, tilacoid, cromozom, stromă, organite comune, organite specifice.

9. Numiți organitele: lipsite de membrană, cu membrană simplă, cu membrană dublă.
10. Copiați în caiet schema de mai jos și completați spațiile punctate.  
 Cloroplastide: conțin pigmenți fotosintetici; are loc fotosinteza  
 Proplastide  
 Cromoplastide: .....  
 Leucoplastide: .....
11. Rezolvați rebusul și veți citi pe verticală denumirea unui component celular.
- organit celular comun
  - transport pasiv
  - este format din microtubuli
  - conține axonemă
  - se găsește în nucleu
  - formează citoscheletul
12. Selectați intrusul:
- Celula eucariotă posedă nucleu și organite.
  - Toate celulele apar în urma diviziunii celulelor preexistente.
  - Un ribozom este alcătuit din două subunități și conține ARNr și proteine.
  - Axonema cililor și flagelilor este alcătuită din 9 triplete de microtubuli și 2 microtubuli centrali.
13. S-a observat că dacă în celulă se injectează ATP, crește eliminarea ionilor de Na<sup>+</sup>. Explicați acest fenomen.
14. Realizează din plastilină sau alte materiale modelul unei celule vegetale și animale.

### **Capitolul 3. Metabolismul și reproducerea - principalele procese vitale caracteristice celulei**

#### **Tema 1. Noțiuni de metabolism**

- Definește noțiunile: metabolism, schimb de substanțe și energie, asimilație, dezasimilație.
- Explică de ce celula este un sistem deschis?
- Analizează schemele din manual și compară metabolismul plastic și energetic la organismele fotoautotrofe și chemoheterotrofe. Formulează concluzii cu privire la asemănările și deosebirile evolutive ale acestor două procese.
- Analizează tabelele. Determină norma zilnică de proteine, glucide și lipide necesare pentru dezvoltarea ta.
- Explică argumentat de ce la copii și adolescenți predomină asimilația, iar la maturi - dezasimilația? În ce condiții, la om, aceste două procese se află în echilibru?
- Propune un complex de măsuri agrotehnice pentru a spori dezvoltarea unei culturi agricole.
- Elaborează o rație alimentară zilnică prin care se poate stopa creșterea excesivă a greutateii corpului unui adolescent.

#### **Tema 2. Respirația celulară. Fermentația**

- Amintește-ți și descrie structura și funcțiile mitocondriilor.
- Definește noțiunea de respirație.
- Scrie în spațiul rezervat denumirea a 3 substanțe care sunt folosite în calitate de substrat la respirație.....
- Asociați noțiunile din coloana A cu explicațiile corespunzătoare din coloana B: a) etapa anaerobă a respirației 1. Are loc în mitocondrii. b) etapa aerobă a respirației 2. Necesită oxigen. 3. Se obțin două molecule de ATP. 4. Se desfășoară în citoplasmă și nu necesită oxigen. 5. Se obțin 36 molecule de ATP. 6. Participă lanțul de transport al electronilor. 7. Se obțin două molecule de acid piruvic.
- Explică deosebirile dintre noțiunile schimb de gaze și respirație celulară.
- Citește textul, analizează *fig. 63* și completează spațiile libere din tabelul de mai jos:  
 Analizează tabelul și formulează concluzii cu privire la rolul membranei interne a mitocondrii

in acest proces.....

7. Realizează lucrarea practică (pag. 39). Studiază imaginea alăturată și scrie concluziile în caiet.....

8. Completează spațiile rezervate cu numerele potrivite. La oxidarea unui mol de glucoză rezultă:

a).....moli de apă; b).....moli de CO<sub>2</sub>; c)..... moli de ATP.

9. Ce cantitate de ATP este sintetizată de celulele omului în 24 de ore, dacă se cunoaște că în această perioadă de timp un om consumă aproximativ 700 g de glucoză?

10. Citește textul, analizează *fig. 65* și completează tabelul cu deosebirile esențiale dintre respirație și fermentație.

Caracterele specifice Respirația Fermentația

Localizarea

Randamentul energetic

Vechimea procesului

11. Alcătuieste un eseu cu subiectul „Rolul respirației și fermentației în viața organismelor”.

### Tema 3 Fotosinteza

1. Amintește-ți și descrie structura cloroplastidelor.

2. Definește noțiunea de fotosinteză.

3. Citește textul, analizează *fig. 67–69* și identifică etapele fotosintezei.

4. Efectuează lucrarea practică (pag. 43) și enumeră factorii obligatorii pentru desfășurarea fotosintezei:

a)..... b)..... c).....

5. Completează spațiile punctate din tabelul de mai jos cu fazele fotosintezei.

Analizează tabelul și formulează concluzii. Reprezintă sub formă de schemă fluxul de electroni energizați

6. Examinează *fig. 70* și scrie în caiet concluziile.....

7. Completează spațiile punctate cu principalele deosebiri dintre fotosinteză și respirație.

Fotosinteza Respirația

Este caracteristică .....

Se desfășoară în celulele .....

Lumina .....

Apa se .....

Substanțele organice se .....

Se absoarbe gazul .....

Se elimină gazul .....

Energia se .....

Studiază tabelul de mai sus și *fig. 64* din manual și formulează concluzii:

8. Asociați noțiunile din coloana A cu explicațiile corespunzătoare din coloana B: a) faza de lumină 1. Are loc ciclul Calvin. b) faza de întuneric 2. Este obligatorie prezența luminii. 3. Are loc în stromă. 4. Participă pigmentii fotosintetici. 5. Are loc fotoliza apei. 6. Se obține glucoza. 7. Are loc fotofosforilarea (sinteza ATP). 8. Este utilizat dioxidul de carbon.

9. Puneți în locul punctelor cuvintele potrivite: Glucoza obținută la fotosinteză este folosită de plante pentru: a)..... b)..... c)..... . Organismele care au însușirea de a fotosintetiza se numesc.....

10. Alcătuieste un eseu cu subiectul „Importanța fotosintezei”.

### Tema 4 Biosinteza proteinelor

1. Citește textul, analizează *fig. 72* și memorizează definiția și însușirile codului genetic.

2. Studiază codul genetic din tabelul de la pag. 44 și completează spațiile rezervate cu cuvintele potrivite:

Codonul de start este .....

Codonii nonsens (stop) sunt .....

Aminoacizii codificați de 6 codoni sunt .....

.....  
Aminoacizii codificați de un singur codon sunt.....  
.....

3. Citește textul lecției, analizează *fig. 73–76* și completează tabelul cu etapele biosintezei proteinelor.

Etapa Localizarea Structurile și substanțele Procesele fizice și chimice

4. Numește procesele redată în schema: genă → ARNm → protein

5. Completează spațiile punctate din schemele alăturate. Notează catena codogenă a ADN și aminoacizii din tripeptidă.

6. Rezolvă problema nr. 13 (pag. 48).

7. Analizează figura de sus și completează legenda.

8. Alcătuieste un eseu cu subiectul „Importanța biosintezei proteinelor”.

### **Tema 5 Reproducerea celulară**

1. Amintește-ți despre structura cromozomilor. Analizează imaginea și completează legenda.

2. Citește textul, analizează figura alăturată și definește noțiunea de ciclu celular. Colorează pe schemă etapele *ciclului celular*.

3. Documentează-te despre diviziunea mitotică, analizează *fig. 77* și completează legenda desenului corespunzător și spațiile goale din tabelul ce urmează.

Structurile și procesele celulare Faza

cromozomii se spiralizează

se formează fusul de diviziune

cromozomii sunt monocromatidici

cromozomii sunt bicromatidici

are loc replicarea ADN

se divid centriolii

se formează 2 nuclee

se formează 2 celule

se divid centromerele

4. Citește textul la tema Meioza, analizează *fig. 78–80* și completează spațiile goale din tabelul de mai jos.

Structurile și procesele celulare Faza

se divid centromerele

se formează bivalenții

se reduce numărul de cromozomi

are loc crossing-overul

cromozomii își dublează cromatidele

cromozomii sunt monocromatidici

cromozomii sunt bicromatidici

are loc replicarea ADN

5. Studiază tabelul din manual (p. 49) și tabelele din caiet și memorizează principalele deosebiri dintre meioză și mitoză.

6. Analizează la microscop preparate cu celule în diviziune. Observă imaginile cu celula în diferite faze ale diviziunii și desenează-le în caiet. Scrie sub desen denumirea fazei ciclului celular.

7. Rezolvă în caiet problema nr. 8 (pag. 53).

8. Alcătuieste un referat cu tema „Rolul biologic al mitozei și meiozei”.

## **Capitolul 4. Țesuturile, organele și sistemele de organe**

### **Tema 1. Țesuturile vegetale.**

1. Citește textul lecției și efectuează lucrarea practică de la p. 59. Definește noțiunea de țesut.

Analizează *fig. 81–83* și completează tabelul cu desenele și caracteristicile principalelor țesuturi

vegetale.

Țesuturile Caracteristicile Localizarea Funcțiile

3. Enumerați însușirile distinctive ale țesuturilor meristemice și definitive.

4. Puneți în locul punctelor cuvintele potrivite: Cambiul este un țesut ..... și conține celule ..... cu citoplasmă ..... Seva brută și elaborată este condusă de țesutul ..... Epiderma și suberul sunt țesuturi ....., iar celulele verzi formează țesutul .....

5. Analizați imaginea alăturată. Enumerați principalele deosebiri dintre structura tulpinii – A și a rădăcinii – B unei plante. Completați în caiet legenda.

6. Asociați noțiunile din coloana A cu explicațiile din coloana B: a. țesuturi meristemice 1. În celulele acestui țesut are loc fotosinteza. b. țesuturi apărătoare 2. Conferă plantei rezistență. c. țesuturi conducătoare 3. Conține tuburi ciuruite. d. țesuturi mecanice 4. Din acest țesut face parte suberul. e. țesut asimilator 5. Conține trahei și traheide. f. țesut de depozitare 6. Depozitează substanțe nutritive. 7. Se găsește în conul de creștere.

7. Analizați imaginea alăturată. Copiați în caiet și completați tabelul cu denumirile principalelor țesuturi din tulpina lemnoasă.

*Caracteristicile*

*Funcția*

*Țesutul*

*Structura*

1. *Suber*

2. *Floem*

3. *Cambiu*

4,5. *Xilem*

6. *Măduvă*

## **Tema 2. Țesuturile animale**

1. Copiați în caiet și completați schema cu denumirile principalelor țesuturi animale:

Țesuturi animale

Țesuturi conjunctive.....

Țesutul nervos.....

Țesuturi epiteliale.....

Țesutul muscular.....

2. Citește textul și analizează *fig. 84-89*. Studiază preparatele microscopice fixe cu țesuturi animale.

Compară imaginile de la microscop cu desenele din manual. Formulează concluzii și completează

tabelul de mai jos cu desenele și caracteristicile țesuturilor animale.

3. Găsiți intrusul:

a) Hormonii sunt secretați de celulele țesutului epitelial glandular.

b) Stomacul este căptușit cu țesut epitelial de acoperire.

c) Glanda tiroidă este alcătuită din țesut epitelial senzorial.

d) Țesutul conjunctiv este alcătuit din celule conjunctive, fibre și substanță fundamentală.

4. Copiați în caiet și completați tabelul cu caracteristicile țesuturilor conjunctive:

**Țesuturile  
conjunctive**

**Caracteristicile**

**Localizarea**

**Funcția**

5. Puneți în locul punctelor cuvintele potrivite:

Mușchiul cardiac este alcătuit din țesut muscular .....

Peretele stomacului conține țesut muscular .....

Contrația mușchilor netezi este ..... și .....

În componența mușchilor scheletici intră țesut ..... care se caracterizează prin contracție .....

Neuronii fac parte din țesutul..... . Un neuron este alcătuit din ..... și .....

6. Alcătuiți o diagramă care ar reprezenta raportul aproximativ de masă a țesuturilor într-un organism uman cu greutatea de 70 kg.

7. Alcătuiți un eseu cu subiectul „De la celulă la organism”.

## Capitolul 5. Genetica

### Tema 1. Scurt istoric al dezvoltării geneticii

1. Definește noțiunile: genetică, ereditate, variabilitate, cromozom, genă, gene alele, cariotip, idiogramă.
2. Descrie principalele etape ale dezvoltării geneticii.
3. Desenează un cromozom metafazic. Indică părțile lui componente, inclusiv genele alele.
4. Clasifică cromozomii din imagine. Enumeră criteriile în baza cărora ai realizat clasificarea.
5. Elaborează un poster „Dezvoltarea geneticii în RM”.

### Tema 2

1. Definește noțiunile: fenotip, genotip, organism homozigot și heterozigot, genom, hibrid, încrucișare monohibridă și dihibridă.
2. Explică esența metodei hibridologice de studiere a eredității.
3. Descrie experimentele încrucișării monohibride și dihibride efectuate de Mendel. Realizează schema desfășurării evenimentelor pornind de la formele parentale și ajungând la hibridii din  $F_1$  și  $F_2$ . Definește legile lui G. Mendel.
4. Enumeră câteva condiții necesare pentru manifestarea legilor lui Mendel.
5. Explică prin exemple încrucișarea de analiză și importanța ei.
6. Elaborează un referat cu tema: „Importanța și funcționalitatea legilor lui Mendel”.
7. Rezolvă problemele conform algoritmului din manual.

La găini, culoarea neagră a penajului și prezența crestei reprezintă caractere dominante, iar culoarea pestriță și lipsa crestei – caractere recesive. Un cocoș pestriț cu creastă a fost încrucișat cu o găină fără creastă. În descendență, jumătate dintre pui erau negri și aveau creastă, iar jumătate – pestriți și cu creastă. Care sunt genotipurile formelor parentale (ale cocoșului și găinii)?

F3

La bovine, gena ce determină lipsa coarnelor domină asupra genei ce determină prezența coarnelor, iar gena culorii negre – asupra genei culorii roșii. Ambele perechi de gene sunt localizate în cromozomi diferiți. Într-o gospodărie, la încrucișarea de mai mulți ani a bovinelor de culoare neagră fără coarne s-au obținut 906 viței, dintre care 534 erau negri fără coarne și 172 – roșii fără coarne. Câți viței aveau coarne și câți dintre ei erau de culoare roșie?

### Tema 3

1. Definește noțiunile: moștenire înlănțuită a genelor, crossing-over, linkage, morganidă.
2. Descrie experimentele realizate de T.Morgan la drosofilă în urma cărora a formulat regula care-i poartă numele. Realizează schema desfășurării evenimentelor conform algoritmului din manual. Explică schematic esența regulii lui T.Morgan.
3. Enumeră postulatele de bază ale teoriei cromozomiale a eredității. Demonstrează prin desene și scheme fiecare postulat.



4. Explică schematic noțiunea hartă cromozomială. Care este esența și rolul hărților cromozomiale.
5. Analizează desenul cu harta cromozomială. Alcătuieste, în baza informației prezentate și a algoritmului din manual, câteva probleme.
6. Explică schematic ereditatea extracromozomială.
7. Rezolvă problemele conform algoritmului din manual.

#### **Tema 4**

1. Definește noțiunile: reproducere sexuată, gameți, zigot, autozomi, heterozomi, determinism cromozomial al sexelor, caractere cuplate cu sexul (sex-linkage).
2. Explică schematic tipurile Drosofilă și Abtraxas de determinare a sexului.
3. Descrie experiențele și realizează schema încrucișărilor prin care T.Morgan a descoperit moștenirea caracterelor cuplate cu sexul.
4. Enumeră câteva gene sex-linkage la om.
5. Rezolvă problemele conform algoritmului cunoscut.

F24

Într-o familie, în care ambii părinți au grupa III sanguină și nu suferă de hemofilie, s-a născut un fecior cu grupa sanguină I și cu hemofilie. Determinați probabilitatea nașterii în această familie a unui copil sănătos cu grupa sanguină IV, dacă se știe că hemofilia se moștenește ca un caracter recesiv, cuplat cu sexul.

F25

Într-o familie, în care soția are grupa sanguină I, iar soțul- grupa sanguină IV, s-a născut un fecior daltonic cu grupa sanguină III. Ambi părinți disting culorile normal. Determinați probabilitatea nașterii unui copil sșnștos și grupele lui sanguine posibile. Daltonismul este determinat de o genă recesivă, cuplată cu sexul.

#### **Tema 5**

1. Enumeră principalele tipuri de interacțiune a genelor.
2. Reprezintă schematic fiecare tip de interacțiune a genelor alele și nealele.
3. Descrie câteva exemple de interacțiune a genelor în baza experienței de viață.
4. Explică schematic moștenirea culorii pielii la copiii ce se vor naște din căsătoria unui bărbat mulatru ( $A_1a_1A_2a_2$ ) cu o femeie albă ( $a_1a_1a_2a_2$ ).
5. Rezolvă problemele.

F23

O femeie Rh-pozitivă cu grupa sanguină II (heterozigotă sub aspectul ambelor caractere) s-a căsătorit cu un bărbat Rh-negativ cu grupa sanguină III (heterozigot). Ce copii se pot naște în această familie?

#### **Tema 6**

1. Definește noțiunile: variabilitate neereditară și ereditară, mutație, poliploidie, alopoliploidie, heteroploidie, normă de reacție.
2. Explică prin exemple deosebiriile dintre variabilitatea neereditară și ereditară.
3. Reprezintă schematic norma de reacție a unor caractere la plante și animale.
4. Enumeră câteva deosebiri dintre variabilitatea combinativă și mutațională.
5. Explică prin scheme mecanismul mutațiilor: genomice, cromozomiale, genice.
6. Caracterizează câțiva factori mutageni.

7. Alcătuieste un referat cu tema: „Rolul mutațiilor”.

### **Tema 7**

1. Definește noțiunile: biotehnologie, inginerie celulară, inginerie cromozomială și genică,
2. Enumeră principalele tipuri de biotehnologii moderne.
3. Reprezintă schematic și descrie esența fiecărui tip de biotehnologie.
4. Alcătuieste un eseu cu subiectul „Rolul utilizării biotehnologiilor tradiționale și moderne”.

## **Capitolul 6 Evoluția**

### **Tema 1**

1. Definește noțiunile: evoluție, evoluție biologică, creaționism, transformism, evoluționism, darwinism.
2. Caracterizează perioada predarwinistă de dezvoltare a concepțiilor evoluționiste.
3. Explică argumentat principiile de bază ale teoriei evoluționiste elaborate de Darwin; forțele motrice ale evoluției; importanța darwinismului pentru dezvoltarea biologiei.
4. Caracterizează perioada postdarwinistă a istoriei evoluționismului.
5. Enumeră principalele postulate ale teoriei sintetice a evoluției. Argumentează prin exemple fiecare postulat.
6. Explică sensul maximei „Nimic în domeniul biologiei nu are sens dacă nu este interpretat prin prisma evoluționismului”.
7. Alcătuieste un referat în care să prezinți argumentat părerile proprii vizavi de teoria evoluționistă.

### **Tema 2**

1. Enumeră principalele dovezi ale evoluției lumii vii.
2. Explică argumentat câteva dovezi ale biochimiei și biologiei moleculare.
3. Analizează desenele cu structura celulei. Enumeră dovezile citologice care confirmă evoluția organismelor vii.
4. Explică noțiunile: organe omoloage, analoage și rudimentare, atavisme. Analizează desenele. Identifică organele analoage și omoloage și scrie denumirile acestora în două coloane.
5. Enumeră câteva exemple de organe rudimentare și atavisme la animale. Formulează concluzii cu privire la rolul factorilor interni și externi în apariția organelor respective.
6. Explică argumentat dovezile embriologiei, inclusiv importanța legii biogenetice în cunoașterea procesului evolutiv.
7. Enumeră principalele dovezi ale paleontologiei. Explică argumentat rolul fosilelor în stabilirea legăturilor dintre principalele grupe sistematice.
8. Demonstrează, pe baza imaginii, etapele evoluției calului.
9. Elaborează un plan de studiere a unor dovezi indirecte și directe a evoluției organismelor.

### **Tema 3**

1. Definește noțiunile: microevoluție, macroevoluție, specie, populație, speciație, factorii evoluției, ereditate, variabilitate, luptă pentru existență, selecție naturală, regres și progres biologic.
2. Caracterizează principalele criterii ale speciei.
3. Explică rolul populației în viața și evoluția speciei.
4. Demonstrează, în baza unui exemplu, legea Hardy-Weinberg.
5. Enumeră principalii factori (forțe motrice) a evoluției. Explică ierarhia forțelor motrice ale evoluției.

6. Caracterizează prin exemple concrete ereditatea și variabilitatea unor organisme.
7. Explică fenomenul flux de gene și rolul lui pentru populație și specie.
8. Analizează imaginile. Identifică relațiile dintre organisme care constituie: lupta intraspecifică, interspecifică și lupta cu factorii abiotici ai mediului.
9. Reprezintă schematic, în baza unor exemple concrete, selecția naturală motrice, stabilizatoare și disruptivă.
10. Analizează imaginile și identifică formele de adaptare a organismelor. Explică rolul și caracterul relativ al adaptărilor.
11. Caracterizează prin exemple concrete izolarea spațială și biologică. Explică rolul izolării în procesul evolutiv.
12. Reprezintă schematic evoluția divergentă, evoluția convergentă și paralelismul.
13. Enumeră trei căi de realizare a progresului biologic.
14. Caracterizează prin exemple concrete aromorfoza, ideoadaptarea și degenerarea. Explică rolul lor în atingerea progresului biologic.

#### **Tema 4**

1. Definește noțiunile: ameliorare, soi, rasă, domesticire, selecție.
2. Caracterizează etapele ameliorării.
3. Evidențiază pe harta de contur principalele centre de origine a plantelor de cultură.
4. Explică rolul selecției în masă și individuală utilizate în ameliorarea plantelor.
5. Enumeră metodele tradiționale și moderne folosite în ameliorarea plantelor și animalelor.
6. Analizează schema și explică mecanismul încrucișării îndepărtate.
7. Descrie schematic esența heterozisului.
8. Argumentează prin exemple eficiența soiurilor poliploide.
9. Explică esența metodelor moderne de ameliorare: hibridarea celulară, selecția celulară, inginerie genetică.
10. Caracterizează metodele folosite în ameliorarea microorganismelor.
11. Alcătuieste un eseu cu subiectul „Ameliorarea plantelor, animalelor și microorganismelor în Republica Moldova”.
12. Elaborează un plan de ameliorare a unor organisme. Încearcă să-l realizezi împreună cu colegii.

#### **Tema 5**

1. Enumeră principalele teorii a apariției vieții.
2. Caracterizează argumentat fiecare teorie a originii vieții.
3. Descrie cele 3 etape ale teoriei Oparin-Holdene a apariției vieții pe Pământ.
4. Explică schematic ipoteza formării membranei celulare și a celulei procariote.
5. Analizează imaginile și descrie argumentat etapele apariției celulei eucariote.
6. Explică schematic cele două căi de evoluție a organismelor monocelulare la cele pluricelulare.

Analizează tabelul „Evoluția organismelor în erele geologice”. Formulează concluzii cu privire la principalele etape în evoluția organismelor vii; influența proceselor geologice, climatice, altor factori asupra acestui proces.